

ISSN 3154-813X (Print)
ISSN 3154-8148 (Online)

Міністерство освіти і науки України
Херсонський державний аграрно-економічний університет



Таврійський науковий вісник

**Серія:
Сільськогосподарські науки**

**Випуск 149
Частина 2**



Видавничий дім
«Гельветика»
2026

Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2026. Вип. 149. Ч. 2. 364 с.

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

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

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

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

Мова видання: українська, англійська, німецька, польська.

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

Головний редактор:

Аверчев О.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри землеробства, Херсонський державний аграрно-економічний університет.

Члени редакційної колегії:

Валентюк Н.О. – кандидат технічних наук, старший дослідник, старший науковий співробітник відділу первинного та елітного насінництва, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;

Гамаюнова В.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувачка кафедри землеробства, геодезії та землеустрою, Миколаївський національний аграрний університет;

Домарацький С.О. – доктор сільськогосподарських наук, професор, заступник директора з наукової та інноваційно-інвестиційної роботи, Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннізнавства та сортовивчення;

Жуйков О.Г. – доктор сільськогосподарських наук, професор, професор кафедри землеробства, Херсонський державний аграрно-економічний університет;

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

Пічура В.І. – доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри екології та сталого розвитку імені професора Ю.В. Пилипенка, Херсонський державний аграрно-економічний університет;

Александр Адамович – доктор сільськогосподарських наук, професор, Латвійський університет біологічних наук та технологій, Латвія;

Еркан Кан – Ph.D., професор, завідувач кафедри аквакультури, факультет рибного господарства, Ізмірський університет Катіпа Челебі; президент та співзасновник Товариства сталого водного дослідження (SSAR), Ізмір, Туреччина;

Славка Христова Калапчісва – доктор філософії, доцент, селекціонер кафедри гороху овочевого, Науково-дослідний інститут овочевих культур імені Маріца, Пловдив, Болгарія;

Етер Карашвілі – кандидат наук, професор, професор, завідувач кафедри мікроекономіки, Тбіліський державний університет імені Іване Джавахішвілі, Грузія;

Катаржина Лип-Вроньска – Ph.D (інженерія), ад'юнкт, асистент-професор, AGH Університет у Кракові, Факультет менеджменту, кафедра управління підприємством, Польща.

ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО, ОВОЧІВНИЦТВО ТА БАШТАННИЦТВО

AGRICULTURE, CROP PRODUCTION,
VEGETABLE AND MELON GROWING

УДК 575.827:[633.112:631.559]

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.2.1>

СЕЛЕКЦІЙНА ЦІННІСТЬ ТЕТРАПЛОЇДНИХ ВИДІВ ПШЕНИЦІ (КАРТЛІЙСЬКА, ПОЛЬСЬКА, ЕФІОПСЬКА, ПОЛБА ІСФАГАНСЬКА) ЗА ПОКАЗНИКАМИ ПРОДУКТИВНОСТІ

Любич В.В. – д.с.-г.н.,

професор кафедри харчових технологій,

Уманський національний університет

orcid.org/0000-0003-4100-9063

Новак Ж.М. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри генетики, селекції рослин та біотехнологій,

Уманський національний університет

orcid.org/0009-0005-5046-9370

Встановлено, що висота рослин тетраплоїдних видів пшениці змінювалась від 87 до 116 см залежно від культивару. Найвищими були рослини пшениці полби Полба 2 – 108–124 см залежно від року проведення досліджень.

Для пшениці рослини вважаються дуже низькими за висоти стебла ≤ 60 см, низькими – 60–85, середньорослими – 85–105, високими – 105–120 і дуже високими – ≥ 120 см.

Отже, за висотою рослин культивар пшениці полби звичайної Полба 2 була високорослою або сильнорослою, а решта досліджених форм пшениці були середньорослими.

Найвищу масу 1000 зерен отримано за вирощування культи варів Полба 1 та Ісфганська – 41,0–43,2 г. У решти культи варів маса 1000 зерен змінювалась від 24,9 до 34,1 г. При цьому необхідно відзначити, що погодні умови за роки проведення досліджень були подібними, оскільки маса 1000 зерен змінювалась мало за виключенням пшениці польської.

Для пшениці дуже високою вважається маса 1000 зерен > 35 г, високою, якщо цей показник знаходиться в межах 30–35, середньою – 27–30, низькою < 27 г.

За масою 1000 зерен культивари Картлійська 1, Картлійська 2 і Полба 2 упродовж років досліджень формували низький її рівень. Полба 1 та Ісфганська мали дуже високу масу 1000 зерен, а пшениця польська – від високої до дуже високої маси 1000 зерен.

Урожайність зерна різних видів пшениці змінювалась у широкому діапазоні – від 2,32 до 4,11 т/га. Культивари Ісфганська, Полба 2, Картлійська 1, Картлійська 2, Ефіопська та Польська формували 3,01–4,11 т/га зерна залежно від року проведення досліджень.



© Любич В.В., Новак Ж.М., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

При цьому погодні умови у роки проведення досліджень змінювались мало, що забезпечило отримання врожаю з невеликим відхиленням.

Встановлено, що різні культивари мають різну селекційну цінність. Так, культивари Ісфганська, Картлійська 2 і Полба 1 є джерелами низького стебла. Полба 1 та Ісфганська мають крупне зерно – маса 1000 зерен становить 40,5–43,8 г. Урожайність на рівні 3,01–4,11 т/га забезпечує вирощування культиварів Ісфганська, Полба 2, Картлійська 1, Картлійська 2, Ефіопська та Польська. Досліджені форми тетраплоїдних видів можна використовувати у селекційному процесі пшениці.

Ключові слова: висота рослин, маса 1000 зерен, урожайність, рівень прояву ознаки, культивар.

Liubych V.V., Novak Zh.M. Selection value of tetraploid wheat species (Kartli, Polish, Ethiopian, Isfahan spelt) by productivity indicators

It was found that the plant height of tetraploid wheat species varied from 87 to 116 cm depending on the cultivar. The tallest were the spelt wheat plants Polba 2 – 108–124 cm depending on the year of the research.

For wheat, plants are considered very short if the stem height is ≤ 60 cm, short – 60–85, medium-sized – 85–105, tall – 105–120 and very tall – ≥ 120 cm.

Therefore, in terms of plant height, the common spelt wheat cultivar Polba 2 was tall or strong-growing, and the remaining studied wheat forms were medium-sized.

The highest 1000-grain weight was obtained when growing the Polba 1 and Isfahanska cultivars – 41.0–43.2 g. In the remaining cultivars, the 1000-grain weight varied from 24.9 to 34.1 g. It should be noted that the weather conditions during the years of research were similar, since the 1000-grain weight changed little, with the exception of Polish wheat.

For wheat, the 1000-grain weight is considered very high if it is > 35 g, high if this indicator is within 30–35, medium – 27–30, low < 27 g.

In terms of 1000-grain weight, the Kartliyska 1, Kartliyska 2 and Polba 2 cultivars formed a low level during the years of research. Spelt 1 and Isfahanska had a very high 1000-grain weight, and Polish wheat had a high to very high 1000-grain weight.

The grain yield of different wheat varieties varied in a wide range – from 2.32 to 4.11 t/ha. The Isfahanska, Spelt 2, Kartliyska 1, Kartliyska 2, Ethiopian and Polish cultivars produced 3.01–4.11 t/ha of grain depending on the year of the research. At the same time, weather conditions in the years of the research changed little, which ensured a harvest with a small deviation.

It was established that different cultivars have different breeding value. Thus, the Isfahanska, Kartliyska 2 and Spelt 1 cultivars are sources of a low stem. Spelt 1 and Isfahanskaya have large grains – the mass of 1000 grains is 40.5–43.8 g. The yield at the level of 3.01–4.11 t/ha is provided by the cultivation of Isfahanskaya, Spelt 2, Kartliyskaya 1, Kartliyskaya 2, Ethiopian and Polish cultivars. The studied forms of tetraploid species can be used in the wheat breeding process.

Key words: plant height, mass of 1000 grains, yield, level of manifestation of the trait, cultivar.

Актуальність теми дослідження. Пшениця – основна зернова культура. Тетраплоїдні види пшениці мають підвищену вразливість до абіотичного тиску, зокрема, до посухи [1]. Цей вид демонструє вибагливу перевагу до певних кліматичних і ґрунтових умов для досягнення оптимальної врожайності та якості та більш чутливий до екологічних умов порівняно з пшеницею м'якою [2]. У 2021 році виробництво твердої пшениці в Туреччині скоротилося приблизно на 21 % порівняно з попереднім роком [3].

Очікується, що очікувана зміна клімату та глобальне потепління посилять масштаби стресових факторів. Рослини зазвичай стикаються з поєднанням біотичних та абіотичних стресових факторів у своєму природному середовищі. Однак серед усіх стресових факторів, на які впливає зміна клімату, посуха є основним фактором, що перешкоджає продуктивності рослин [4].

Зміна клімату може мати різний вплив на продуктивність сільськогосподарських культур залежно від часу та тривалості посухи, а також від того, чи виникає стрес від посухи окремо чи в поєднанні з тепловим стресом.

У Середземноморському регіоні низька кількість опадів і нерівномірності в режими опадів призводять до значних втрат урожаю для культур, вирощених в умовах богарного землеробства [5].

Посуховий стрес під час проростання може мати серйозні наслідки для успішного життєвого циклу рослини, оскільки недостатнє водопостачання на цьому етапі може перешкоджати стійкому росту коренів і пагонів, що призводить до значних втрат урожаю [6].

Глобальна популяція переживає значний і швидкий зростаючий період, і, за прогнозами, до 2050 року вона досягне приблизно 9,74 мільярда особин [7]. Одночасно спостерігатиметься зростання попиту на продукти харчування. Для задоволення потреб у поживних речовинах вкрай важливо вирощувати нові сорти, які демонструють високу продуктивність і стійкість як до біотичних, так і до абіотичних чинників [8]. Для сприяння розробці нових посухостійких сортів важливо встановити статус толерантності існуючих генотипів.

Постановка проблеми. За даними Rai et al. [9], отримання точних і надійних результатів може бути досягнуто шляхом проведення селекції на першій фазі розвитку в контрольованих лабораторних умовах. У лабораторних умовах NaCl, поліетиленгліколь, сорбіт і маніт часто використовуються для індукції посухового стресу у рослин [10]. Ця маніпуляція служить для посилення сухих умов у середовищі росту рослини, тим самим перешкоджаючи поглинанню води рослиною. Високомолекулярні поліетиленгліколи часто використовуються як стресові агенти в різних дослідженнях [11]. Це здебільшого пов'язано з їх водорозчинною природою, відсутністю токсичності та нездатністю поглинатися корінням рослин [12].

Дослідження компонентів урожайності, оцінка стабільності врожайності та підвищення стійкості до стресу є традиційними методологіями в селекції рослин [13]. Надзвичайно важливо встановити чітке й всебічне розуміння кореляції між покращеними сільськогосподарськими характеристиками та їх взаємним впливом [14]. У контрольованих дослідженнях селекції вплив вхідних елементів (генотипу та факторів обробки) на спостережувані характеристики рослин (виходи) був широко досліджений [15].

Традиційні статистичні підходи переважно використовувалися для дослідження та інтерпретації змінних результатів [16]. Більш довгим є дослідження формування продуктивності рослин упродовж певного періоду. За рівнем продуктивності також можна судити про рівень посухостійкості сорту або виду.

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 п'ятиразове. Площа облікової ділянки 5 м². 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_{KCl} – 5,7.

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

У досліді вирощували культуvari Ісфаганська – пшениця полба ісфаганська, Картлійська 2, Картлійська 1 – пшениця картлійська, Ефіопська – пшениця ефіопська, Польська – пшениця польська, Полба 2 і Полба 1 – пшениця полба звичайна.

Зразки отримано з національного центру генетичних ресурсів рослин України (м. Харків).

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

Результати досліджень. Встановлено, що висота рослин тетраплоїдних видів пшениці змінювалась від 87 до 116 см залежно від культивару (табл. 1). Найвищими були рослини пшениці полби Полба 2 – 108–124 см залежно від року проведення досліджень.

Для пшениці рослини вважаються дуже низькими за висоти стебла ≤ 60 см, низькими – 60–85, середньорослими – 85–105, високими – 105–120 і дуже високими – ≥ 120 см.

Отже, за висотою рослин культивар пшениці полби звичайної Полба 2 була високорослою або сильнорослою, а решта досліджених форм пшениці були середньорослими.

Таблиця 1

Висота рослин тетраплоїдних видів пшениці, см

Варіант досліджу	Рік дослідження		Середнє
	2020	2021	
Ісфаганська	83	91	87
Картлійська 2	90	92	91
Полба 1	94	90	92
Картлійська 1	100	102	101
Ефіопська	105	102	104
Польська	106	104	105
Полба 2	124	108	116
НІР ₀₅	4	5	–

Найвищу масу 1000 зерен отримано за вирощування культи варів Полба 1 та Ісфаганська – 41,0–43,2 г (табл. 2). У решти культи варів маса 1000 зерен змінювалась від 24,9 до 34,1 г. При цьому необхідно відзначити, що погодні умови за роки проведення досліджень були подібними, оскільки маса 1000 зерен змінювалась мало за виключенням пшениці польської.

Для пшениці дуже високою вважається маса 1000 зерен > 35 г, високою, якщо цей показник знаходиться в межах 30–35, середньою – 27–30, низькою < 27 г.

За масою 1000 зерен культивари Картлійська 1, Картлійська 2 і Полба 2 упродовж років досліджень формували низький її рівень. Полба 1 та Ісфаганська мали дуже високу масу 1000 зерен, а пшениця польська – від високої до дуже високої маси 1000 зерен.

Урожайність зерна різних видів пшениці змінювалась у широкому діапазоні – від 2,32 до 4,11 т/га (табл. 3). Культивари Ісфаганська, Полба 2, Картлійська 1, Картлійська 2, Ефіопська та Польська формували 3,01–4,11 т/га зерна залежно від року проведення досліджень. При цьому погодні умови у роки проведення досліджень змінювались мало, що забезпечило отримання врожаю з невеликим відхиленням.

Таблиця 2

Маса 1000 зерен тетраплоїдних видів пшениці, г

Варіант досліджу	Рік дослідження		Середнє
	2020	2021	
Картлійська 2	25,9	23,8	24,9
Картлійська 1	25,4	24,9	25,2
Полба 2	24,8	25,7	25,3
Ефіопська	30,3	31,3	30,8
Польська	37,6	30,5	34,1
Полба 1	41,5	40,5	41,0
Ісфганська	43,8	42,6	43,2
НІР ₀₅	1,6	1,4	–

Таблиця 3

Урожайність зерна тетраплоїдних видів пшениці, т/га

Варіант досліджу	Рік дослідження		Середнє
	2020	2021	
Полба 1	2,32	2,88	2,60
Ісфганська	3,17	3,01	3,09
Полба 2	3,14	3,07	3,11
Картлійська 1	3,13	3,41	3,27
Картлійська 2	3,49	3,63	3,56
Ефіопська	3,55	3,96	3,76
Польська	4,11	3,77	3,94
НІР ₀₅	0,17	0,15	–

Висновки та перспективи подальших досліджень. Встановлено, що різні культивари мають різну селекційну цінність. Так, культивари Ісфганська, Картлійська 2 і Полба 1 є джерелами низького стебла. Полба 1 та Ісфганська мають крупне зерно – маса 1000 зерен становить 40,5–43,8 г. Урожайність на рівні 3,01–4,11 т/га забезпечує вирощування культиварів Ісфганська, Полба 2, Картлійська 1, Картлійська 2, Ефіопська та Польська. Досліджені форми тетраплоїдних видів можна використовувати у селекційному процесі пшениці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Любич В. В. Технологічні параметри формування якості зерна різних сортів пшениці м'якої озимої. *Збірник Уманського національного університету*. 2025. Вип. 106, Ч. 1. С. 162–178.
2. 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.
3. TUIK. TSI: 2022 Türkiye Agricultural Production Values. TUIK: Ankara Türkiye, 2023.
4. Cohen I., Zandalinas S.I., Huck C., Fritsch F.B., Mittler R. Meta-analysis of drought and heat stress combination impact on crop yield and yield components. *Physiol. Plant*. 2021. Vol. 171. P. 66–76.

5. Любич В. В. Розвиток септоріозу різних сортів пшениці м'якої озимої. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2023. Вип. 102. С. 190–202.
6. Gitz V., Meybeck A., Lipper L., Young C.D., Braatz S. Climate Change and Food Security: Risks and Responses, FAO: Rome, Italy. 2016.
7. Desa U. World Population Prospects 2019: Highlights, United Nations Department for Economic and Social Affairs: New York NY USA. 2019. Vol. 11. p. 125.
8. Любич В. В. Розвиток бурої іржі та продуктивність тритикале озимого із застосуванням біофунгіциду на тлі різних доз азотних добрив. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2023. Вип. 103. С. 53–69.
9. Rai R., Agrawal M., Agrawal S. Threat to food security under current levels of ground level ozone: A case study for Indian cultivars of rice. *Atmos. Environ.* 2010. Vol. 44. P. 4272–4282.
10. Gopal J., Iwama K. In vitro screening of potato against water-stress mediated through sorbitol and polyethylene glycol. *Plant Cell Rep.* 2007. Vol. 26. P. 693–700.
11. Mustamu N.E., Tampubolon K., Basyuni M., Al-Taey D.K., Janabi H.J.K.A., Mehdizadeh M. Drought stress induced by polyethylene glycol (PEG) in local maize at the early seedling stage. *Heliyon*. 2023. Vol. 9. e20209.
12. Hürkoğlu A., Bolouri P., Haliloğlu K., Eren B., Demirel F., Işık M.I., Piekutowska M., Wojciechowski T., Niedbała G. Modeling callus induction and regeneration in hypocotyl explant of fodder pea (*Pisum sativum* var. *arvense* L.) using machine learning algorithm method. *Agronomy*. 2023. Vol. 13. 2835.
13. Любич В. В. Селекційна цінність нових сортів тритикале ярого. *Збірник Уманського НУС*. 2021. Вип. 97. С. 3–11.
14. Криштопа Н. І., Богуславський Р. Л., Любич В. В. Селекційна цінність видів пшениці (м'яка, спельта, шарозерна, петропавловського) за хлібопекарськими властивостями зерна. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2019. Вип. 94. С. 221–231.
15. Wahab A., Abdi G., Saleem M.H., Ali B., Ullah S., Shah W., Mumtaz S., Yasin G., Muresan C.C., Marc R.A. Plants' physio-biochemical and phyto-hormonal responses to alleviate the adverse effects of drought stress: A comprehensive review. *Plants*. 2022. Vol. 11. 1620.
16. Kırnak H., Uzun S., Irik H.A., Özaktan H., Arslan M. Water–yield relations of drip-irrigated peas under semi-arid climate condition. *Int. J. Agric. Nat. Sci.* 2021. Vol. 14. P. 85–95.

Дата першого надходження статті до видання: 02.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026

УДК 633.174.1:631.82:631.559

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.2.2>

ВПЛИВ НОРМИ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ НА УРОЖАЙНІСТЬ СТЕБЕЛ ТА КОНСЕРВАТИВНИЙ ВИХІД ЦУКРУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СОРГО ЦУКРОВОГО

Мазуренко Б.О. – доктор філософії,

доцент кафедри рослинництва,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

orcid.org/0000-0002-4177-9909

Гончар Л.М. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри рослинництва,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

orcid.org/0000-0002-3628-6659

Сорго цукрове (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) є важливою біоенергетичною культурою завдяки високій продуктивності вегетативної маси, здатності накопичувати значну кількість розчинних цукрів у стеблах та формувати стабільний урожай за мінливих умов вирощування. Незважаючи на високу адаптивність культури, ефективність застосування добрив істотно варіює залежно від сорту, погодних умов року та рівня забезпечення рослин елементами живлення. Важливим чинником збільшення продуктивності є оптимізація норм внесення НРК, які б одночасно сприяли підвищенню урожайності стебел, покращенню цукристості соку та забезпечували вищий консервативний вихід цукру як інтегральний показник технологічної цінності сировини.

Польові дослідження проводили у 2022–2025 рр. на території ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» (с. Пшеничне, Київська область) на чорноземі типовому. В двофакторному польовому досліді оцінювалися сорти та гібриди сорго цукрового (Мамонт, Зубр, Фаворит, Енергодар), а фактор В норми мінеральних добрив з кратним збільшенням НРК: без добрив (контроль), $N_{25}P_{19}K_{30}$, $N_{50}P_{38}K_{60}$ і $N_{75}P_{57}K_{90}$.

Встановлено, що всі досліджувані чинники (рік, сорт і удобрення) суттєво впливали на формування продуктивності та технологічних показників сорго цукрового. Найбільший вплив на урожайність стебел мало удобрення, тоді як на цукристість соку найбільше впливав сорт. Вихід соку виявився менш чутливим до системи удобрення і більшою мірою визначався сортовими особливостями та погодними умовами року.

Найвищу урожайність стебел сорго цукрового забезпечив сорт Зубр за внесення $N_{75}P_{57}K_{90}$ – 45,8 т/га, що на 59,0 %, перевищувало контроль (28,8 т/га). В той же час відмічено, що для цього сорту та Енергодару менша норма $N_{50}P_{38}K_{60}$ сприяє формуванню співставного рівня врожаю.

Найвищий середній вихід соку відзначено у сорту Мамонт (63 %), що достовірно перевищувало показники сортів Зубр і Фаворит (61,2–61,4 %) та сорту Енергодар (57,9 %). За вмістом розчинних сухих речовин у соку (Brix) найкращим виявився сорт Фаворит із середнім значенням 16,37 %, тоді як Зубр і Мамонт цей показник досягав 15,1–15,2 %, а найменше значення було в сорту Енергодар (11,5 %).

Максимальний консервативний вихід цукру (4,00 т/га) забезпечив сорт Мамонт за внесення $N_{75}P_{57}K_{90}$, тоді як в сорту Зубр він досягав 3,92 т/га за норми $N_{50}P_{38}K_{60}$. У сорту Фаворит найвищий показник становив 3,53 т/га, а у сорту Енергодар лише 1,37–2,47 т/га залежно від фону живлення.

Збалансоване мінеральне живлення є визначальним чинником підвищення продуктивності сорго цукрового, однак його ефективність істотно залежить від сортових особливостей. Для умов чорноземів типових Київської області найбільш перспективними щодо



формування високого консервативного виходу цукру виявилися сорти Мамонт і Зубр. Доцільність диференційованого підходу до удобрення сортів сорго цукрового з орієнтацією не лише на приріст біомаси, а й на сумарну технологічну ефективність сировини. Перспективою подальших досліджень є уточнення оптимальних співвідношень між елементами живлення та розширення оцінки біоенергетичної цінності всієї рослинної маси, включаючи побічну продукцію після віджимання соку.

Ключові слова: біоенергетика, кореляція, регресія, цукристість, Brix.

Mazurenko B.O., Honchar L.M. Effect of mineral fertilizer rates on stem yield and ethanol output in sweet sorghum cultivation

Sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) is an important bioenergy crop due to its high vegetative biomass productivity, ability to accumulate substantial amounts of soluble sugars in the stems, and capacity to produce stable yields under variable growing conditions. Despite the high adaptability of this crop, the efficiency of fertilizer application varies considerably depending on the cultivar, annual weather conditions, and plant nutrient supply. An important factor in increasing productivity is the optimization of NPK application rates that simultaneously promote higher stem yield, improve juice sugar content, and ensure a higher conservative sugar yield as an integrated indicator of raw material technological value.

Field studies were conducted in 2022–2025 at the Agronomic Research Station of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (Pshenychne village, Kyiv region) on typical chernozem soil. In a two-factor field experiment, cultivars and hybrids of sweet sorghum (Mamont, Zubr, Favorit, and Enerhodar) were evaluated, while factor B consisted of mineral fertilizer rates with stepwise increases in NPK: no fertilizer (control), $N_{25}P_{19}K_{30}$, $N_{50}P_{38}K_{60}$, and $N_{75}P_{57}K_{90}$.

It was established that all studied factors (year, cultivar, and fertilization) significantly affected the formation of both productivity and technological traits of sweet sorghum. Fertilization had the greatest effect on stem yield, whereas juice sugar content was influenced most strongly by cultivar. Juice yield proved to be less sensitive to the fertilization system and was determined to a greater extent by cultivar characteristics and annual weather conditions.

The highest stem yield of sweet sorghum was obtained for the Zubr cultivar under $N_{75}P_{57}K_{90}$ application, reaching 45.8 t/ha, which was 59.0% higher than the control (28.8 t/ha). At the same time, it was noted that for this cultivar and for Enerhodar, the lower fertilizer rate $N_{50}P_{38}K_{60}$ promoted the formation of a comparable yield level.

The highest average juice yield was recorded for the Mamont cultivar (63%), which significantly exceeded the values of Zubr and Favorit (61.2–61.4%) and Enerhodar (57.9%). In terms of soluble solids content in juice (Brix), Favorit performed best with an average value of 16.37%, whereas in Zubr and Mamont this indicator reached 15.1–15.2%, and the lowest value was observed in Enerhodar (11.5%).

The maximum conservative sugar yield (4.00 t/ha) was achieved by the Mamont cultivar under $N_{75}P_{57}K_{90}$ application, whereas in Zubr it reached 3.92 t/ha at $N_{50}P_{38}K_{60}$. In Favorit, the highest value was 3.53 t/ha, while in Enerhodar it ranged only from 1.37 to 2.47 t/ha depending on the nutritional background.

Balanced mineral nutrition is a decisive factor in increasing sweet sorghum productivity; however, its efficiency depends substantially on cultivar characteristics. Under the conditions of typical chernozems of the Kyiv region, the Mamont and Zubr cultivars proved to be the most promising in terms of achieving a high conservative sugar yield. These findings confirm the feasibility of a differentiated approach to the fertilization of sweet sorghum cultivars, oriented not only toward biomass increase but also toward the overall technological efficiency of the raw material. A promising direction for further research is the refinement of optimal nutrient element ratios and the expansion of the assessment of the bioenergy value of the entire plant biomass, including by-products.

Key words: bioenergy, Brix, correlation, regression, sugar content.

Актуальність теми дослідження. Сорго цукрове (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) є однією з найбільш перспективних польових культур для біоенергетичної галузі завдяки високій продуктивності вегетативної маси, накопичення розчинних цукрів у стеблах і можливості прямого зброджування соку для одержання

біостанолу [1, 2]. Адаптивний потенціал сорго дозволяє вирощувати його у всіх агро-кліматичних зонах України, але різна родючість ґрунту в поєднанні з нестабільністю погодних умов призводить для суттєвого коливання рівня урожайності та потенційного виходу цукру [3, 4].

При високій екологічній пластичності та здатності формувати урожай на деградованих ґрунтах сорго має потенціал у біоре mediaції [5, 6, 7]. Здатність рости в умовах підвищеної засоленості та постійній дії абіотичних стресів робить цю культуру пріоритетним вибором серед решти цукроносних та крохмалистих культур для отримання стабільного врожаю [3, 8].

Проте за високої адаптивності забезпечення посіву мікроелементами залишається основним чинником формування врожаю. Серед макроелементів немає домінуючого, оскільки всі вони в рівній мірі впливають на формування габітусу рослини та фотосинтезуючої системи. Азот забезпечує формування біомаси рослини, впливає на площу листя, тоді, як калій відповідає за транспорт цукрів та сухих речовин, тому опосередковано впливає на якісні показники соку зі стебел [9, 10, 12]. Фосфор є необхідним для росту кореневої системи та забезпечення механізмів адаптивності, посухостійкості та протидії високим температурам [8, 11]. Одностороннє використання азотних добрив не завжди призводить до збільшення виходу цукру, оскільки в процесі його накопичення значна роль припадає на умови вирощування [10, 14]. Фосфор і калій можуть сприяти подоланню несприятливих умов, оскільки беруть участь у формуванні кореневої системи, енергетичному обміні, транспорті і накопиченні вуглеводів. Окремі дослідження свідчать, що помірні дози Р і К за поєднання з оптимальним азотним фоном можуть покращувати відсоток цукру та підвищувати вихід цукру [11–14]. Отже, саме збалансоване NPK-удобрення є основою для підвищення урожайності і технологічної якості сорго [15].

Постановка проблеми. Попри значну світових досліджень, питання оптимізації норм мінерального живлення сорго цукрового залишається дискусійним, оскільки ефективність добрив істотно змінюється залежно від ґрунтово-кліматичних умов, сорту, строків збирання та особливостей післязбирального поводження із сировиною. Додатковим викликом для біоенергетичного використання культури є вузьке «вікно» максимального накопичення цукрів і швидкі втрати ферментованих цукрів після збирання, що підвищує вимоги до точності агротехнічних рішень. Саме тому актуальним є проведення регіонально орієнтованих досліджень, спрямованих на встановлення таких норм макродобрив, які забезпечували б одночасне підвищення врожайності стебел, цукристості соку та виходу цукру. Метою цього дослідження було з'ясувати вплив різних норм мінеральних добрив на формування біомаси стебел сорго цукрового та показники його технологічної якості як сировини для біоенергетичного використання.

Методика досліджень. Польові дослідження закладалися за двофакторною схемою та проводилися щорічно у період 2022–2025 рр. на території ВП НУБІП «Агрономічна дослідна станція» (с. Пшеничне Київської області). Ґрунт дослідної ділянки чорнозем типовий з вмістом гумусу 4,4–4,5 %, рН 6,4, вміст мінерального азоту 1,78 г/кг ґрунту, рухомого фосфору 6,7 мг/100 г ґрунту, обмінного калію 11,0 мг/100 г ґрунту.

Фактор А – сорти сорго цукрового, фактор В – система удобрення: без добрив (контроль) та три варіанти удобрення з кратним збільшенням норми (базова $N_{25}P_{19}K_{30}$) нормами: $N_{25}P_{19}K_{30}$, $N_{50}P_{38}K_{60}$, $N_{75}P_{57}K_{90}$.

Таблиця 1

Схема польового дослід з сорго цукровим

Фактор А: сорти сорго цукрового	Фактор В: Норма добрив
A1. Мамонт	B1. Без добрив (контроль)
A2. Зубр	B2. $N_{25}P_{19}K_{30}$
A3. Фаворит	B3. $N_{50}P_{38}K_{60}$
A4. Енергодар	B4. $N_{75}P_{57}K_{90}$

Попередник сорго цукрового – озимі зернові. Після збирання попередника проводилася оранка на глибину 22–24 см. Весняний обробіток передбачав закриття вологи при фізичній стиглості ґрунту та передпосівну культивування на глибину до 6 см. На варіанті, що передбачав внесення добрив використовували тукоsumіш (склад суперфосфат подвійний : калійна сіль, 1:1 *m:m*) з розрахунку суперфосфату подвійного (P – 38 %) у нормі 50 кг/га фізичної ваги (19 кг/га діючої речовини фосфору) та калійну сіль (K – 60 %) у нормі 50 кг/га (30 кг/га д. р. калію) перед проведення оранки з кратним збільшенням норми, там де це передбачалося схемою. Азотні добрива у вигляді аміачної селітри (N – 34,4 %) вносили в передпосівну культивування у нормі 73 кг/га (25 кг/га д. р. азоту) з кратним збільшенням по варіантах.

Сівбу проводили на глибину 4–6 см при прогріванні ґрунту до +10 °C у шарі 0–10 см. Насіння було оброблене препаратом Максим XL у нормі 2 л/т. Хімічні засоби захисту протягом вегетації в посівах сорго не використовувалися.

Ширина міжряддя 45 см, норма висіву – 140 тис. схожих насінин/га. Площа кожного варіанту: загальна – 40 м² (2,7 м × 15 м), облікова – 24 м² (1,8 м × 13,4 м). Повторність дослід: чотирьохразова.

Відбір проб проводився після завершення цвітіння центральної волоті. Для визначення урожайності стебел вирізали рослини з двох суміжних рядків на довжині 2,2 м погонних (еквівалент 2 м²), відділяли від волотей та зважували. Х кожного варіанту відбиралося по 5 стебел, які гомогенувалися в лабораторному подрібнювачі. З подрібненої маси відбиралася субпроба вагою 100 г, з якої лабораторним пресом Пром-1У видобували сік сорго. Видобування соку зупиняли після 3 хвилин максимального навантаження та відсутності сокоток. Вихід соку – це співвідношення маси соку до маси подрібненого сорго вираженого у відсотках. Вміст цукру (Brix) визначали на лабораторному рефрактометрі по сахарозі в триразові повторності. Консервативний вихід цукру визначали за рівнянням:

$$CSY = \frac{Y \times S \times J}{10000}, \quad (1)$$

де CSY – консервативний вихід цукру, т/га; Y – урожайність стебел, т/га; S – цукристість соку сорго, %; J – вихід соку, %; 10000 – коефіцієнт для перерахунку % в одиниці цілого.

Статистичну обробку проводили в програмному середовищі R (версія 4.4.3) у пакеті аналізу *ggplot2*. Дисперсійний аналіз проводили за методикою трифакторного дослід, де чинник «рік» розглядався як повноцінний чинник. Рівняння регресії, коефіцієнт кореляції та детермінації встановлювався програмними засобами *ggplot2*. Для порівняння варіантів застосовувався post-hoc аналіз за критерієм Tukey's HSD_{0.05} у випадку, якщо взаємодія була суттєвою за дисперсійним аналізом.

Результати досліджень. Проведений дисперсійний аналіз щодо впливу погодних умов року, сорту та удобрення на формування врожайності стебел, цукристості, виходу соку з сировини та консервативного виходу цукру вказує на суттєвий вплив цих чинників та їх взаємодій. Оскільки частка основних чинників суттєво переважає вплив їх взаємодій доцільно говорити про їх макроефект в загальному. Оскільки кількість ступенів волі для основних чинників однакова, то висновки будуть тотожні для дисперсії та квадрату середнього.

Дисперсія урожайності була найбільшою за впливу удобрення, що перевищувало вплив року (таблиця 2), тоді як вплив сорту був в середньому в 3-4 рази меншим. В той же час саме сортовий чинник найбільше впливав на цукристість соку, тоді як вплив удобрення був на рівні взаємодії сорту з погодними умовами. У випадку з виходом соку, як показником технологічності сировини, вплив системи удобрення взагалі був несуттєвим, а дисперсія від сорту була вдвічі більшою, за вплив погодних умов. Оскільки вказані показники є складовою консервативного виходу цукру – теоретичного показника, то й їх вплив є комбінованим, про що свідчить подібний рівень дисперсії всіх чинників.

Таблиця 2

Результати дисперсійного аналізу

Чинник/взаємодія	df	MS (середній квадрат)			
		Урожайність	Brix	Вихід соку	Консервативний вихід цукру
Рік (C)	3	2185,4500	67,9329	159,1689	25,31718
Сорт (A)	3	683,6767	287,0409	323,8898	22,9433
Удобреньня (B)	3	2921,6796	21,8089	5,0969	26,29058
Рік-сорт	9	155,0692	18,2731	50,5644	2,543855
Рік-удобреньня	9	54,9028	2,9828	8,9197	0,568502
Сорт-удобреньня	9	38,3009	2,7713	5,1527	0,610977
Рік-сорт-удобреньня	27	37,8233	1,7399	8,9477	0,529168
Залишок	192	5,4117	0,2464	2,5013	0,061146

Примітка: жирним шрифтом виділені чинники та взаємодії, що мають суттєвий вплив, $p < 0,05$

Залежність урожайності від норми добрив, як відомо, є нелінійною, тому для оцінки сортової чутливості до збільшення норм розроблялися поліноміальні рівняння другого ступеня. За результатами побудови коробкових діаграм можна оцінити, що найменшу варіабельність урожайності за роками мав сорт Енергодар (рисунок 1), оскільки лінія тренду проходить майже по середньому значенню, а відхилення перебувають у вузькому діапазоні. Внесення добрив суттєво збільшувало урожайність порівняно з контролем (26,2 т/га), але максимального рівня 38,3 т/га вона досягала при внесенні $N_{50}P_{38}K_{60}$, тоді як збільшення норми до $N_{75}P_{57}K_{90}$ не підвищувало її.

У сорту Фаворит кожне збільшення норми суттєво збільшувало урожайність, але найбільший ефект був від внесення норми $N_{25}P_{19}K_{30}$ порівняно з контролем. Слід відмітити, що за середнім значенням цей сорт був подібним до Енергодару, але виходив на максимальну урожайність за вищої норми добрив.

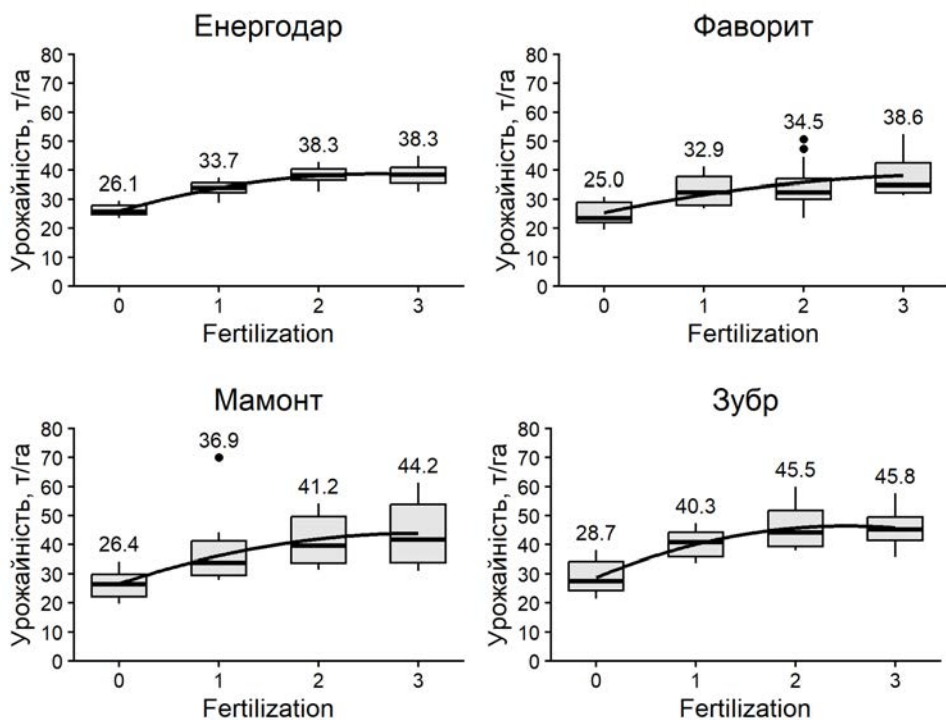


Рис. 1. Залежність урожайності стебел сорго залежно від норми добрив (0 – контроль без добрив, 1 – $N_{25}P_{19}K_{30}$, 2 – $N_{50}P_{38}K_{60}$, 3 – $N_{75}P_{57}K_{90}$)

У сорту Мамонт норма $N_{25}P_{19}K_{30}$ також дає найбільший приріст до урожайності порівняно з попереднім варіантом, хоча найбільшої урожайності він досягав за норми $N_{75}P_{57}K_{90}$ – 44,2 т/га. Слід відмітити, що збільшення норми також підвищувало розкид середньої урожайності по рокам, тому цей сорт був характеризувався найбільшою варіабельністю.

Сорт Зубр при співставному рівні урожайності мав суттєво меншу варіабельність по рокам, а норма добрив її розкид суттєво не збільшувала. Слід відмітити, що максимальна урожайність 45,8 т/га була за норми $N_{75}P_{57}K_{90}$, тоді як попередній варіант $N_{50}P_{38}K_{60}$ формував лише на 0,3 т/га менше. Слід відмітити, що при збільшення норми варіабельність за роками зменшувалася.

Розроблені рівняння регресії мають свою особливість, оскільки змінна x в цьому рівнянні є коефіцієнтом базової норми $N_{25}P_{19}K_{30}$. Ефективність розроблених моделей можна оцінити за коефіцієнтом детермінації, який також і показує розкид середнього значення, але опосередковано.

Рівняння регресії для сорту Енергодар має найбільший коефіцієнт детермінації – 0,7569, тобто запропонована модель описує 75,69 % випадків, тоді як для сорту Зубр запропонована модель є актуальною в 56,74 % випадків. Поліноміальна модель для сортів Мамонт та Фаворит є актуальною лише для 36 % випадків, оскільки в них кожен варіант є кращим за попереднім, тому може підпадати під лінійний кореляційний зв'язок. Отже серед досліджуваних сортів саме ці два можуть збільшувати урожайність при подальшому збільшенні норми внесення добрив.

Таблиця 3

Рівняння регресії залежності урожайності від норми добрив

Сорт	Рівняння	R ²
Енергодар	$y = 26,0150 + 9,8319x - 1,902 x^2$	0,7569
Зубр	$y = 28,79 + 14,0725x - 2,8069 x^2$	0,5674
Мамонт	$y = 26,6511 + 11,3986x - 1,88 x^2$	0,3610
Фаворит	$y = 25,4412 + 7,1537x - 0,9745 x^2$	0,3601

Вихід соку в більшості випадків залежав, як від сорту так і погодних умов року. Найбільший вихід соку на рівні 63 % був у сорту Мамонт, що суттєво перевищувало значення Зубру та Фавориту (61,2–61,4 %), а ті в свою чергу значення Енергодару (57,9 %). Погодні умови року більшою мірою обумовлювали розкид середнього значення та варіацію.

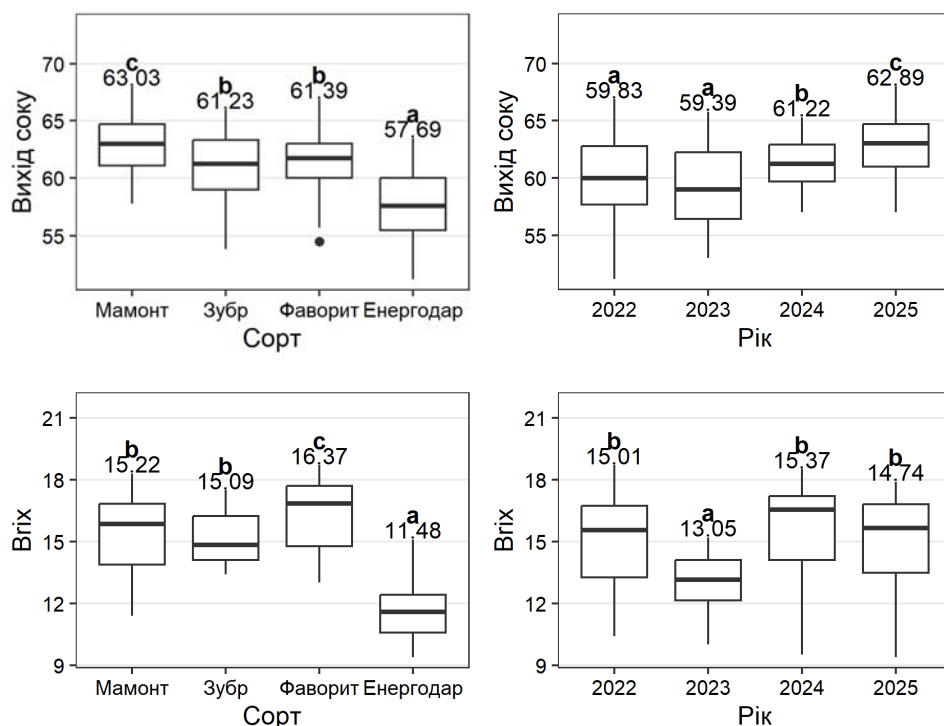


Рис. 2. Вихід соку та цукристість (Brix) залежно від сорту та умов року

Щодо цукристості соку, то найбільше значення Brix на рефрактометрі мали зразки Фаворит (16,37 %), тоді як Зубр та Мамонт формували в середньому суттєво менше цукрів у соці – 15,1–15,2 Brix. Найменше значення серед всіх сортів мав Енергодар – 11,5 %. На відміну від виходу соку цукристість соку значно більше залежала від погодних умов, на що вказує суттєво менше значення в 2023 році – 13,05 %, тоді як в решту років середнє значення суттєво не різнилося (14,74–15,37 %).

Найвищий консервативний вихід цукру був у групи “e”, де перебували значення в діапазоні 3,45–4,00 т/га (таблиця 4). В той же час найбільшого значення

4 т/га досягав сорт Мамонт при внесенні $N_{75}P_{57}K_{90}$, а сорт Зубр при застосуванні $N_{50}P_{38}K_{60}$ формувал лише на 0,08 т/га цукру менше. Слід вимітити, що високий рівень консервативного виходу цукру був у сорту Зубр за будь якої норми внесення добрив, тоді як сорту Мамонт лише за варіантів $N_{50}P_{38}K_{60}$ і $N_{75}P_{57}K_{90}$, а у Фаворит лише за максимальної.

Таблиця 4

Консервативний вихід цукру при вирощуванні сорго цукрового, т/га

Сорт	Удобренья			
	Контроль	$N_{25}P_{19}K_{30}$	$N_{50}P_{38}K_{60}$	$N_{75}P_{57}K_{90}$
Мамонт	2,10 b	3,20 cd	3,71 de	4,00 e
Зубр	2,35 b	3,45 cde	3,92 e	3,72 de
Фаворит	2,20 b	3,10 c	3,19 cd	3,53 cde
Енергодар	1,37 a	1,98 b	2,47 b	2,37 b

Примітка: значення з однаковими літерами відносяться до однієї групи подібності та суттєво не різняться за Tukey's HSD0.05

На контрольному варіанті без внесення добрив сорти Мамонт, Зубр та Фаворит формували майже однакову кількість цукру, тоді як Енергодар суттєво менше (1,37 т/га), а при внесенні добрив цей показник зростав до 1,98–2,47 т/га.

Висновки і перспективи подальших досліджень. За результатами чотирьох річного дослідження з впливу норм мінеральних добрив на урожайність стебел, цукристість соку та консервативний вихід цукру при вирощуванні сорго цукрового можна констатувати, що сорти вітчизняної селекції мають високий потенціал урожайності в умовах чорноземних ґрунтів. Найвищий вихід цукру 4 т/га досягається при внесенні $N_{75}P_{57}K_{90}$ у сорту Мамонт та співставний рівень 3,92 т/га при застосуванні $N_{50}P_{38}K_{60}$ при вирощуванні сорту Зубр.

Проведений регресійний аналіз вказує на ще, що не всі сорти мають поліноміальну залежність урожайності від норми добрив у досліджуваному діапазоні НРК. Для сортів Фаворит та Мамонт збільшення норми понад $N_{75}P_{57}K_{90}$ потенціо може підвищувати урожайність стебел, тоді як для Зубр та Енергодар подальше збільшення може не впливати на урожайність, або суттєво її зменшувати.

Оскільки вихід соку та цукристість варіює суттєво менше ніж урожайність, перевагу слід надавати сортам з високою урожайністю та цукристістю соку, оскільки консервативний вихід цукру найбільше залежить саме від них.

В той же час запропоновані моделі мають обмеження, оскільки є актуальними для ґрунтів з високим вмістом рухомих форм макроелементів та відносно стабільним вологозабезпеченням протягом сезону. В той же час запропонований підхід може бути корисним для ідентифікації сортів, які позитивно реагуватимуть на збільшення норми мінеральних добрив. Перспективою подальших досліджень є розширення діапазону норм внесення мінеральних добрив з врахуванням норми кожного елементу, а також біоенергетична оцінка всієї продукції включаючи багасу, яка залишається при видавленні соку зі стебел.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Appiah-Nkansah N. B., Li J., Rooney W., Wang D. A review of sweet sorghum as a viable renewable bioenergy crop and its techno-economic analysis. *Renewable Energy*. 2019. Vol. 143. P. 1121–1132. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.05.066>

2. Dar R. A., Dar E. A., Kaur A., Gupta Phutela U. Sweet sorghum – a promising alternative feedstock for biofuel production. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2018. Vol. 82. P. 4070–4090. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.10.066>
3. Motsi H., Molapo M., Phiri E. E. A review of the adaptive capacity of sweet sorghum to improve food security and poverty alleviation in sub-Saharan Africa. *South African Journal of Botany*. 2022. Vol. 150. P. 323–329. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2022.07.040>
4. Rakhmetova S. O., Vergun O. M., Blume R. Y., Bondarchuk O. P., Shymanska O. V., Tsygankov S. P., Yemets A. I., Blume Y. B., Rakhmetov D. B. Ethanol production potential of sweet sorghum in North and Central Ukraine. *The Open Agriculture Journal*. 2020. Vol. 14. P. 321–338. <https://doi.org/10.2174/1874331502014010321>
5. Xiao M.-Z., Sun Q., Hong S., Chen W.-J., Pang B., Du Z.-Y., Yang W.-B., Sun Z., Yuan T.-Q. Sweet sorghum for phytoremediation and bioethanol production. *Journal of Leather Science and Engineering*. 2021. Vol. 3. Art. 32. <https://doi.org/10.1186/s42825-021-00074-z>
6. Yuan X., Xiong T., Yao S., Liu C., Yin Y., Li H., Li N. A real field phytoremediation of multi-metals contaminated soils by selected hybrid sweet sorghum with high biomass and high accumulation ability. *Chemosphere*. 2019. Vol. 237. Art. 124536. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.124536>
7. Jiang D., Hao M., Fu J., Liu K., Yan X. Potential bioethanol production from sweet sorghum on marginal land in China. *Journal of Cleaner Production*. 2019. Vol. 220. P. 225–234. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.294>
8. Bai Z., Li D., Zhu L., Tang X., Wang Y., Mao R., Wu J. Nitrate increases cadmium accumulation in sweet sorghum for improving phytoextraction efficiency rather than ammonium. *Frontiers in Plant Science*. 2021. Vol. 12. Art. 643116. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.643116>
9. Nazli R. I., Tansi V., Gulnaz O., Kafkas E., Kusvuran A., Ozturk H. H., Budak D. B. Interactive effects of nitrogen and humic substances applications on bioethanol production from sweet sorghum and combustion characteristics of its bagasse. *Agronomy*. 2020. Vol. 10, № 9. Art. 1397. <https://doi.org/10.3390/agronomy10091397>
10. Heitman A. J., Castillo M. S., Smyth T. J., Crozier C. R., Wang Z., Heiniger R. W., Gehl R. J. Nitrogen fertilization effects on yield and nutrient removal of biomass and sweet sorghum. *Agronomy Journal*. 2017. Vol. 109, № 4. P. 1352–1358. <https://doi.org/10.2134/agronj2016.12.0710>
11. Heitman A. J., Castillo M. S., Smyth T. J., Crozier C. R. Stem, leaf, and panicle yield and nutrient content of biomass and sweet sorghum. *Agronomy Journal*. 2018. Vol. 110, № 5. P. 1659–1665. <https://doi.org/10.2134/agronj2018.03.0178>
12. Mekdad A. A. A., El-Sherif A. M. A. The effect of nitrogen and potassium fertilizers on yield and quality of sweet sorghum varieties under arid regions conditions. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2016. Vol. 5, № 11. P. 811–823. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2016.511.092>
13. Abdelhameid N. M. Effect of mycorrhizal inoculation and potassium fertilization on grain yield and nutrient uptake of sweet sorghum cultivated under water stress in calcareous soil. *Egyptian Journal of Soil Science*. 2020. Vol. 60, № 1. P. 17–29.
14. Oktem A., Oktem A. G. Bioethanol obtained from soluble sugars in sweet sorghum, influencing properties and their interrelationships. *Industrial Crops and Products*. 2024. Vol. 221. Art. 119351. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2024.119351>
15. Sun W., He Z., Liu B., Ma D., Si R., Li R., Wang S., Malekian A. Changes in photosynthetic efficiency, biomass, and sugar content of sweet sorghum under different water and salt conditions in arid region of Northwest China. *Agriculture*. 2024. Vol. 14, № 12. Art. 2321. <https://doi.org/10.3390/agriculture14122321>

Дата першого надходження статті до видання: 22.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026

УДК 633.34:631.526.32:631.811.98

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.2.3>

СОРТОВІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЗЕРНА СОЇ ЗА ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ З АНТИСТРЕСОВОЮ ДІЄЮ В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Мельник А.В. – д.с.-г.н., професор,
завідувач кафедри садово-паркового та лісового господарства,
Сумський національний аграрний університет
orcid.org/0000-0001-7318-6262

Романько Ю.О. – к.с.-г.н.,
менеджер з розвитку агрономічних рішень у Східній Європі
по гербіцидах та інсектицидах,
ТОВ «Байер»
orcid.org/0000-0002-1882-2710

Сороколіт Є.М. – здобувач кафедри садово-паркового та лісового господарства,
Сумський національний аграрний університет
orcid.org/0000-0002-8749-0094

Дудка А.А. – д.філос.,
доцент кафедри садово-паркового та лісового господарства,
Сумський національний аграрний університет.
orcid.org/0000-0001-9444-4339

Лі Жуїцзе – аспірант кафедри садово-паркового та лісового господарства,
Сумський національний аграрний університет
orcid.org/0009-0000-6369-7552

Рекленко С.М. – менеджер з продажу,
ТОВ «Байер»
orcid.org/0009-0000-1312-1264

Соя посідає провідне місце у світовому агропромисловому виробництві як стратегічна білково-олійна культура, що забезпечує глобальну продовольчу безпеку. Біологічна цінність її зерна визначається унікальним амінокислотним профілем, проте реалізація генетичного потенціалу сучасних сортів суттєво залежить від абіотичних факторів та агротехнічних прийомів. У роботі представлено результати досліджень (2021–2023 рр.), спрямованих на встановлення закономірностей формування вмісту білка, жиру та амінокислотного складу зерна сучасних сортів сої залежно від застосування регуляторів росту з антистресовою дією в умовах Лівобережного Лісостепу України. Об'єктом дослідження є процеси формування якісних показників насіння сої за впливу досліджуваних чинників. Предметом дослідження виступають сорти сої (Міленіум, Фавор, Беттіна, Ментор, Навігатор) та регулятори росту з антистресовою дією (Amino VG Antistress, Antistress, Sugar Mover). Умови років проведення дослідів за зволоженням варіювали від нормальних у 2022 та 2023 роках (ГТК 1,18–1,21) до вологих у 2021 році (ГТК 1,31). В ході досліджень встановлено, що вологий 2021 рік сприяв максимальному накопиченню білка (41,9 %), тоді як умови 2023 року забезпечили найвищий вміст жиру (19,8 %). Порівняльна оцінка виявила, що сорти Ментор, Беттіна, Навігатор відзначались стабільно високою білковістю (понад 41,2 %), а сорт Фаворит характеризується найбільшою здатністю до синтезу жирів (19,6 %).



© Мельник А.В., Романько Ю.О., Сороколіт Є.М., Дудка А.А., Лі Жуїцзе, Рекленко С.М., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

та максимальним вмістом незамінних і замінних амінокислот. Застосування препарату Sugar Mover забезпечило найбільш виражений позитивний вплив на біохімічний склад насіння, що дозволило отримати максимальні рівні білка (42,0 %), лізину (2,71 г/100 г) та глутамінової кислоти (6,05 г/100 г). Загальна тенденція підтверджує позитивну дію застосування регуляторів росту з антистресовою дією на акумуляцію амінокислот, що підвищує біологічну цінність врожаю.

Ключові слова: соя, сорти, регулятори росту з антистресовою дією, вміст білка, вміст жиру, амінокислотний склад, погодні умови, якість зерна.

Melnyk A.V., Romanko Yu.O., Sorokolit Ye.M., Dudka A.A., Li Zhuitsze, Reklenko S.M.
Varietal features of soybean grain quality indicators formation using growth regulators with antistress effect under the conditions of the Left Bank Forest-Steppe of Ukraine

Soybeans occupy a leading position in global agricultural production as a strategic protein-oil crop that ensures global food security. The biological value of its grain is determined by a unique amino acid profile; however, the realization of the genetic potential of modern varieties significantly depends on abiotic factors and agrotechnical methods. The article presents the results of research (2021–2023) aimed at establishing the patterns of formation of protein and fat content, as well as the amino acid composition of the grain of modern soybean varieties, depending on the use of growth regulators with an antistress effect under the conditions of the North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine. The object of the research is the processes of formation of soybean seed quality indicators under the influence of the studied factors. The subjects of the research are soybean varieties (Mileniym, Favor, Bettina, Mentor, and Navigator) and growth regulators with antistress effects (Amino VG Antistress, Antistress, and Sugar Mover). The moisture conditions during the years of the experiment varied from normal in 2022 and 2023 (HTC was 1.18–1.21) to wet in 2021 (HTC was 1.31).

The research found that the wet year of 2021 contributed to the maximum accumulation of protein (41.9%), while the conditions of 2023 provided the highest fat content (19.8%). A comparative assessment revealed that the varieties Mentor, Bettina, Navigator were characterized by a consistently high protein content (over 41.2%), and the variety Favorit is characterized by the greatest ability to synthesize fats (19.6%) and the maximum content of essential and non-essential amino acids. The use of the drug Sugar Mover provided the most pronounced positive effect on the biochemical composition of the seeds, which allowed to obtain maximum levels of protein (42.0%), lysine (2.71 g/100 g) and glutamic acid (6.05 g/100 g). The general trend confirms the positive effect of the use of growth regulators with anti-stress effect on the accumulation of amino acids, which increases the biological value of the crop.

Key words: soybean, varieties, growth regulators with antistress effect, protein content, fat content, amino acid composition, weather conditions, grain quality.

Постановка проблеми. Соя (*Glycine max* L.) посідає провідне місце у світовому агровиробництві як стратегічна білково-олійна культура, що забезпечує глобальну продовольчу та кормову безпеку. Біологічна цінність зерна сої визначається унікальним поєднанням високого вмісту протеїну (35–45 %) та ліпідів (18–25 %), що зумовлює її універсальність для харчової та переробної індустрій [10–4]. Особливе наукове значення має амінокислотний профіль соєового білка, який за вмістом незамінних компонентів (лізину, треоніну, лейцину) практично еквівалентний білкам тваринного походження, що робить сою незамінним компонентом збалансованого харчування [15]. Проте реалізація генетичного потенціалу сучасних сортів щодо накопичення запасних речовин суттєво залежить від комплексної дії абіотичних та агротехнічних факторів, які виступають регуляторами інтенсивності біохімічних процесів первинного та вторинного метаболізму [3]. Наукові дані підтверджують, що спрямованість синтезу органічних сполук у насінні можна коригувати за допомогою систем удобрення: зокрема, нітрогенні сполуки ініціюють протеїносинтез, тоді як фосфорні – активізують ліпідогенез [19]. Останнім часом особливої актуальності набуває позакореневе застосування біостимуляторів та амінокислотних препаратів, які не лише підвищують кількості

показники сирого білка та олії, а й оптимізують фракційний склад жирних кислот [9, 11]. Разом з тим, існує наукова проблема щодо нестабільності якісних показників зерна в умовах мінливості гідротермічного режиму Лівобережного Лісостепу України. Встановлено, що ідентичні агротехнічні заходи спричиняють неоднаковий метаболічний відгук у різних сортів, формуючи специфічне співвідношення між протеїновою та ліпідною фракціями [21]. Це породжує необхідність детального вивчення взаємодії чинників генотипу та використання препаратів для розробки адаптивних технологій вирощування.

Таким чином, незважаючи на наявний науковий доробок, питання формування комплексних показників якості зерна сої (білка, жиру та амінокислотного складу) залежно від сортових особливостей та новітніх елементів технології залишається недостатньо висвітленим і потребує поглибленого експериментального обґрунтування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Формування якісних показників насіння сої є складним біохімічним процесом, що залежить від взаємодії генотипу та екологічних чинників [7, 2]. Наукові дискусії щодо впливу метеорологічних умов на білковість насіння залишаються актуальними: частина дослідників стверджує, що підвищення температури повітря до 28°C у період наливу бобів сприяє зростанню вмісту білка [18, 20], тоді як інші автори відзначають наявність негативної кореляції між цими показниками [14]. Фахівцями східної частини Лісостепу України доведено, що стабільне теплозабезпечення під час дозрівання є визначальним для максимальної акумуляції азотвмісних сполук [5].

Економічна значущість якісних показників зерна безпосередньо корелює з продуктивністю посівів. Встановлено, що інтенсифікація технології вирощування сої дозволяє підвищити вихід білка на 0,35 т/га та олії на 0,20 т/га [7]. Проте сучасні наукові праці акцентують увагу на значній варіабельності вмісту протеїну, ліпідів та амінокислот залежно від генотипу та гідротермічних умов, що суттєво ускладнює формування стабільної якості продукції в межах одного регіону [1, 12].

Сортові особливості залишаються фундаментальним фактором якості. За даними Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААНУ, варіабельність вмісту білка залежно від генотипу може становити від 31,72% до 41,23% [6]. Окрім кількісних параметрів, критичне значення має біологічна повноцінність білка, яка визначається профілем незамінних амінокислот. Іноземними вченими виявлено специфічну закономірність: при збільшенні загальної концентрації білка відносний вміст лізину, метіоніну та треоніну має тенденцію до зниження, тоді як частка аргініну та глутамінової кислоти зростає [14, 17].

Особливе місце в сучасних технологіях посідає позакореневе підживлення препаратами, що оптимізують транспорт метаболітів. Дослідження вказують на високу ефективність спеціалізованих стимуляторів у покращенні амінокислотного складу зерна. Водночас описано зворотний кореляційний зв'язок між вмістом білка та жиру: активізація протеїносинтезу під дією регуляторів росту часто супроводжується незначним зниженням олійності через перерозподіл енергетичних ресурсів рослини [13, 16].

Незважаючи на значну кількість напрацювань, питання оптимізації амінокислотного профілю сортів сої австрійської та канадської селекції за допомогою антистресових препаратів в умовах Лівобережного Лісостепу України потребує подальшого детального вивчення.

Постановка завдання. Метою дослідження є наукове обґрунтування та встановлення закономірностей формування морфологічних параметрів, вмісту білка,

жиру та амінокислотного складу зерна сучасних сортів сої залежно від генетичних особливостей та застосування регуляторів росту з антистресовою дією в умовах Лівобережного Лісостепу України.

Об'єктом дослідження виступають процеси формування якісних показників насіння сої залежно від сорту та регуляторів росту із антистресовою дією.

Предметом дослідження є сорти сої вітчизняної та іноземної селекції (Міленіум, Фавор, Беттіна, Ментор, Навігатор), регулятори росту з антистресовим ефектом (Amino VG Antistress, Antistress, Sugar Mover), метеорологічні умови періоду вегетації.

Експериментальну частину роботи виконано протягом 2021–2023 рр. на дослідних полях навчально-науково-виробничого комплексу (ННБК) Сумського національного аграрного університету.

Ґрунт дослідної ділянки представлений чорноземом типовим глибоким середньогумусовим крупнопилувато-середньосуглинковим на лесових породах. Агрохімічні показники орного шару (0–30 см) характеризувалися наступними значеннями: вміст гумусу (за Тюрнімом) – 3,8–4,1 %; реакція ґрунтового розчину (pH_{sol}) – 6,0–6,2 (слабокисла); вміст легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 120 мг/кг; вміст рухомих форм фосфору (P_2O_5 за Чириковим) – 195,1 мг/кг; вміст обмінного калію (K_2O за Чириковим) – 72,4 мг/кг.

Дослідження проводили за схемою: фактор А (сорти – Міленіум, Фавор, Беттіна, Ментор, Навігатор; фактор В (регулятори росту – Контроль, Amino VG Antistress, Antistress, Sugar Mover).

Загальна агротехніка в досліді відповідала загальноприйнятим рекомендаціям для зони Лівобережного Лісостепу України. Попередник – зернові колосові культури. Сівбу здійснювали звичайним рядковим способом (міжряддя 15 см) з нормою висіву 650 тис. схожих насінин на 1 га. Передпосівна підготовка включала інокуляцію насіння препаратом Хістік Соя (4 кг/т). Мінеральне живлення забезпечували внесенням добрив у дозі $\text{N}_{45}\text{P}_{45}\text{K}_{45}$ під передпосівну культивування. Облікова площа ділянки 21 м². Повторність досліду – трикратна, розміщення варіантів – рандомізоване.

Визначення вмісту білка, жиру та амінокислотного складу зерна проводили за допомогою інфрачервоного аналізатора SupNir 2750 згідно з ДСТУ 4117:2007 «Зерно і продукти його переробки».

Для оцінки вологозабезпеченості використовували гідротермічний коефіцієнт (ГТК) Селянинова. Дані отримано з метеостанції Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН України (с. Сад). Згідно з розрахунками 2021 рік характеризувався як вологий (ГТК = 1,31), 2022 та 2023 роки оцінювалися як нормальні за зволоженням (ГТК = 1,18–1,21).

Статистичну обробку результатів здійснювали з використанням пакетів прикладних програм Microsoft Office Excel та Statistica 10 за загальноприйнятим методикам.

Виклад основного матеріалу досліджень. Якість зерна сої визначається вмістом білка та жиру, що залежать від генетики сорту, метеорологічних умов та агротехнічних прийомів [7]. Аналіз результатів засвідчив суттєвий вплив погоди на накопичення білка в зерні (табл. 1). Максимальний середній показник зафіксовано у вологому 2021 році (41,9 %), тоді як у посушливішому 2022 році він знизився до мінімальних 38,5 %. Сприятливі умови зволоження у 2023 році забезпечили вміст білка на рівні 41,3 %.

Серед досліджуваних сортів (фактор А) кращу білковість продемонстрував сорт Ментор (41,3 %), а найнижчу – сорт Фавор (39,1 %). Сорти Беттіна та Навігатор мали подібні значення в межах 41,2 %.

Застосування регуляторів росту з антистресовою дією (фактор В) забезпечило зростання вмісту білка порівняно з контролем (40,7 %). Найвищу ефективність виявив препарат Sugar Mover з показником 41,3 %. Застосування Amino VG Antistress та Antistress сприяло отриманню 40,4 % та 40,7 % білка відповідно.

Статистична обробка даних підтвердила значущий вплив сорту ($HP_{05} = 0,71$ %), регуляторів росту ($HP_{05} = 0,62$ %) та їхньої взаємодії ($HP_{05} = 1,41$ %) на формування якості врожаю.

Таблиця 1

Сортові особливості формування вмісту білка в зерні сої залежно від застосування регуляторів росту з антистресовою дією (середнє за 2021–2023 рр., ННБК Сумського НАУ), %

Сорт (фактор А)	Препарат (фактор В)	Вміст білка, %			Середнє	
		2021	2022	2023	Фактор А	Фактор В
Мілленіум	Контроль	39,2	37,5	39,9	39,9	39,8
	Amino VG Antistress	40,6	39,1	40,2		40,7
	Antistress	40,2	38,5	40,0		40,4
	Sugar Mover	42,9	39,0	41,3		41,3
Фавор	Контроль	38,1	37,1	38,2	39,1	
	Amino VG Antistress	39,9	38,2	40,2		
	Antistress	39,8	38,1	40,2		
	Sugar Mover	40,1	38,9	40,8		
Беттіна	Контроль	42,2	38,9	41,0	41,2	
	Amino VG Antistress	43,0	39,8	41,8		
	Antistress	42,7	39,1	41,1		
	Sugar Mover	43,1	39,5	42,5		
Ментор	Контроль	42,6	38,0	42,0	41,3	
	Amino VG Antistress	43,2	38,5	42,5		
	Antistress	42,9	38,2	41,8		
	Sugar Mover	44,2	38,3	43,1		
Навігатор	Контроль	42,6	38,0	42,0	41,2	
	Amino VG Antistress	43,2	38,5	42,5		
	Antistress	42,9	38,2	41,8		
	Sugar Mover	43,9	38,3	43,1		
Середнє по роках		41,9	38,5	41,3	40,5	
HP_{05} Фактор А=0,71; В=0,62; АВ=1,41						

Вміст жиру в зерні сої є стратегічним показником, що визначає її кормову та промислову цінність. Дослідження за 2021–2023 роки підтвердили залежність олійності насіння від метеорологічних умов та генетичних особливостей сортів (табл. 2). Максимальний середній вміст жиру зафіксовано у 2023 році (19,8 %), тоді як у 2022 році він становив 18,9 %.

У розрізі фактора А кращу здатність до накопичення жирів виявив сорт Фавор (19,6 %) та Ментор (19,5 %). Сорти Беттіна та Навігатор забезпечили показники на рівні 19,0 % та 19,1 % відповідно.

Застосування регуляторів росту (фактор В) не спричинило суттєвого зростання олійності, а в окремих варіантах призвело до її незначного зниження порівняно

з контролем (19,3 %). За використання препаратів Amino VG Antistress, Antistress та Sugar Mover вміст жиру варіював у межах 19,2–19,4 %. Така тенденція пояснюється зворотним кореляційним зв'язком між інтенсивністю синтезу білків та олії в насінні сої [13, 16].

Згідно з результатами дисперсійного аналізу, вплив сорту ($HP_{05} = 0,24$), регуляторів росту ($HP_{05} = 0,21$) та їхньої взаємодії ($HP_{05} = 0,49$) на досліджуваний показник є статистично значущим.

Таблиця 2

**Сортові особливості формування вмісту жиру в зерні сої
залежно від застосування регуляторів росту з антистресовою дією
(середнє за 2021–2023 рр., ННБК Сумського НАУ), %**

Сорт (фактор А)	Препарат (фактор В)	Вміст жиру, %			Середнє	
		2021	2022	2023	Фактор А	Фактор В
Мілленіум	Контроль	19,1	19,0	19,6	19,4	19,3
	Amino VG Antistress	19,0	19,1	20,2		19,2
	Antistress	19,5	18,9	20,0		19,4
	Sugar Mover	19,8	18,6	20,1		19,4
Фавор	Контроль	19,3	19,2	19,9	19,6	
	Amino VG Antistress	19,1	18,7	19,6		
	Antistress	20,6	19,2	19,8		
	Sugar Mover	20,5	19,0	20,1		
Беттіна	Контроль	18,9	18,7	20,2	19,0	
	Amino VG Antistress	18,7	18,9	19,6		
	Antistress	18,7	18,9	19,0		
	Sugar Mover	19,0	18,6	19,4		
Ментор	Контроль	18,5	18,9	20,3	19,5	
	Amino VG Antistress	19,4	19,4	20,3		
	Antistress	19,4	19,3	20,2		
	Sugar Mover	18,5	19,3	20,1		
Навігатор	Контроль	18,9	18,5	20,0	19,1	
	Amino VG Antistress	18,8	18,4	18,4		
	Antistress	19,6	18,6	19,7		
	Sugar Mover	19,1	19,1	20,1		
Середнє по роках		19,2	18,9	19,8	19,3	
HP05 Фактор А=0,24; В=0,21; АВ=0,49						

Оцінка вмісту незамінних амінокислот дозволяє визначити біологічну повноцінність білка сої та виявити найбільш ефективні поєднання сорту й агротехнічних прийомів. За результатами досліджень максимальні показники більшості амінокислот зафіксовано у сорту Ментор за застосування препарату Sugar Mover (табл. 3). Зокрема, вміст лізину становив 2,71 г/100 г, треоніну – 1,63 г/100 г, валіну – 2,10 г/100 г, ізолейцину – 1,80 г/100 г, лейцину – 3,15 г/100 г, а фенілаланіну – 2,21 г/100 г. Найвищий рівень метіоніну (0,56 г/100 г) також характерний для сорту Ментор на контрольному варіанті.

Мінімальні значення показників переважно спостерігалися у сорту Міленіум на контролі. Вміст лізину становив 2,40 г/100 г, треоніну – 1,44 г/100 г, лейцину – 2,85 г/100 г. Найнижчий вміст метіоніну (0,50 г/100 г) зафіксовано у сорту Міленіум при використанні препарату Antistress, а мінімальні рівні валіну (1,90 г/100 г), ізолейцину (1,62 г/100 г) та фенілаланіну (1,98 г/100 г) – на варіанті без застосування регуляторів росту.

Таблиця 3

Сортові особливості формування вмісту незамінних амінокислот в зерні сої залежно від застосування регуляторів росту з антистресовою дією (середнє за 2021–2023 рр., ННБК Сумського НАУ), г/100 г

Сорт (фактор А)	Препарат (фактор В)	Незамінні амінокислоти, г/100 г						
		Лізін	Треонін	Метіонін	Валін	Ізолейцин	Лейцин	Фенілаланін
Міленіум	Контроль	2,52	1,51	0,55	1,98	1,69	2,95	2,05
	Amino VG Antistress	2,65	1,59	0,54	2,04	1,75	3,08	2,15
	Antistress	2,59	1,55	0,53	2,01	1,72	3,02	2,10
	Sugar Mover	2,68	1,62	0,55	2,08	1,78	3,12	2,18
Фавор	Контроль	2,48	1,48	0,54	1,95	1,67	2,90	2,02
	Amino VG Antistress	2,61	1,56	0,53	2,02	1,73	3,05	2,12
	Antistress	2,55	1,52	0,52	1,99	1,70	2,98	2,07
	Sugar Mover	2,60	1,54	0,55	2,01	1,71	3,02	2,10
Бетгіна	Контроль	2,40	1,44	0,52	1,90	1,62	2,85	1,98
	Amino VG Antistress	2,51	1,51	0,51	1,97	1,68	2,98	2,08
	Antistress	2,48	1,48	0,50	1,95	1,66	2,95	2,05
	Sugar Mover	2,54	1,53	0,52	2,00	1,71	3,01	2,11
Ментор	Контроль	2,55	1,53	0,56	2,00	1,72	2,98	2,08
	Amino VG Antistress	2,68	1,61	0,55	2,07	1,78	3,11	2,18
	Antistress	2,62	1,57	0,54	2,03	1,75	3,05	2,13
	Sugar Mover	2,71	1,63	0,56	2,10	1,80	3,15	2,21
Навігатор	Контроль	2,45	1,47	0,53	1,94	1,65	2,88	2,00
	Amino VG Antistress	2,58	1,54	0,52	2,01	1,72	3,01	2,10
	Antistress	2,52	1,50	0,51	1,98	1,69	2,95	2,05
	Sugar Mover	2,61	1,56	0,54	2,04	1,75	3,08	2,15

Загальна тенденція вказує на позитивний вплив регуляторів росту з антистресовою дією на акумуляцію незамінних амінокислот, що підвищує якісні характеристики врожаю сої.

Вміст замінних амінокислот відображає метаболічний стан рослин та безпосередньо впливає на формування якісного білка сої. Аналіз отриманих даних підтвердив вплив сортових особливостей та застосування регуляторів росту на накопичення цих сполук у зерні. Найвищі показники всіх замінних амінокислот зафіксовано у сорту Ментор при застосуванні препарату Sugar Mover. Зокрема, вміст аланіну становив 1,71 %, проліну – 1,67 г/100 г, глютамінової кислоти – 6,05 г/100 г, аспарагінової кислоти – 4,30 г/100 г, серину – 2,03 г/100 г, аргініну – 3,00 г/100 г, а гістидину – 1,61 г/100 г.

Мінімальні значення більшості показників спостерігалися у сорту Навігатор на контрольному варіанті. Вміст аланіну становив 1,45 г/100 г, глютамінової кислоти – 5,20 г/100 г, аспарагінової кислоти – 3,70 г/100 г, серину – 1,70 г/100 г, аргініну – 2,50 г/100 г, а гістидину – 1,30 г/100 г. Найнижчий рівень проліну (1,42 г/100 г) відмічено також у сорту Навігатор за умови використання препарату Amino VG Antistress.

Загальна тенденція досліджень вказує на стимулюючу дію позакореневого підживлення на накопичення замінних амінокислот, що підвищує загальну поживну цінність зерна.

Висновки та пропозиції. Аналіз гідротермічних умов за період 2021–2023 років показав, що найвищий вміст білку було відмічено у вологому 2021 році – 41,9 %, тоді як у більш посушливому 2022 році цей показник зменшився до мінімального рівня – 38,5 %. У 2023 році, за умов достатнього зволоження, вміст білка сформувався на рівні 41,3 %. Аналіз сортових особливостей довів, що найвищий вміст білка характерний для сорту Ментор – 41,3 %, тоді як найнижчі значення зафіксовано у сорту Фавор – 39,1 %. Сорти Беттіна та Навігатор характеризувалися близькими показниками, які варіювали в межах 41,2 %

Слід зазначити, що максимальний середній вміст жиру зафіксовано у 2023 році (19,8 %), тоді як у 2022 році він становив 18,9 %. Серед досліджуваних сортів кращу здатність до накопичення жирів виявив сорт Фавор (19,6 %) та Ментор (19,5 %). Сорти Беттіна та Навігатор забезпечили показники на рівні 19,0 % та 19,1 % відповідно. Застосування регуляторів росту не спричинило суттєвого зростання олійності, а в окремих варіантах призвело до її незначного зниження порівняно з контролем (19,3 %). За використання препаратів Amino VG Antistress, Antistress та Sugar Mover вміст жиру варіював у межах 19,2–19,4 %. Така тенденція пояснюється зворотним кореляційним зв'язком між інтенсивністю синтезу білків та олії в насінні сої.

Застосування регуляторів росту з антистресовою дією забезпечило позитивний вплив на біохімічний склад насіння, де найбільш ефективним виявився препарат Sugar Mover, використання якого дозволило отримати максимальні рівні білка (42,0 %), лізину (2,71 г/100 г) та глютамінової кислоти (6,05 г/100 г).

Для підвищення якісних показників зерна сої в умовах Лівобережного Лісостепу України для отримання продукції з високим вмістом білку (понад 41,2 %) рекомендується вирощувати сорти Ментор, Беттіна, Навігатор із застосуванням препарату Sugar Mover.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Жуйков О. Г., Іванів М. О., Марченко Т. Ю., Возняк В. В. Сучасне виробництво сої як елемент розв'язання проблеми харчового білка: світові тренди та вітчизняні реалії. *Таврійський науковий вісник*. 2020. 116. С. 54–63. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.116.1.7>
2. Козючко А. Г., Гавій В. М. Біохімічні показники зерна сої за передпосівної обробки насіння комбінаціями метаболічно активних речовин. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2022. Випуск 2 (48). С. 90–95. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.2.13>
3. Лемешик А. В., Новицька Н. В. Формування врожайності та якості насіння сортів сої залежно від площі живлення в Правобережному Лісостепу України. *Новітні агротехнології*. 2024. 12 (2). С. 1–11. <https://doi.org/10.47414/па.12.2.2024.304338>
4. Мельник А. В., Романько Ю. О., Романько А. Ю., Дудка А. А. Вплив погодно-кліматичних параметрів на врожайність зерна сучасних сортів сої в умовах Північно-Східного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2019. 109 (1). С. 76–83. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.109-1.12>
5. Посилаєва О. О., Кириченко В. В., Ільченко Н. К., Чернишенко П. В. Накопичення олії в насінні сучасних сортів сої під впливом дефіциту вологи і підвищених температур. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2014. Вип. 16. С. 189–196
6. Цехмейструк, М. Г., Шелякін, В. О., Глибокий, О. М., Шелякіна, Т. А. Вплив фонів мінерального живлення на урожайність та якість сортів сої. *Селекція і насінництво*. 2020. 117. С. 206–214. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2020.207183>
7. Шевніков М. Я., Міленко О. Г., Лотиш І. І. Якісні показники насіння сої залежно від впливу мінеральних і бактеріальних добрив. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2014. № 4. С. 25–29.
8. Assefa Y., Bajjalieh N., Archontoulis S., Casteel S., Davidson D., Kovács P., Ciampitti I. A. Spatial characterization of soybean yield and quality (amino acids, oil, and protein) for United States. *Scientific reports*. 2018. 8 (1). 14653. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-32895-0>
9. El-Said M. A. A., Mahdy A. Y. Impact of organic fertilizer and spraying with amino acids to increase soybean productivity. *Archives of Agriculture Sciences Journal*. 2023. 6 (1). С. 142–153.
10. Guo B., Sun L., Jiang S., Ren H., Sun R., Wei Z., Qiu L. J. Soybean genetic resources contributing to sustainable protein production. *Theoretical and Applied Genetics*. 2022. 135 (11). С. 4095–4121. <https://doi.org/10.1007/s00122-022-04222-9>
11. Han Ş., Sönmez İ., Qureshi M., Güden B., Gangurde S. S., Yol E. The effects of foliar amino acid and Zn applications on agronomic traits and Zn biofortification in soybean (*Glycine max* L.). *Frontiers in Plant Science*. 2024. 15. 1382397. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1382397>
12. La T., Large E., Taliерcio E., Song Q., Gillman J. D., Xu D., Scaboo A. Characterization of select wild soybean accessions in the USDA germplasm collection for seed composition and agronomic traits. *Crop Science*. 2019. 59 (1). С. 233–251. <https://doi.org/10.2135/cropsci2017.08.0514>
13. Li H., Sun J., Zhang Y., Wang N., Li T., Dong H., Yang M., Xu C., Hu L., Liu C., Chen Q., Foyer CH, Qi Z. Soybean Oil and Protein: Biosynthesis, Regulation and Strategies for Genetic Improvement. *Plant Cell Environ*. 2024. <https://doi.org/10.1111/pce.15272>.
14. Maestri D. M.; Labuckas D. O.; Meriles J. M.; Lamarque, A. L.; Zygadlo J. A.; Guzmán, C.A. Seed composition of soybean cultivars evaluated in different environmental regions. *J. Sci. Food Agric*. 1998. 77. P. 494–498.

15. Moro Rosso L. H., de Borja Reis A. F., Ciampitti I. A. Vertical canopy profile and the impact of branches on soybean seed composition. *Frontiers in Plant Science*. 2021. 12. 725767. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.725767>
16. Ohlrogge J. B, Kuo T. M. Control of Lipid Synthesis during Soybean Seed Development: Enzymic and Immunochemical Assay of Acyl Carrier Protein. *Plant Physiol.* 1984. 74(3). 622-625. <https://doi.org/10.1104/pp.74.3.622>
17. Pfarr M. D, Kazula M. J, Miller-Garvin J. E, Naeve S. L. Amino acid balance is affected by protein concentration in soybean. *Crop Science*. 2018. 58(5). P. 2050–2062. <https://doi.org/10.2135/cropsci2017.11.0703>
18. Singh, N., Nisha, K. Role of potassium fertilizer on nitrogen fixation in Chickpea (*Cicer arietinum* L.) under quantified water stress. *Journal of Agricultural Technology*. 2012. 8(1). P. 377–392
19. Suciu V., Rusu T., Urdă C., Muntean E., Rezi R., Negrea A., Șimon A., Tritean N. Effect of fertilizers on yield component attributes, yield and quality in soybean crop. *AgroLife Scientific Journal*. 2022. 11 (1). C. 221–229. <https://doi.org/10.17930/AGL2022126>
20. Vollmann J.; Fritz C.N.; Wagentristl H.; Ruckenbauer, P. (2000). Environmental and genetic variation of soybean seed protein content under Central European growing conditions. *J. Sci. Food Agric*. 2000. 80. P. 1300–1306.
21. Waly F. E., Abou Zied A. A., Mourad K. H., Abdelghany M. Identification of high-yielding and stable Egyptian soybean genotypes for breeding across varied environments. *BMC Plant Biology*. 2026. 26 (1). 168. <https://doi.org/10.1186/s12870-025-07942-4>

Дата першого надходження статті до видання: 01.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026

UDC 633.63:631.559:631.6(477.7)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.2.4>

YIELD OF SUGAR BEET ROOTS AS A FUNCTION OF AGRONOMIC FACTORS UNDER IRRIGATED CONDITIONS IN SOUTHERN UKRAINE

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

This article presents the results of research into the influence of agronomic factors on the yield of sugar beet roots under irrigation.

*Among the main agricultural crops grown in Ukraine, sugar beet (*Beta vulgaris*) occupies a significant place. This plant is an important source of lower-cost sugar due to its relatively short growing season and lower requirements for fertilisers and irrigation compared to sugar cane. The main root of the beet contains between 13 and 22% sugar. Increasing gross yields is crucial for meeting domestic demand for sugar and narrowing the gap between production and consumption in the country.*

The aim of this study is to provide a scientific basis and experimentally verify the effectiveness of agronomic practices for growing sugar beet under irrigation, taking into account the biological characteristics of the crop.

The objectives of the study were: to analyse the influence of agronomic factors on the growth, development and yield of sugar beet roots; to evaluate the effectiveness of applying agronomic practices; to develop recommendations for optimizing sugar beet cultivation technology to ensure stable productivity in the conditions of southern Ukraine.

Object of the study. The processes of growth, development and yield formation of sugar beet roots under the influence of various agronomic factors.

Subject of the study: The influence of cultivation techniques on the yield of sugar beet roots.

Research methods: field experiments – establishing experimental plots with sugar beet under various fertilization regimes, tillage methods, sowing dates and plant densities; laboratory analyses and statistical methods – mathematical processing of the research results.

The experiment is a four-factor design, including the following factors and treatments: Factor A – ploughing depth: 20–22 cm and 28–30 cm; Factor B – nutrient background: no fertilizer; $N_{150}P_{150}K_{60}$; manure 40 t/ha + $N_{150}P_{150}K_{60}$; Factor C – sowing dates: first date – when the soil temperature at the seed depth (4–5 cm) reaches 6–8°C; second date – ten days after the first; third date – twenty days after the first; Factor D – plant density: 90, 100 and 130 thousand plants/ha.

The results of the studies showed that the cultivation techniques investigated influenced the yield of sugar beet.

The application of mineral fertilisers $N_{150}P_{150}K_{60}$ contributed to an increase in root yield of 89.2–167.2%, organic-mineral fertilisers (40 tonnes/ha of manure + $N_{150}P_{150}K_{60}$) – by 102.2–197.0%, and purely organic fertilisers – by 31.7–82.6%, depending on ploughing depth, sowing date and plant density.

The highest yield of sugar beet roots – 855–869 c/ha – were obtained under different application regimes for organo-mineral fertilisers during the second sowing period and at a plant density of 110,000 per hectare for both ploughing depths. The application of mineral fertilisers ($N_{150}P_{150}K_{60}$) led to an increase in root crop yield of 89.2–167.2%, organic-mineral fertilisers – by 102.2–197.0%, and organic fertilisers alone at a rate of 40 t/ha of manure – by 31.7–82.6%, depending on ploughing depth, sowing date and plant density.

Key words: sugar beet, root crop yield, ploughing depth, nutrient background, sowing dates, plant density.



© Mynkina H.O., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

Минкіна Г.О. Урожайність коренеплодів буряку цукрового залежно від агротехнічних факторів за зрошення в умовах півдня України

В статті наведено результати досліджень з вивчення впливу агротехнічних факторів на урожайність коренеплодів буряку цукрового при зрошенні.

Серед основних аграрних культур, які вирощуються в Україні, значне місце належить буряку цукровому (*Beta vulgaris*). Ця рослина є важливим джерелом менш вартісного цукру завдяки відносно короткому періоду вегетації та меншим вимогам до добрив і зрошення порівняно з цукровою тростиною. У головному корені буряка міститься від 13 до 22% цукру. Збільшення валових зборів має вирішальне значення для задоволення внутрішнього попиту на цукор та скорочення розриву між виробництвом і споживанням у країні.

Метою роботи є наукове обґрунтування та експериментальна перевірка ефективності агротехнічних заходів вирощування буряку цукрового за зрошення з урахуванням біологічних особливостей культури.

Завданням дослідження було: проаналізувати вплив агротехнічних факторів на ріст, розвиток та урожайність коренеплодів буряку цукрового; оцінити ефективність застосування елементів агротехніки; розробити рекомендації щодо оптимізації технології вирощування буряку цукрового для забезпечення стабільності продуктивності в умовах півдня України.

Об'єкт дослідження. Процеси росту, розвитку та формування урожаю коренеплодів буряку цукрового за впливу різних агротехнічних факторів.

Предмет дослідження. Вплив елементів технології вирощування на формування урожаю коренеплодів буряку цукрового.

Методи дослідження: польові експерименти – закладання дослідних ділянок із різними системами удобрення, сортами за різних погодних умов року; лабораторні аналізи – визначення фенологічних та біометричних показників росту і розвитку сортів пшениці озимої; статистичні методи – математична обробка результатів досліджень; порівняльний аналіз – оцінка ефективності агротехнічних заходів за різних погодних умов року.

Дослід чотири факторний, включає такі фактори та варіанти: Фактор А – оранка на глибину 20-22 см та 28-30 см; Фактор В – фон живлення: без добрив, $N_{150}P_{150}K_{60}$, Гній 40 т/га + $N_{150}P_{150}K_{60}$, Гній 40 т/га; Фактор С – строки сівби: перший строк – при температурі ґрунту на глибині загортання насіння (4-5 см) – 6-8°C; другий – через десять, третій – через 20 днів після першого строку;

Фактор Д – густина стояння рослин: 90, 110 та 130 тис./га.

Результати досліджень показали, що елементи технології вирощування, які досліджувалися впливали на урожайність буряку цукрового.

Внесення мінеральних добрив $N_{150}P_{150}K_{60}$ сприяло збільшенню врожаю коренеплодів на 89,2-167,2%, органо-мінеральних 40 т/га гною + $N_{150}P_{150}K_{60}$ – на 102,2-197,0 і тільки органічних – на 31,7-82,6% залежно від глибини оранки, строку сівби й густоти стояння рослин.

Найбільший урожай коренеплодів буряків цукрових – 855-869 ц/га – отримано у варіантах внесення органо-мінеральних добрив за другого строку сівби й густоти стояння рослин на одному гектарі 110 тисяч при обох глибинах оранки. Внесення мінеральних добрив $N_{150}P_{150}K_{60}$ сприяло збільшенню врожаю коренеплодів на 89,2-167,2%, органо-мінеральних – на 102,2-197,0 і тільки органічних нормою 40 т/га гною – на 31,7-82,6% залежно від глибини оранки, строку сівби й густоти стояння рослин.

Ключові слова: буряк цукровий, урожайність коренеплодів, глибина оранки, фон живлення, строки сівби, густина стояння рослин.

Statement of the problem. The objectives of modern agriculture are the most productive use of all agricultural land to obtain high-yielding, high-quality and sustainable harvests, the creation of the necessary conditions for the systematic restoration and improvement of soil fertility, the rational use of natural and production resources, taking into account the optimisation of water and nutrient regimes, and the protection of the soil and the environment as a whole.

The cultivation of sugar beet in southern Ukraine is of strategic importance for meeting domestic sugar requirements. However, the regions climatic conditions, particularly erratic rainfall and high temperatures, necessitate the use of irrigation and the optimisation of agricultural practices.

Among the main agricultural crops grown in Ukraine, sugar beet (*Beta vulgaris*) occupies a significant place. This plant is an important source of lower-cost sugar due to its relatively short growing season and lower requirements for fertilisers and irrigation compared to sugar cane. The main root of the beet contains between 13 and 22% sugar. Increasing gross yields is crucial for meeting domestic demand for sugar and narrowing the gap between production and consumption in the country.

The cultivation of sugar beet and the production of sugar from the root crops are declining year on year. The needs of the national economy are not yet fully met by domestic sugar production.

In addressing this challenge, a significant role is played by studying the influence of agronomic factors on the yield of sugar beet roots under irrigation.

The quality of the roots is determined by a complex of factors, among which soil and climatic conditions and agronomic factors are of paramount importance. Also important are the fertilisation system, soil cultivation, plant protection against diseases, pests and weeds, the crop's position in the crop rotation, sowing dates, sowing density and varietal characteristics.

Therefore, scientific research aimed at studying the main agronomic practices for growing sugar beet under irrigation in southern Ukraine, and their impact on root yield, is highly relevant and of interest to agricultural production.

Analysis of recent studies and publications. Recent scientific works emphasise that it is precisely a comprehensive approach to soil cultivation, fertilisation, the selection of sowing dates and plant density that enables stable yields of high-quality sugar beet roots to be obtained [1].

Sugar beet root production in Ukraine remains insufficient. Studies show that the methods and depth of soil tillage do not have a significant impact on the yield of sugar beet roots. Thus, in the experiments by Buć O.V. and Filonenko S.V., yield was higher with ridge tillage compared to non-ridge tillage. On chestnut soils, these indicators were similar [2]. Mynkin M.V. noted the positive effect of surface and shallow tillage, explaining this by the acceleration of technical ripening and the redistribution of assimilates into the root crops [3].

Experiments on chernozems have shown that the highest yields and sugar content were achieved when 210 kg/ha of NPK was applied in combination with 30 t/ha of manure. Many authors confirm that the combination of organic and mineral fertilisers provides the greatest increase in yield. At the same time, excessive doses of mineral fertilisers are economically unviable: they reduce sugar content and do not provide a corresponding increase in yield [4].

Research by many authors [5,6] indicates that the application of mineral fertilisers in combination with organic ones provides the highest increase in yield and sugar yield. For instance, on podzolised chernozems, the application of 30 t/ha of manure together with $N_{140}P_{140}K_{140}$ increased yield by 5.1% and sugar yield by 0.6 t/ha compared to the treatment using mineral fertilisers alone. At the same time, excessive doses of mineral fertilisers are economically unviable, as they reduce sugar content and do not provide a corresponding increase in yield.

A number of studies [7] have shown that tillage methods and depth do not have a decisive influence on sugar content, but may affect the technical ripening of root crops. Surface and shallow tillage promotes the redistribution of assimilates into the root crops, which has a positive effect on their quality.

Sowing dates are an important factor: even a one-day delay from the optimal date reduces yield by 5–7 c/ha and sugar yield by 1–2 c/ha. If sowing is delayed by 5–6 days, yield falls by 21–71 c/ha, and sugar yield by 7–18 c/ha [8].

Plant density also has a direct impact on sugar beet yield. The highest yield was observed at a density of 96,000 plants per hectare, whereas excessive density (114,000 plants per hectare) reduced it [9,10].

In the southern regions of Ukraine, irrigation is the key factor in stabilizing sugar beet yields. It enables the potential of modern hybrids to be realized, compensates for moisture deficits and ensures a uniform supply of nutrients.

Thus, an analysis of recent studies confirms that the yield of sugar beet roots in the southern regions of Ukraine is determined by a complex of agronomic factors. The most significant of these are the tillage system, fertilization, sowing dates, plant density and the use of irrigation. It is the combination of these factors that enables stable yields and increases the efficiency of sugar production [11,12].

Problem statement. The formation of the productivity of any agricultural crop, influenced by many factors—including those under study—occurs systematically throughout the entire growing season. Research into the production processes of sugar beet was aimed at studying the influence of the factors under investigation on growth and development processes. An analysis of sugar beet root yield showed that this indicator depended on and varied under the influence of the factors under investigation.

The aim of this study is to provide a scientific basis for and experimentally verify the effectiveness of agronomic practices for the cultivation of sugar beet under irrigation, taking into account the biological characteristics of the crop.

The objectives of the study were to analyse the influence of agronomic factors on the growth, development and yield of sugar beet roots; to evaluate the effectiveness of applying agronomic practices; to develop recommendations for optimizing sugar beet cultivation technology to ensure stable productivity in the southern regions of Ukraine.

Object of the study. The processes of growth, development and yield formation of sugar beet roots under the influence of various agronomic factors.

Subject of the study. The influence of cultivation technology elements on the yield formation of sugar beet roots.

Research methods: field experiments – establishing experimental plots with sugar beet under various fertilization regimes, tillage methods, sowing dates and plant densities; laboratory analyses and statistical methods – mathematical processing of the research results.

The study was conducted on dark chestnut soil in the Ingles Irrigation System. The 0–30 cm soil layer contains 2.5–3.1% humus, 19–26 mg/kg of available nitrogen, 38–40 mg/kg of P_2O_5 and 350–500 mg/kg of K_2O .

The four-factor experiment includes the following factors and treatments:

Factor A – ploughing depth: 20–22 cm and 28–30 cm.

Factor B – nutrient background: no fertiliser; $N_{150}P_{150}K_{60}$; manure 40 t/ha + $N_{150}P_{150}K_{60}$; manure 40 t/ha.

Factor C – sowing dates: first date – when the soil temperature at the seed depth (4–5 cm) reaches 6–8°C; second date – ten days after the first; third date – twenty days after the first.

Factor D – plant density: 90, 100 and 130 thousand plants/ha.

Total plot area – 104 m², plot area – 60 m², experiment repeated four times. Total experimental field area – 4992 m². Variants arranged in a sequential design.

The agricultural practices for growing sugar beet in the experiment were standard for the region, with the exception of the factors under investigation. The preceding crop in the experiment was winter wheat. The crop residues were ploughed into the soil to enrich it with organic matter and biological nitrogen.

Research, plant monitoring and yield recording were carried out in accordance with research methodologies and regional guidelines [13; 14; 15].

Presentation of the main research material. In the southern Steppe of Ukraine, on dark chestnut soils under irrigation, studies were conducted to investigate the combined effect of ploughing depth, nutrient background, sowing date and plant density on sugar beet yield.

The yield of sugar beet roots depended on the factors under investigation and varied: in variants without fertilizer application – from 212 to 329 c/ha; with mineral fertilizer application – from 492 to 792; with organo-mineral fertilizer application – from 542 to 869; and with organic fertilizer application – from 357 to 540 c/ha (Table 1).

The lowest root crop yield was obtained in the treatments involving ploughing to a depth of 20–22 cm, without the application of fertilisers, in the third sowing date with plant density of up to 130,000 plants/ha (212 c/ha), whilst the maximum yield – 869 c/ha – was achieved with shallow ploughing, the application of organic-mineral fertilizers, and the second sowing date with plant density of up to 110,000 plants/ha.

Fertilizers contributed the most to yield formation, accounting for 82.95–84.41%. Sowing dates came second, with these figures ranging from 9.35 to 9.69, and in third place was the ‘plant density’ factor, which influenced yield by 2.74 to 4.03%. The ‘ploughing depth’ factor altered root crop yield by only 0.07–0.13%. There was also a low degree of interaction between factors, ranging from 0.01 to 1.65%.

Without the use of fertilizers, as well as when applying only mineral and only organic fertilizers, higher yields of sugar beet root crops were obtained in the deep ploughing variants, and in the variant involving the application of organo-mineral fertilizers – shallow ploughing to a depth of 20–22 cm and the intensity of flax fabric decomposition.

With shallow tillage, crop residues and fertilizers are mixed with a smaller volume of soil; in other words, when nutrient levels are already high, deep ploughing does not always lead to higher yields. With shallow tillage and the application of organic-mineral fertilisers, soil biological activity was certainly higher.

Changes in sugar beet yield were observed depending on the increase in ploughing depth from 20–22 to 28–30 cm. As can be seen, the greatest yield increase was observed in the treatments without fertilizer application (16–36 c/ha), with mineral fertilisers – 5–24 c/ha, and with organic fertilizers – 12–19 c/ha, depending on sowing dates and plant density, respectively. With the use of organo-mineral fertilisers, higher yield figures were recorded in the variants where ploughing was carried out to a depth of 20–22 cm – by 3–17 c/ha, depending on the sowing date and plant density of the sugar beet.

When applying mineral fertilizers at a rate of $N_{150}P_{150}K_{60}$ for sugar beet in the variants ploughed to a depth of 20–22 cm, yield increased by 257–462 c/ha, or by 109.0–167.2%, and when applying organo-mineral fertilizers – by 310–559 c/ha, or by 131.9–197.0%, and when using only organic fertilizers – by 109–219 c/ha, or by 42.9–82.6%, depending on the sowing dates and plant density.

In the variants with ploughing to a depth of 28–30 cm, the absolute increase in yield from fertilizer application was greater, but the relative (percentage) increase was lower compared to the variants with ploughing to a depth of 20–22 cm. This is explained by the fact that, without fertilizer application, the yield under 28–30 cm ploughing was already higher than under 20–22 cm ploughing.

In the ploughing variants to a depth of 28–30 cm, the increase in yield from the application of mineral fertilizers at a rate of $N_{150}P_{150}K_{60}$ amounted, depending on the sowing dates and plant density, to 242–463 c/ha, or 89.2–155.2%, against a background of organo-mineral fertilizers – 274–526 c/ha, or 102.2–175.8%, and against a background of organic fertilizers alone – 91–215 c/ha, or 31.7–76.5%, respectively.

Table 1

Yield of sugar beet roots depending on the factors studied, c/ha

Power background (Factor B)	Sowing period (Factor C)	Plant density, thousand/ha (Factor D)		
		90	110	130
Plowing to a depth of 20-22 cm (Factor A)				
No fertilizers	First	254	264	237
	Second	289	310	265
	Third	235	243	212
N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₆₀	First	532	619	572
	Second	633	772	708
	Third	492	615	565
Manure 40 tons/ha + N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₆₀	First	597	712	643
	Second	732	869	787
	Third	545	664	610
Manure 40 tons/ha	First	363	432	392
	Second	468	527	484
	Third	357	408	376
Plowing to a depth of 28-30 cm (Factor A)				
No fertilizers	First	287	288	253
	Second	324	329	281
	Third	268	277	248
N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₆₀	First	543	643	577
	Second	650	792	717
	Third	510	636	574
Manure 40 tons/ha + N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₆₀	First	582	695	637
	Second	725	855	775
	Third	542	650	594
Manure 40 tons/ha	First	378	449	405
	Second	480	540	496
	Third	374	427	392

Note: NIR05, c/ha, varied during the experimental years:

for ploughing depth from 5.96 to 9.61

for nutrient background from 8.43 to 13.59

for sowing date and plant density from 7.30 to 11.77

for interaction of factors from 35.78 to 57.64

Notes to the table:

Factor A – ploughing depth (20–22 cm; 28–30 cm).

Factor B – nutrient background (no fertilizer; $N_{150}P_{150}K_{60}$; manure 40 t/ha; manure 40 t/ha + $N_{150}P_{150}K_{60}$).

Factor C – sowing date (first, second, third).

Factor D – plant density (90; 100; 130 thousand plants/ha).

Unit of measurement for yield – centers per hectare (c/ha).

A significant increase in sugar beet root yield from the application of fertilizers was obtained during the second sowing period and at a plant density of 110,000 plants/ha.

An analysis of the effect of sowing dates on sugar beet yield shows that the highest yield was obtained during the second sowing period.

Increase or decrease in sugar beet root yield depending on plant density. Without the application of fertilisers, as the number of plants increased from 90 to 130 thousand/ha, the yield decreased by 17–43 c/ha depending on ploughing depth and sowing date; conversely, on fertilized plots, the yield increased by 16–75 c/ha, respectively.

Conclusions. Our research and records have shown that the cultivation techniques studied had an impact on sugar beet yield.

The application of mineral fertilisers $N_{150}P_{150}K_{60}$ contributed to an increase in root yield of 89.2–167.2%, organic-mineral fertilisers (40 t/ha of manure + $N_{150}P_{150}K_{60}$) – by 102.2–197.0%, and purely organic fertilisers – by 31.7–82.6%, depending on ploughing depth, sowing date and plant density.

The highest yield of sugar beet roots – 855–869 c/ha – was obtained in the variants involving the application of organic-mineral fertilisers during the second sowing period and a plant density of 110,000 per hectare at both ploughing depths. The application of mineral fertilisers $N_{150}P_{150}K_{60}$ contributed to an increase in root crop yield of 89.2–167.2%, organic-mineral fertilisers – by 102.2–197.0%, and organic manure alone at a rate of 40 t/ha – by 31.7–82.6%, depending on ploughing depth, sowing date and plant density.

Further research should focus on a comprehensive study of the interaction of sugar beet growth factors under current conditions of climate change and varietal characteristics, which will enable an increase in root crop yields under irrigation.

REFERENCES:

1. Енергетичний цукровий буряк. URL: <https://www.kws.com/ua/uk/produkty/tsukrovi-buryaky/energetychnytsukrovyj-buryak/>
2. Буць О.В., Філоненко С.В. Особливості технологій вирощування висадків цукрових буряків у виробничих підрозділах буряконасінницького господарства. «Наукові тенденції формування агротехнологій. Полтава. 2019. С21-27.
3. Минкін М.В. Вплив глибини основного обробітку ґрунту та фону живлення на урожайність буряку цукрового при зрошенні. ТНВ. Сільськогосподарські науки. Херсон, 2021. Вип. 122. С. 78-85
4. Глеваський В. Вплив доз добрив, густоти насадження рослин і сортових особливостей на продуктивність буряків цукрових. – Білоцерківський НАУ, 2023.
5. Стрілець О.П., Саблук В.Т., Доронін В.А. та ін. Вплив довготривалого внесення добрив на врожайність та енергетичну продуктивність буряків цукрових. – Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, 2024.
6. Лихочвор В. В. Вплив добрив на врожайність цукрових буряків. Теорія і практика розвитку агропромислового комплексу та сільських територій: матеріали XVII Міжнар. наук.-практ. форуму. Львів, 2016. С. 6–9.
7. Минкін М.В., Минкіна Г.О. Вплив глибини оранки та фону живлення на біологічну активність ґрунту при вирощуванні буряку цукрового в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. Херсон, 2024, DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.139.1.19> Вип. 139. С. 146-152
8. Скорик В.В., Симоненко Н.В., Карнаух О.Б. та ін. Вплив попередників та систем основного обробітку ґрунту на урожайність буряку цукрового. – Уманський НУС, 2024.
9. Філоненко С.В., Шевельов О.П. Продуктивність цукрових буряків залежно від густоти стояння та строків збирання. – Дніпропетровський державний аграрний університет, 2004.
10. Mynkina H.O. Influence of agrotechnical factors on sugar content of sugar beet roots under irrigation. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. Херсон, 2025, DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.3> Вип. 142. Том 2. С. 23-28

11. Васильковська К.В., Юрченко К.В. Продуктивність цукрових буряків залежно від способів сівби в Степу України Матеріали 6 міжнародної науково-практичної конференції “Актуальні питання аграрної науки” Уманського НУС 2018, С46-48
12. Schlinker G. Stickstoffdüngung zu Zuckerrüben. Zuckerrübe. 2016. № 1. S. 45–48.
13. Дослідна справа в агрономії : навчальний посібник : у 2 кн. Кн. 1. / А.О. Рожков та ін.; за ред. А.О. Рожкова. Харків, 2016. 316 с.
14. Дослідна справа в агрономії: навчальний посібник: у 2 кн. Кн. 2. / А.О. Рожков та ін.; за ред. А.О. Рожкова. Харків, 2016. 342 с.
15. Ушкаренко В.О., Вожегова Р.А., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Методика польового досліджу: навчальний посібник. Херсон : Грінь Д.С., 2014. 448 с.

Дата першого надходження статті до видання: 02.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026

УДК 633.522:581.192:632.95

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.2.5>

АНТИОКСИДАНТНИЙ ЗАХИСТ *CANNABIS SATIVA* L. ВІД ТОКСИЧНОЇ ДІЇ ХІМІЧНИХ ГАМЕТОЦИДІВ

Мищенко С.В. – д.с.-г.н.,

доцент кафедри біології, здоров'я людини та методики навчання,
Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра Довженка,
головний науковий співробітник відділу селекції і насінництва конопель,
Інститут луб'яних культур Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0002-1979-4002

Кириченко Г.І. – к.с.-г.н.,

старший науковий співробітник відділу селекції і насінництва конопель,
Інститут луб'яних культур Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0003-3609-3141

Лавриненко Ю.О. – д.с.-г.н., професор,

академік Національної академії аграрних наук України,
головний науковий співробітник відділу селекції сільськогосподарських культур,
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0001-9442-8793

Марченко Т.Ю. – д.с.-г.н., професор,

завідувачка відділу селекції сільськогосподарських культур,
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0001-6994-3443

Подано результати комплексного дослідження щодо нівелювання фітотоксичного впливу хімічних гаметоцидів (1,3-дибромпропан, дибутилфталат, 2-хлоретилфосфонова кислота) на рослини конопель посівних (*Cannabis sativa* L.) однодомної форми за допомогою екзогенного застосування антиоксидантів – аскорбінової кислоти та калій метасилікату. Актуальність роботи зумовлена необхідністю стабілізації селекційного процесу і отримання гібридного насіння, який часто супроводжується пригніченням материнських рослин під дією стерилізуючих агентів, що негативно впливає на насіннєву продуктивність та частку виживших рослин. Методологічне значення дослідження полягає в обґрунтуванні концепції фізіологічного демпфування побічної дії хімічних агентів за допомогою синергічної комбінації аскорбінової кислоти й іонної форми Силіцію (Si). Загальнонаукова цінність роботи визначається розробкою стабільної селекційної технології, що дозволяє нівелювати мультифакторний стрес і підвищувати насіннєву продуктивність конопель посівних. Це забезпечує перехід від емпіричного застосування гаметоцидів до керованого процесу збереження життєздатності та генетичного потенціалу материнських ліній. Застосування аскорбінової кислоти та сполук Si між обробками хімічними гаметоцидами сприяло зменшенню їх пригнічувальної дії, що проявилось у підвищенні кількості сформованого насіння на материнських рослинах на 17–21% та збільшенні виходу гібридних рослин у фазу біологічної стиглості на 5–11%. Їхня дія спрямована на захист генеративної сфери рослин конопель та підтримку загального метаболізму в стресових умовах. Використані антиоксиданти не впливали на стабільність однодомності, відсутність тетрагідроканабінолу та співвідношення непсихотропних канабіноїдів, що підтверджує безпечність їх



© Мищенко С.В., Кириченко Г.І., Лавриненко Ю.О., Марченко Т.Ю., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

застосування з точки зору збереження генетичних характеристик вихідного селекційного матеріалу. Рекомендовано включення антиоксидантних обробок у технологічні карти вирощування насінневих та волокнистих сортів конопель, особливо в зонах ризикованого землеробства з частими проявами абіотичних стресів.

Ключові слова: коноплі, схрещування, гібрид, насіннева продуктивність, хімічні гаметоциди, антиоксиданти, окисдаєтвний стрес.

Mishchenko S.V., Kyrychenko H.I., Lavrynenko Yu.O., Marchenko T.Yu. Antioxidant protection of *Cannabis sativa* L. against the toxic effects of chemical gametocides

This paper presents the results of a comprehensive study on mitigating the phytotoxic effects of chemical gametocides (1,3-dibromopropane, dibutyl phthalate, 2-chloroethylphosphonic acid) on monoecious *Cannabis sativa* L. plants through the exogenous application of antioxidants – ascorbic acid and potassium metasilicate. The relevance of this work stems from the need to stabilize the breeding process and obtain hybrid seeds, a process often accompanied by the suppression of maternal plants under the influence of sterilizing agents, which negatively affects seed productivity and the proportion of surviving plants. The methodological significance of the study lies in substantiating the concept of physiological buffering of the side effects of chemical agents through a synergistic combination of ascorbic acid and the ionic form of silicon (Si). The general scientific value of the work lies in the development of a stable breeding technology that allows for the mitigation of multifactorial stress and the enhancement of seed productivity in cultivated hemp. This facilitates a transition from the empirical use of gametocides to a controlled process for preserving the viability and genetic potential of maternal lines. The application of ascorbic acid and Si compounds between treatments with chemical gametocides helped reduce their inhibitory effect, as evidenced by a 17–21% increase in the number of seeds formed on maternal plants and a 5–11% increase in the yield of hybrid plants reaching the biological maturity phase. Their action is aimed at protecting the reproductive system of hemp plants and supporting overall metabolism under stressful conditions. The antioxidants used did not affect the stability of monoeciousness, the absence of tetrahydrocannabinol, or the ratio of non-psychoactive cannabinoids, confirming the safety of their use in terms of preserving the genetic characteristics of the original breeding material. It is recommended to include antioxidant treatments in the cultivation protocols for seed and fiber hemp varieties, especially in high-risk agricultural areas with frequent occurrences of abiotic stress.

Key words: hemp, crossbreeding, hybrid, seed productivity, chemical gametocides, antioxidants, oxidative stress.

Постановка проблеми. Впровадження гібридних сортів культурних рослин дозволило вражаюче збільшити їх продуктивність завдяки ефекту гетерозису та підвищеній однорідності. Для виробництва гібридного насіння необхідна система контролю запилення, щоб запобігти небажаному самозапиленню. У агрокультури з гермафродитними квітками це може бути серйозною проблемою, тому для стратегічно важливих видів були розроблені системи отримання гібридів на основі цитоплазматичної чоловічої стерильності, або ж за допомогою генної інженерії впроваджені нові системи контролю запилення, головним чином засновані на генерації чоловічої стерильності, закодованої в ядрі [1]. Успішне застосування цих систем для великомасштабного виробництва гібридного насіння залежить від того, чи можна ефективно та економічно розмножувати батьківські лінії зі стерильними чоловічими квітками [1], тому часто використовують хімічні стерилізатори – гаметоциди.

Гаметоциди широко застосовуються у селекції рослин для індукції чоловічої стерильності та отримання гібридного насіння. Використання цих сполук дозволяє значно спростити технологію отримання гібридів, оскільки усуває необхідність ручного видалення пиляків. Проте, застосування гаметоцидів часто супроводжується побічними фітотоксичними ефектами, схожими на дію гербіцидів, що проявляються у пригніченні ростових процесів, порушенні фотосинтетичної активності, пошкодженні репродуктивних органів рослин та ін. [2]. Таким чином, виникає необхідність подолання таких негативних ефектів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Хоча чоловіча стерильність, індукована хімічними агентами, є важливим етапом схрещування у багатьох культурних рослин, механізми, за допомогою яких ці агенти викликають чоловічу стерильність, недостатньо вивчені. Протеомні та транскриптомні дослідження, проведені з пшеницею, підтверджують, що дія гаметоцидів супроводжується значними змінами у генетичному апараті рослин – експресії генів і білків, пов'язаних із метаболізмом енергії, антиоксидантною системою та регуляцією клітинної смерті [3, 4]. Такі зміни свідчать про те, що оксидативний стрес є одним із центральних механізмів формування стерильності під дією хімічних стерилізаторів.

Доведено, що під впливом хімічних агентів, таких як супероксид-аніон та гідроген перекис, у рослин різко зростає утворення активних форм Оксигену (O_2 і H_2O_2) [2, 5]. Надмірне накопичення цих сполук призводить до перекисного окиснення ліпідів клітинних мембран, що супроводжується змінами активності антиоксидантних ферментів – супероксиддисмутази, каталази та пероксидаз. Такі зміни призводять до порушення окисно-відновного балансу клітин та посилення оксидативного стресу, тобто порушення метаболічних процесів і активації програмованої клітинної смерті – апоптозу [5, 6].

Важливу роль у механізмі дії гаметоцидів відіграє також порушення функціонування мітохондрій. Дослідження показали, що обробка рослин окремими гаметоцидами спричиняє пригнічення активності білків електронтранспортного ланцюга мітохондрій, що призводить до зниження синтезу АТФ і посилення утворення активних форм Оксигену [6]. У результаті відбувається передчасна деградація клітин тапетума – тканини пиляка, яка забезпечує живлення мікроспор. Порушення функціонування тапетума призводить до абортивності пилку та формування чоловічої стерильності [7].

У зв'язку з вищевикладеним, значний інтерес викликає використання антиоксидантів для зменшення негативного впливу гаметоцидів. Антиоксиданти здатні нейтралізувати активні форми Оксигену та стабілізувати клітинні мембрани, що сприяє зниженню рівня оксидативного стресу в рослинних тканинах.

Одним із найважливіших неферментативних антиоксидантів у рослин є аскорбінова кислота (вітамін С). Вона відіграє ключову роль у функціонуванні аскорбат-глутатіонового циклу, який забезпечує детоксикацію активних форм Оксигену та підтримання клітинного гомеостазу [8]. Аскорбінова кислота бере участь у регуляції ростових процесів, фотосинтезу та захисту клітин від пошкодження при дії різних абіотичних стресів.

Дослідження показали, що підвищення рівня аскорбінової кислоти у клітинах рослин сприяє зниженню рівня перекисного окиснення ліпідів і підвищенню активності антиоксидантних ферментів. Це дозволяє значно зменшити пошкодження клітин під впливом різних токсичних речовин, включаючи гербіциди та інші хімічні агенти [8]. Можна припустити, що застосування аскорбінової кислоти екзогенного походження може сприяти послабленню негативного впливу гаметоцидів на рослини [9].

Іншим важливим фактором підвищення стійкості рослин до хімічних стресів є Силіцій (Si). Встановлено, що цей елемент відіграє важливу роль у формуванні стійкості рослин до різних абіотичних і біотичних чинників. Si здатний посилювати антиоксидантний захист клітин, підвищувати активність ферментів антиоксидантної системи та знижувати рівень накопичення активних форм кисню [10].

За даними численних досліджень, обробка рослин Si сприяє підвищенню активності супероксиддисмутази, каталази та пероксидаз, що забезпечує ефективніший

захист клітин від оксидативного стресу [10]. Крім того, Si може зміцнювати клітинні стінки, стабілізувати мембранні структури та регулювати водний баланс рослин, може регулювати рівні ендогенних рослинних гормонів в умовах стресу.

У роботах, присвячених фізіологічній ролі Si, показано, що цей елемент здатний значно зменшувати негативний вплив різних токсичних факторів, включаючи важкі метали, засолення та дію хімічних речовин [10, 11]. Завдяки цьому Si розглядається як перспективний компонент агротехнологій, спрямованих на підвищення стійкості культурних рослин до стресових чинників.

В процесі гібридизації конопель посівних (*Cannabis sativa* L.) можливе успішне застосування гаметоцидів, однак воно спричиняє зменшення показників ознак загальної і технічної довжини, діаметру стебла, маси стебла і волокна, вмісту волокна, маси насіння і тисячі насінин, частина рослин гине до настання фази біологічної стиглості. Зі збільшенням концентрації того чи іншого препарату рівень прояву цінних господарських (селекційних) ознак зменшуються, а за обробки на більш пізніх етапах онтогенезу – фактично залишається без змін, хоча в останньому випадку зменшується частота прояву чоловічої стерильності [12]. У зв'язку з цим виникає проблема зменшення негативного впливу стерилізуючих хімічних речовин на коноплі. Можна припустити, що використання антиоксидантів, зокрема аскорбінової кислоти, а також застосування Si, як регулятора антиоксидантної системи, може зменшувати негативні наслідки дії гаметоцидів та підвищувати стійкість рослин до хімічного стресу.

Мета досліджень – встановити можливості антиоксидантів (аскорбінової кислоти та іонної форми Si) для зменшення негативного впливу гаметоцидів на коноплі посівні.

Методологічне значення дослідження полягає в обґрунтуванні концепції фізіологічного демпфування побічної дії хімічних агентів за допомогою синергічної комбінації іонного Si та аскорбінової кислоти. Загальнонаукова цінність роботи визначається розробкою стабільної селекційної технології, що дозволяє нівелювати мультифакторний стрес і підвищувати насінневу продуктивність *Cannabis sativa* L. Це забезпечує перехід від емпіричного застосування гаметоцидів до керованого процесу збереження життєздатності та генетичного потенціалу материнських ліній.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження проводили на базі Інституту луб'яних культур НААН у 2024–2025 рр. У ролі гаметоцидів застосовували такі сполуки: 1,3-дибромпропан ($C_3H_6Br_2$), дибутилфталат ($C_6H_4(CO_2C_4H_9)_2$) і 2-хлоретилфосфонова кислота ($ClCH_2CH_2P(O)(OH)_2$). Обробку рослин конопель одностомової материнської форми (17 варіантів схрещувань) здійснювали вранці у суху безвітряну погоду у фазі: BVCH 15, BVCH 51 і BVCH 65 [13]. Застосовували водні розчини з концентрацією 2,0% 1,3-дибромпропану, 2,0% дибутилфталату і 0,3% 2-хлоретилфосфонові кислоти. Доза робочого розчину – 30 мл / 1м². Дибутилфталат майже не розчинний у воді, тому рідини перед обприскуванням інтенсивно струшували, отримуючи емульсію. Контрольний варіант – обробка дистильованою водою. Через кожні 7 діб після застосування гаметоцидів проводили обробку рослин водним розчином речовин з антиоксидантними властивостями: після першого – аскорбінової кислоти ($C_6H_8O_6$, 0,4 г/л), після другого – калій метасилікатом ($K_2SiO_3 \cdot 5H_2O$, 5,0 г/л), після третього – повторно аскорбіновою кислотою, у фазу BVCH 67-71 – знову калій метасилікатом. Неоднорідні погоднокліматичні умови років досліджень дозволили всебічно і об'єктивно оцінити досліджувані варіанти. Зменшення токсичної (негативної) дії гаметоцидів внаслідок

застосування антиоксидантів визначали за зміною ознак маси гібридного насіння з рослини та за кількістю отриманих рослин у фазу біологічної стиглості.

Усереднені експериментальні дані ілюструють відгук 17 генетично гетерогенних зразків конопель (окремі сім'ї та популяції сортів, самозапилені лінії, а також конвергентні міжсортів та лінійно-сортів гібриди першого покоління, споріднені за батьківською формою та напрямками господарського використання – насінним і волокнистим) на застосування аскорбінової кислоти та калій метасилікату на фоні стресової дії гаметоцидів: 1,3-дибромпропан, дибутилфталат, 2-хлоретилфосфонові кислота і свідчать про стабільне зростання маси насіння з високим діапазоном ефективності в усіх варіантах дослідів порівняно з контрольними ділянками, де антиоксиданти не застосовувалися (рис. 1).

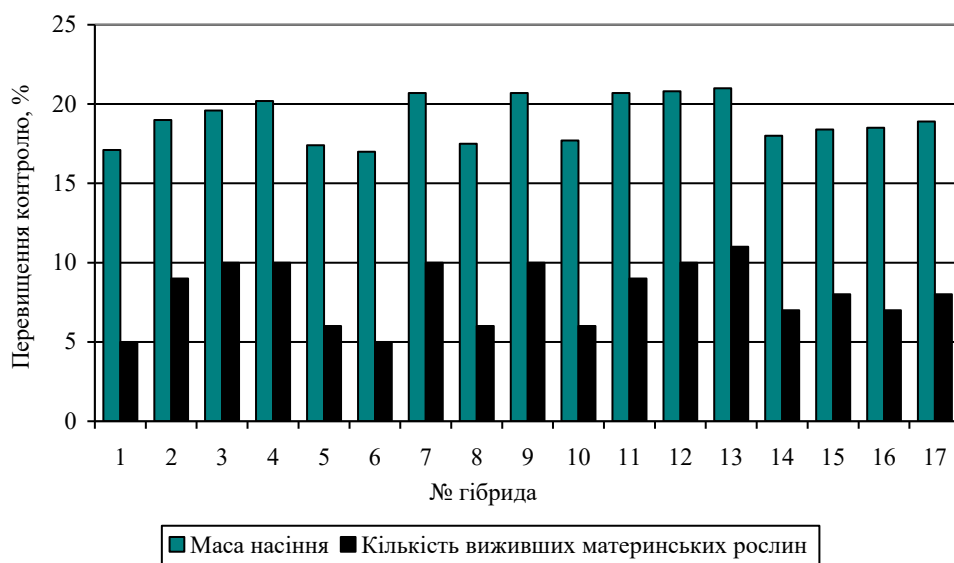


Рис. 1. Зменшення пригнічувальної дії гаметоцидів під впливом обробки антиоксидантами

Примітка: 1 – ЮСО 31 / Миколайчик, 2 – F_1 ЮСО 31 / Афіна // Миколайчик, 3 – Афіна (δ-302 p-587) / Миколайчик, 4 – Афіна (δ-303 p-592) / Миколайчик, 5 – Деметра / Миколайчик, 6 – F_1 Деметра / Афіна // Миколайчик, 7 – Гармонія / Миколайчик, 8 – F_1 Гармонія / Афіна // Миколайчик, 9 – Артеміда / Миколайчик, 10 – F_1 Артеміда / Афіна // Миколайчик, 11 – F_1 Афродіта / Афіна // Миколайчик, 12 – Глєсія / Миколайчик, 13 – F_1 Глєсія / Афіна // Миколайчик, 14 – $F_1 I_3$ Глухівські 33 / Афіна // Миколайчик, 15 – Глухівські 51 (популяція 1) / Миколайчик, 16 – Глухівські 51 (популяція 2) / Миколайчик, 17 – F_1 Глухівські 51 / Афіна // Миколайчик

Перевищення контролю за масою насіння коливалося в межах 17,1–21,2%. Це підтверджує гіпотезу про те, що екзогенні антиоксиданти ефективно нівелюють окисативний стрес у тканинах гінецею, спричинений агресивними хімічними агентами. Найвищі показники (понад 20,5%) продемонстрували гібриди F_1 Гармонія / Миколайчик, Артеміда / Миколайчик, Глєсія / Миколайчик і Глєсія / Афіна // Миколайчик. Особливо примітним є останній, де зафіксовано максимальний приріст маси насіння – 21,1%. Це свідчить про високу пластичність гібридів на основі

сорту Глесія до дії антиоксидантних сполук. Гібриди F₁ ЮСО 31 / Миколайчик, Деметра / Миколайчик і Деметра / Афіна // Миколайчик показали дещо нижчий, але статистично доведений приріст (17,1–17,4%), що може бути зумовлено специфікою метаболізму конкретних самозапилених ліній.

Показник збільшення частки виживаності гібридних рослин у більшості комбінацій схрещування (зокрема №№ 2, 3, 4, 7, 8, 9, 11, 12) знаходився на рівні 9,2–10,2%. Це вказує на те, що антиоксидантна обробка материнських рослин закладає кращий адаптивний потенціал до пригнічувальної дії гаметоцидів.

Окрім того, спостерігалася пряма залежність (кореляція) між масою насіння та виживаністю рослин. Варіант схрещування Глесія / Афіна // Миколайчик знову став лідером за показником перевищення контролю (на 11,2%). Варіанти схрещування ЮСО 31 / Миколайчик, Деметра / Миколайчик і Деметра / Афіна // Миколайчик продемонстрували збільшення частки виживших рослин на рівні 5,1–5,2%, що корелює з їхніми нижчими показниками маси насіння, тобто аскорбінова кислота і калій метасилікат впливали на сукупність ознак рослин конопель. Це підтверджує, що певні генотипи потребують індивідуального підбору антиоксидантів чи їх концентрацій.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Застосування аскорбінової кислоти та сполук Si між обробками хімічними гаметоцидами сприяло зменшенню їх пригнічувальної дії, що проявилось у підвищенні кількості сформованого насіння на материнських рослинах на 17–21% та збільшенні виходу гібридних рослин у фазу біологічної стиглості на 5–11%. Їхня дія спрямована на захист генеративної сфери рослин конопель та підтримку загального метаболізму в стресових умовах. Використані антиоксиданти не впливали на рівень прояву чоловічої стерильності, стабільність одностомості, відсутність тетрагідроканабінолу та співвідношення непсихотропних канабіноїдів, що підтверджує безпечність їх застосування з точки зору збереження генетичних характеристик вихідного селекційного матеріалу. Рекомендовано включення антиоксидантних обробок у технологічні карти вирощування насіннєвих та волокнистих сортів конопель, особливо в зонах ризикованого землеробства з частими проявами абіотичних стресів.

Подальші дослідження у цьому напрямі будуть спрямовані на оптимізацію режимів застосування антиоксидантів з метою підвищення ефективності використання гаметоцидів у селекційній практиці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Pérez-Prat E., van Lookeren Campagne M. M. Hybrid seed production and the challenge of propagating male-sterile plants. *Trends in Plant Science*. 2002. Vol. 7, Iss. 5. P. 199–203. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1360-1385\(02\)02252-5](https://doi.org/10.1016/S1360-1385(02)02252-5)
2. Wang S., Zhang G., Song Q., Zhang Y., Li Y., Guo J., Chen Z., Niu N., Ma S., Wang J. Programmed cell death, antioxidant response and oxidative stress in wheat flag leaves induced by chemical hybridization agent SQ-1. *Journal of Integrative Agriculture*. 2016. Vol. 15, Iss. 1. P. 76–86. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(14\)60977-1](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(14)60977-1)
3. Liu H., Zhang G., Wang J., Li J., Song Y., Qiao L., Niu N., Wang J., Ma S., Li L. Chemical hybridizing agent SQ-1-induced male sterility in *Triticum aestivum* L.: Comparative analysis of the anther proteome. *BMC Plant Biology*. 2018. Vol. 18. Article 7. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12870-017-1225-x>
4. Zhu Q., Song Y., Zhang G., Ju L., Zhang J., Yu Y., Niu N., Wang J., Ma S. De novo assembly and transcriptome analysis of wheat with male sterility induced by the chemical hybridizing agent SQ-1. *PLoS ONE*. 2015. Vol. 10, Iss. 3. Article e0123556. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0123556>

5. Wang S., Zhang Y., Song Q., Fang Z., Chen Z., Zhang Y., Zhang L., Niu N., Ma S., Wang J. Mitochondrial dysfunction causes oxidative stress and tapetal apoptosis in chemical hybridization reagent-induced male sterility in wheat. *Frontiers in Plant Science*. 2018. Vol. 8. Article 2217. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.02217>
6. Song Y., Zhang G., Guo J., Niu N., Wang J., Ma S. Comparative proteomic analysis of a membrane-enriched fraction from flag leaves reveals responses to chemical hybridization agent SQ-1 in wheat. *Frontiers in Plant Science*. 2015. Vol. 6. Article 669. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00669>
7. Wang S., Zhang G., Song Q., Zhang Y., Li Z., Guo J., Niu N., Ma S., Wang J. Abnormal development of tapetum and microspores induced by chemical hybridization agent SQ-1 in wheat. *PLoS ONE*. 2015. Vol. 10, Iss. 3. Article e0119557. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0119557>
8. Smirnoff N. Ascorbic acid metabolism and functions: A comparison of plants and mammals. *Free Radical Biology and Medicine*. 2018. Vol. 122. P. 116–129. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2018.03.033>
9. Міщенко С. В. Вплив аскорбінової кислоти екзогенного походження на *Cannabis sativa* L. в умовах *in vitro* та *in vivo*. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2019. Вип. 26. С. 67–74.
10. Zhu Y., Gong H. Beneficial effects of silicon on salt and drought tolerance in plants. *Agronomy for Sustainable Development*. 2014. Vol. 34. P. 455–472. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13593-013-0194-1>
11. Adrees M., Ali S., Rizwan M., Zia-Ur-Rehman M., Ibrahim M., Abbas F., Farid M., Qayyum M. F., Irshad M. K. Mechanisms of silicon-mediated alleviation of heavy metal toxicity in plants: A review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2015. Vol. 119. P. 186–197. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2015.05.011>
12. Міщенко С. В., Лайко І. М. Вплив гаметоцидів на формування чоловічої стерильності та селекційних ознак однодомних конопель. *Селекція і насінництво*. 2017. Вип. 111. С. 88–97. DOI: <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2017.104890>
13. Mishchenko S., Mokher J., Laiko I., Burbulis N., Kyrychenko H., Dudukova S. Phenological growth stages of hemp (*Cannabis sativa* L.): codification and description according to the BBCH scale. *Žemės ūkio mokslai*. 2017. T. 24. Nr. 2. P. 31–36. DOI: <https://doi.org/10.6001/zemesukiomokslai.v24i2.3496>

Дата першого надходження статті до видання: 02.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026

УДК 631.4:633.16

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.2.6>

ПРОДУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ ІНДЕТЕРМІНАНТНОГО ГІБРИДУ ТОМАТУ ПІНК ДЕЛАЙТ F1 ЗА РІЗНОЇ ГУСТОТИ ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ ЗАКРИТОГО ҐРУНТУ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Осипова Л.С. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри агрономії та землеустрою,

Східноукраїнський університет імені Володимира Даля

orcid.org/0000-0003-3029-1286

Халін С.Ф. – к.с.-г.н.,

завідувач кафедри агрономії та землеустрою,

Східноукраїнський університет імені Володимира Даля

orcid.org/0009-0008-4489-5316

Коляда В.П. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри агрономії та землеустрою,

Східноукраїнський університет імені Володимира Даля

orcid.org/0000-0003-2682-5687

Бубнікович А.В. – викладач кафедри агрономії та землеустрою,

Східноукраїнський університет імені Володимира Даля

orcid.org/0000-0001-6553-321X

Авторами даної роботи наведено результати досліджень продуктивних і біометричних особливостей індетермінантного гібриду томату Пінк Делайт F1 від виробника Ergon Seed® за різної густоти вирощування в умовах закритого ґрунту Київської області. Актуальність подібного типу досліджень зумовлена стрімким зростанням попиту на свіжу овочеву продукцію впродовж усього року, існуючим запитом на адаптацію технологій вирощування томатів в умовах закритого ґрунту північних регіонів України з одночасним пошуком шляхів підвищення економічної ефективності використання площі робочих ділянок в галузі тепличного овочівництва.

Встановлено, що до фази цвітіння при більшій густоті розміщення, помітно збільшувалася довжина стебел рослин та кількість листків на рослині, в той час як загальна площа листкової поверхні зменшувалася. Дана тенденція поглиблювалася в фазу плодоношення і призводила до додаткового збільшення показника середньої ваги одного плоду на варіанті із меншою густотою рослин. Показано, що при збільшенні густоти розташування томатів зростає значення товарної якості плодів, досягаючи максимальних значень станом на вересень, в той час як значення маси плодів загального врожаю томатів відрізнялися в межах кожного з варіантів між собою по місяцям досліджень несуттєво. Економічна оцінка результатів дослідження показала, що через збільшену густоту розміщення рослин гібриду томату Пінк Делайт F1 на 8,9 % збільшувалися і виробничі витрати у порівнянні з варіантом з меншою густотою рослин. Обґрунтовано, що завдяки збільшенню густоти рослин зростала і загальна врожайність плодів з одночасним зниженням собівартості. Рентабельність вирощування за більш густого розміщення томатів була на 3,0 % вище і становила 36,1% порівняно з рентабельністю за меншої густоти рослин томату на рівні 33,1%.

Ключові слова: густота рослин, томат, продуктивність, біометричні показники, економічна ефективність.



Osypova L.S., Khalin S.F., Koliada V.P., Bubnikovych A.V. Productive features of the indeterminate hybrid tomato Pink Delight F1 at different growing densities in closed soil conditions of the Kyiv region

The authors of this work present the results of research into the productive and biometric characteristics of the indeterminate tomato hybrid Pink Delight F1 from the Ergon Seed® at different densities of cultivation in closed ground conditions in the Kyiv region. The relevance of this type of research is due to the rapid growth of demand for fresh vegetable products throughout the year, the existing demand for the adaptation of tomato cultivation technologies in closed ground conditions in the northern regions of Ukraine, while simultaneously searching for ways to increase the economic efficiency of using the area of working areas in the field of greenhouse vegetable growing.

It was found that before the flowering phase, with a higher density of placement, the length of plant stalks and the number of leaves on the plant increased significantly, while the total leaf surface area decreased. This trend deepened in the fruiting phase and led to an additional increase in the average weight of one yield in the variant with a lower plant density. It was shown that with an increase in the density of tomato placement, the value of the marketable quality of the yield increases, reaching maximum values as of September, while the values of the mass of yields of the total tomato harvest differed insignificantly within each of the variants by months of research.

The economic assessment of the research results showed that due to the increased density of placement of plants of the Pink Delight F1 tomato hybrid, production costs also increased by 8.9% compared to the variant with a lower plant density. It was substantiated that due to the increase in plant density, the total yield also increased with a simultaneous decrease in cost. The profitability of growing with a denser tomato spacing was 3.0% higher and amounted to 36.1% compared to the profitability with a lower density of tomato plants at 33.1%.

Key words: plant density, tomato, productivity, biometric indicators, economic efficiency.

Постановка проблеми. Аналізуючи статистичні профільні дані можна відмітити, що на ринку аграрної продукції лишається високий попит на овочеву продукцію, значну частку якої складає помідор однорічний (томат, *Solanum lycopersicum* L.) [1, с. 160]. В низці країн, до яких відносяться Австралія, Китай, Греція, Чилі і Україна, планується зростання виробництва томатів в найближчі роки [2].

Про той факт, що томати залишаються одним з найбільш популярних овочів в нашій країні, свідчить зростаючий споживчий попит на національному рівні, досягаючи близько півмільйона тон за рік [2]. Через це томат лишається овочевою культурою з великими перспективи до зростання площ і обсягів виробництва як в Україні, так і за кордоном. З іншого боку, в північній частині нашої країни (до якої відноситься Київська область) питання недостатньої кількості якісної та доступної овочевої продукції вітчизняного виробництва стає особливо актуальним. В природних умовах Полісся та Лівобережного Лісостепу, які не є оптимальні для висаджування томату у відкритий ґрунт, зростання валового збору даної культури можна досягти за рахунок більш якісного розташування розсади та збільшення площ під вирощуванням даної рослини в умовах закритого ґрунту. Цей напрямок робіт, на думку авторів, має високу актуальність і перспективність в контексті підвищення ефективності виробництва овочевої продукції та забезпечення стабільності отримання врожаю з одночасним зниженням витрат на догляд за рослинами.

Постановка завдання. Метою даної роботи є порівняння біометричних та продуктивних показників рослин томату гібриду Пінк Делайт F1 у ключові фази їх розвитку за різної густоти вирощування на одиницю площі, додатково аналізували різницю в товарній якості і продуктивності плодів томату в умовах закритого ґрунту Київської області. Окрема частина інформації була присвячена питанню оцінки економічної ефективності вирощування гібриду томату Пінк Делайт F1 інваріантного типу за різної густоти вирощування рослин в досліді.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Подальші перспективи зростання обсягів вітчизняного виробництва томатів виглядають реальними та можливими лише за умов реалізації існуючого європейського досвіду впровадження інноваційних технологій вирощування, які можуть бути реалізовані в межах комплексних програм забезпечення продовольством населення та зростання обсягів експортованої продукції. Під час реалізації подібного комплексного підходу відбувається як розв'язання низки проблем розвитку ринку овочевої продукції зокрема, так і оптимізація агровиробничого сектору в цілому [3, с. 108]. З огляду на цей факт, проведення досліджень в сфері пошуку шляхів оптимізації технології вирощування томатів у закритому ґрунті через підбір оптимальної густоти розміщення, може стати одним з способів забезпечення сезонних потреб населення країни овочами, вирощеними в умовах захищеного закритого ґрунту [4, с. 181; 5, с. 90]. Оскільки науковці та агровиробники постійно шукають способи збільшення продуктивності площ під різноманітними рослинами, одним із способів даної оптимізації території робочих ділянок залишається зміна густоти висаджених рослин на одиницю площі.

З іншого боку, значні коливання середньорічних температур можуть спричинити стресові умови для конкуруючих за ресурси рослин, призводячи до зниження продуктивності та погіршення якості плодів. Інші прояви метеорологічних явищ у вигляді дощів або засух також негативно позначаються на кількості та якості вирощеної томатної продукції [6, с. 20]. Вирішенню даного питання сприяє не лише створення оригінаторами (виробниками) нових більш стійких сортів і гібридів томатів, але й оцінка різних технологічних оптимізаційних заходів, здатних забезпечити сталий врожай рослин навіть за несприятливих кліматичних умов їх вирощування, до яких відноситься і різна густина висадження [7, с. 63; 8, с. 90].

З огляду на все вищезазначене, актуальність питання оптимізації технології вирощування томатів у контексті підбору оптимальної густоти висіву викликана необхідністю порівняння численних продуктивних і біометричних особливостей вирощування даної овочевої культури з родини пасльонових в умовах закритого ґрунту. За таких обставин оцінка низки характеристик гібридів томату в ключові фази розвитку рослини, встановлення ключових показників формування продуктивності та економічної привабливості вирощування даної рослини можуть компенсувати обмежений обсяг інформації про особливості вирощування даної овочевої культури на обмеженій площі та сприяти її вирощуванню в умовах північних регіонів України.

Виклад основного матеріалу. Дослідження біометричних та продуктивних показників вирощування індетермінантного гібриду томату однорічного Пінк Делайт F1 проводили в умовах ФГ «Камінський і Ко» впродовж 2024 р. Дане фермерське тепличне господарство розташоване у с. Горенка Києво-Святошинського району Київської області. Виробничою спеціалізацією господарства на поточний період є змішане сільське господарство. В господарстві займаються вирощуванням птиці, що дає можливість періодичного внесення пташиного посліду у якості органічних добрив. Ґрунт в межах дослідної ділянки (дослідної теплиці) – торф'яний низинний ґрунт з високим вмістом поживних речовин (гумусу).

Закладення дослідів, моніторинг, облік та відбір зразків проведено згідно з роботами Єщенко В. О., Копитко П. Г., Костоґриз П. В. та ін. (2014), Рожкова А. О., Пузіка В. К., Каленської С. М. та ін., (2016) [9, с. 213; 10, с. 118, 123].

Крапельний полив, підживлення та підготовка (розпушення) ґрунту здійснювалися у відповідності до технологічних вимог вирощування гібриду томату

індетермінантного типу. В дослідженні використовували гібриди томату (помідору) Пінк Делайт F1 від виробника Ergon Seed® [11]. З огляду на те, що продуктивність рослин овочевих формується на відповідних етапах органогенезу впродовж періоду вегетації, значна кількість завдань в межах даного дослідження включала в себе:

- встановлення часу появи сходів, переходу рослин в фазу цвітіння, до початку плодоношення та збору врожаю за різної густоти розміщення;
- визначення біометричних характеристик томату (в тому числі і окремо в фазу плодоношення), представлених довжиною, кількістю, загальною площею листової поверхні за різної густоти розміщення;
- встановлення продуктивності (врожайності) та товарної якості плодів гібриду томату відповідно до густоти розміщення рослин;
- визначення економічної ефективності вирощування гібриду томату Пінк Делайт F1 в залежності від густоти вирощування в умовах закритого ґрунту в Київській області.

На початковому етапі робіт насіння томату висівали у спеціальні посівні касети на початку весни (березня). Після того, як з'являлися перші сходи, рослини пересаджували у літрові ємності та розташовували у теплиці, проводячи розпушування та полив поверхні ґрунту. На початку травня, після появи у рослин томату 5-6 листків, її пересаджували у ґрунт плівкової теплиці на постійне місце.

Дослідження було проведено на ділянці під теплицею площею 10 м², з якої обліковою була її половина – 5 м². В роботу було взято два варіанти густоти розсадження рослин: 3 шт/м² та 4 шт/м² із схемою розсади 80 см + 50 см x 35 см для 3 шт/м² та 80 см + 50 см x 25 см – для 4 шт/м². Крім того, технологія вирощування рослин включала в себе підготовку насіння до посадки шляхом вибракування некондеційних насінин та 30-хвилинної їх дезінфекції 1% розчином марганцю з подальшим промиванням проточною водою та подальшим підсушуванням на паперовій серветці.

З метою підготовки теплиці на початку квітня проводили перевірку металевих шпалер; підключали краплинний полив і покривали теплиці плівкою, з подальшою перевіркою на наявність дірок, протягів чи тріщин; здійснювали 3-денну дезінфекцію каркасу теплиці, ємностей та обладнання 2-5 % розчином формаліну (200–500 мл 37% формаліну на 10 л води). До висаджування рослин томату на постійне місце вибраковували ті рослини, які мали некондиційний вигляд, після чого підводили крапельний полив та підв'язували шпагат до шпалер. Догляд за кожною з рослин томату здійснювали в індивідуальному порядку впродовж тижня, видаляючи бічні пасинки для формування головного стебла. З метою підживлення рослин застосовували органічне добриво власного виробництва на основі пташиного посліду, ніяких неорганічних добрив не використовували. Полив здійснювали з частотою 1-2 рази на тиждень у ранковий чи вечірній час під корінь крапельним способом. На початку періоду плодоношення проводили вибірковий збір плодів тричі на тиждень, а після закінчення періоду збирали усі плоди, що залишалися, та зрізали стебла рослин з подальшим вивезенням з теплиці.

Стислий опис томату Пінк Делайт F1 – це ранньостиглий, індетермінантний (високорослий) та стресостійкий гібрид рожевоплідного томату від голландських селекціонерів з компанії Ergon Seed. Успішно вирощується у відкритому ґрунті та в теплицях або під плівковими укриттями. Як у першому, так і у другому обороті. Рослина високоросла, потужна, має рясне листя та розвинену кореневу систему.

Рівномірно навантажена плодами, продовжує формувати зав'язь навіть при стресових впливах і стрибках температур. Стійка до вірусу мозаїки, фузаріозу, вертицильозу та галової нематоди. Потенціал урожайності – до 8 кг із 1 м² (рис. 1).

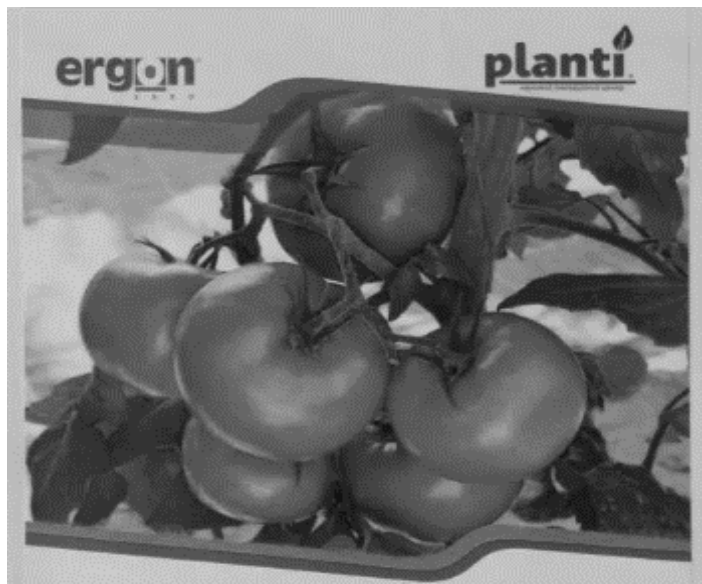


Рис. 1. Загальний вигляд рослини гібриду томату Пінк Делайт Ф1

Результати. На основі проведених досліджень нами встановлено, що перші і загальні паростки гібриду з'являлися у томату рівномірно з різницею у дві доби. Так, спочатку томати висаджені з різною густиною росли повільно, але після виконання операції з пікірування – ростова динаміка значно зросла. Перший справжній листок з'являвся приблизно через 5 діб після появи загальних сходів, а решта – через тиждень.

Спостереження проведені до розсадного періоду підтвердили той факт, що біометричні показники різних за густиною розміщення рослин не впливали на швидший перехід від фази появи сходів до фази цвітіння і початку плодоношення в системі досліджень. Отримані результати порівняння основних фаз розвитку томату в залежності від густоти розміщення рослин наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Фази розвитку гібриду томату Пінк Делайт F1 залежно від густоти розміщення рослин в досліді

№	Кількість рослин, шт/м ²	Поява сходів, дата	Час переходу рослини у фазу цвітіння, діб	Час переходу рослини від фази цвітіння, до початку плодоношення, діб	Час збору урожаю (від першого до останнього), діб
1	3	13.03	54	74	82
2	4	13.03	54	74	82

У подальшому динаміка окремих біометричних показників за різної густоти розміщення рослин, відрізнялася. Так, при більшій густоті розміщення, помітно збільшувалася довжина стебла. Наприклад, при розміщенні рослин в кількості 4 шт/м² у фазі цвітіння спостерігали довжину стебла 108 см, що на 13 см більше (на 12 %), ніж за розміщення рослин в кількості 3 шт/м². Також за більшої густоти збільшувалося на 12,5 % значення показника – кількості листків на рослині, складаючи 14,5 листків у середньому порівняно з 12,7 листками (на варіанті із щільністю 3 шт/м²). При цьому інший показник, а саме – загальна площа листової поверхні був більший на 1,6 % за меншої густоти розміщення рослин, складаючи 1396 см² проти 1374 см².

Можна відмітити той факт, що у фазі цвітіння більшу довжину стебла та кількість листків мали рослини за розташування у кількості 4 шт/м², але більшу загальну листову поверхню спостерігали на варіанті з густиною 3 шт/м².

При проведенні вимірювань цих же біометричних характеристик рослин безпосередньо у фазу плодоношення, нами було відмічено вже більші розбіжності по значенням порівняно з характеристиками рослин томату у фазі цвітіння. Біометричні характеристики рослин у фазі цвітіння в залежності від густоти розміщення представлено в табл. 2.

Таблиця 2

Біометричні характеристики гібриду томату Пінк Делайт F1 у фазі цвітіння в залежності від густоти розміщення рослин (усереднені показники для всіх рослин кожного гібриду окремо)

Кількість рослин, шт/м ²	Довжина стебла, см	Кількість листків на рослині, шт.	Загальна площа листової поверхні на рослині, см ²	У порівнянні з кількістю рослин 3 шт/м ²		
				Довжина стебла, см	Кількість листків на рослині, шт.	Загальна площа листової поверхні на рослині, см ²
3	95	12,7	1396	-	-	-
4	108	14,5	1374	13	1,8	-22

Як видно з табл. 2 лідируючим за довжиною стебла рослини залишався варіант, за якого рослини було висаджено з густиною насаджень 4 шт/м². Довжина стебла при цьому складала 270 см проти 251 см (різниця на 7,4 %) за меншою густоти. Так само найбільша кількість листків залишалася за більшої густоти рослин, складаючи 29,6 листків проти меншої на 6,4% кількості 27,7 листків за меншої густоти насаджень.

Значення загальної площі листової поверхні були більші за меншої густоти рослин, як і у фазу цвітіння, але при цьому різниця між варіантами збільшувалася на 5,9%, складаючи 7808 см² (3 шт/м²) порівняно з 7354 см² (4 шт/м²). Розмір плодів було більшим на 10,8 % за меншої густоти розміщення рослин – 102 г (3 шт/м²) проти 91 г (4 шт/м²). Кількість китиць варіювалася від 9 до 11 штук в середньому на рослину. Ще більші розбіжності між значеннями біометричних характеристик гібриду томату спостерігали протягом фази плодоношення томату, що і представлено в Таблиці 3.

Наведені вище табличні дані свідчать про те, що різниця по значенням довжини стебел складала вже 19 см між варіантами, а по значенням кількості листків на рослині сягала 1,9 шт. на користь варіанту із більшою густиною рослин (4 шт/м²).

Таблиця 3

Біометричні характеристики гібриду томату Пінк Делайт F1 у фазі плодоношення в залежності від густоти розміщення рослин (усереднені значення для всіх рослин кожного гібриду)

Кількість рослин, шт/м ²	Довжина стебла, см	Кількість листків на рослині, шт.	Загальна площа листової поверхні на рослині, см ²	Середня маса одного плоду, г	У порівнянні з кількістю рослин 3 шт./м ²			
					Довжина стебла, см	Кількість листків на рослині, шт.	Загальна площа листової поверхні на рослині, см ²	Середня маса одного плоду, г
3	251	27,7	7808	102	–	–	–	–
4	270	29,6	7354	91	19	1,9	–454	–11

За меншої густоти рослин (3 шт/м²) лишився вищим на 454 см² показник загальної площі листової поверхні та на 11 г більше складала середня маса одного плоду томату.

При дослідженні характеристик продуктивності (врожайності) томатів за різної густоти рослин нами було визначено, що вищі значення з липня по жовтень були за більшої густоти розміщення. У перший місяць, за більшої густоти рослин томату врожайність складала 4,8 кг/м² (4 шт/м²), що було на 6,4 % більше, ніж за меншої густоти – 4,4 кг/м² (3 шт/м²). При цьому вище на 10,1% значення загальної врожайності спостерігали всеж за більш густого розташування рослин – 14,8 кг/м² (4 шт/м²) проти 13,2 кг/м² (3 шт/м²).

Більш детально дану інформацію представлено в таблиці 4.

Таблиця 4

Врожайність гібриду томату Пінк Делайт F1 в залежності від густоти розміщення рослин та місяця року

Кількість рослин, шт./м ²	Врожайність, кг/м ²					Врожайність у порівнянні з кількістю рослин 3 шт./м ² , кг/м ²				
	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Загальна	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Загальна
3	4,4	4,0	3,8	1,0	13,2	-	-	-	-	-
4	4,8	4,7	4,2	1,1	14,8	0,4	0,7	0,4	0,1	1,6

Таким чином можна зробити ще один проміжний висновок про те, що за меншої маси плодів томату, врожайність у більш густого насадження рослин, залишалася дещо вищою. Розглядаючи врожайність у кожен окремий місяць до усієї врожайності для кожної густоти розміщення рослин окремо (Табл. 5), можна побачити,

що врожай зменшується з кожним місяцем, починаючи з липня по жовтень. Так, найбільші врожаї плодів томату підпадали на перший місяць збирання, при чому значення більшої на 0,9 % процентної врожайності у липні демонстрував варіант з меншою густотою розміщення рослин – 33,3 % (3 шт/м²) проти 32,4 % (4 шт/м²).

Таблиця 5

Співвідношення врожайності у кожен окремий місяць до усієї врожайності томату за різної густоти розміщення рослин окремо, %

Кількість рослин, шт./м ²	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	У порівнянні з кількістю рослин 3 шт./м ²			
					Липень	Серпень	Вересень	Жовтень
3	33,3	30,3	28,8	7,6	-	-	-	-
4	32,4	31,8	28,4	7,4	-0,9	1,5	-0,4	-0,2

Оцінюючи товарну якість плодів томатів відмічено, що при збільшенні густоти розташування томатів, так само збільшувалися значення товарної якості плодів (Табл. 6). Наприклад, у липні вище на 1,4 % значення товарної якості більш густого насадження становило 92,2 % (4 шт/м²) порівняно з менш густим – 90,8 % (3 шт/м²). При цьому значення середньої товарної якості за чотири місяці залишалося на 1,7% вищим у більш густого насадження – 93,0 % (4 шт/м²) проти 91,3 % (3 шт/м²). Коливання товарної якості в залежності від місяця у більш густого насадження відбувалося у межах 1,3 %, а у менш густого – 0,7 %.

Таблиця 6

Товарна якість плодів гібриду томату Пінк Делайт F1 в залежності від густоти розміщення рослин

Кількість рослин, шт./м ²	Товарна якість, %					Товарна якість у порівнянні з кількістю рослин 3 шт./м ² , %				
	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Середня	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Середня
3	90,8	91,3	91,5	91,4	91,3	-	-	-	-	-
4	92,2	93,1	93,5	93,3	93,0	1,4	1,8	2,0	1,9	1,7

Завершували порівняння продуктивних властивостей гібриду томату Пінк Делайт F1 за різної густоти насаджень рослин шляхом аналізування маси товарних помідорів (Таблиця 7).

З представленої вище таблиці видно, що значення маси плодів загального врожаю несуттєво відрізнялися між собою по місяцям досліджень в межах кожного з варіантів, але більшу на 11,7 % середню масу товарних плодів спостерігали за менш густого розміщення томатів – 103 г (3 шт/м²) проти 91 г (4 шт/м²). При цьому найбільший показник середньої маси помідорів за більш густого висадження

томатів спостерігали у вересні (92 г), а за менш густого – у серпні (104 г). Крім того, за більш густого насадження було виявлено найменшу середню вагу товарних помідорів у липні місяці (90 г), а за менш густого висадження томату – у вересні (102 г). Коливання середньої маси товарних помідорів при цьому було в середньому в межах 2-3 %.

Таблиця 7

Маса товарних плодів гібриду томату Пінк Делайт F1 в залежності від густоти розміщення рослин (у середньому за кожен місяць)

Кількість рослин, шт./м ²	Маса плоду, г					Маса плоду у порівнянні з кількістю рослин 3 шт./м ² , г				
	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Середня	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Середня
3	103	104	102	103	103	-	-	-	-	-
4	90	91	92	91	91	-13	-13	-10	-12	-12

На заключному етапі досліджень було проведено оцінку економічної ефективності обох варіантів вирощування гібриду томату Пінк Делайт F1 за різної густоти висаджування рослин. Економічна оцінка виконувалась за допомогою загальноприйнятих методик [12], що враховують при підрахунку такі данні, як виробничі затрати, загальну врожайність, собівартість, вартість товару, чистий прибуток та рентабельність, наведені у таблиці 8.

Таблиця 8

Економічна ефективність гібриду томату Пінк Делайт F1 в залежності від густоти розташування рослин

Параметри	Густота розміщення рослин, шт./м ²		У порівнянні з густотою розміщення рослин 3 шт./м ²
	3	4	4
Виробничі затрати, грн/м ²	221,3	242,7	+21,4
Загальна врожайність, кг/м ²	13,2	14,8	+1,6
Собівартість, грн/кг	16,8	16,4	-0,4
Вартість помідорів з ділянки, грн/м ²	294,6	330,3	+35,7
Чистий прибуток, грн/м ²	73,3	87,5	+14,2
Рентабельність, %	33,1	36,1	+3,0

Так, з представленої вище в таблиці 8 даними видно, що через збільшену густоту, розміщення рослин на 8,9 % збільшились і виробничі витрати (242,7 грн/м²) порівняно з меншою густотою (221,3 грн/м²). З іншого боку, завдяки збільшенню густоти збільшилась з 13,2 кг/м² до 14,8 кг/м² і загальна врожайність плодів з одночасним зниженням собівартості – 16,4 грн/кг проти 16,8 грн/кг.

Також варто відмітити, що через збільшену кількість робіт на одиницю площі зростала і загальна вартість плодів помідорів з ділянки з 294,6 грн/м² (при менш густому висадженні рослин) до 330,3 грн/м² (при більш густому висадженні). Чистий прибуток був вищим за більшої густоти томатів і становив 87,5 грн/м², в той час коли за менш густого висадження він був на рівні 73,3 грн/м². Рентабельність вирощування при більш густому розміщенні була на 3,0 % більше і становила 36,1 % порівняно з показником рентабельності за менш густих насаджень на рівні 33,1 %.

Підводячи підсумок досвіду вирощування гібриду у попередні роки, значимо коливання показника рентабельності вирощування в залежності від товарної якості помідорів. Чим кращими були зовнішні характеристики плодів томату, тим більшим був їх розмір і, відповідно, ціна реалізації.

Висновки. За результатами проведених досліджень встановлено, що густота розміщення рослин гібридів томату Пінк Делайт F1 впливала на їх продуктивність. В залежності від густоти рослин, по різному відбувався їх подальший розвиток. Різниця спостерігали за довжиною стебел, кількістю листків та площею листової поверхні. До фази цвітіння при більшій густоті розміщення, збільшувалася довжина стебла рослин та кількість листків на рослині, в той час як загальна площа листової поверхні зменшувалася. Це на нашу думку може бути результатом конкуренції окремих рослин на початковому етапі розвитку томату гібриду Пінк Делайт F1. Менша вага плодів компенсувалася більшою їх кількістю, що в кінцевому випадку призводило до вищої на 10,1 % загальної врожайності плодів томату на варіанті з вищою густотою розташування рослин (4 шт/м²).

При збільшенні густоти розташування томатів, так само збільшувалися значення товарної якості плодів, досягаючи максимальних значень станом на вересень. Значення ж маси плодів загального врожаю томатів несуттєво відрізнялися між собою по місяцям досліджень в межах кожного з варіантів, але більшу на 11,7 % середню масу товарних плодів спостерігали за менш густого розсадження томатів – 103 г (3 шт/м²) проти 91 г (4 шт/м²). Через збільшену густоту розміщення рослин на 8,9 % збільшились і виробничі витрати (242,7 грн/м²) порівняно з меншою густотою (221,3 грн/м²). З іншого боку, завдяки збільшенню густоти одночасно зросла з 13,2 кг/м² до 14,8 кг/м² і загальна врожайність плодів з одночасним зниженням собівартості – 16,4 грн/кг проти 16,8 грн/кг. Рентабельність вирощування при більш густому розміщенні томатів була на 3,0% більше і становила 36,1% порівняно з показником рентабельності за менш густих насаджень на рівні 33,1%. Цими фактами на нашу думку підтверджено робочу гіпотезу про те, що густота розміщення гібридів томату відігравала важливе значення як у формуванні біометричних показників протягом розвитку рослин, так і загальної врожайності. За результатами проведених досліджень біометричних та продуктивних показників гібриду томату індетермінантного типу Пінк Делайт F1 за вирощування в умовах закритого ґрунту в умовах Київської області для отримання вищого рівня врожайності овочевим господарствам рекомендується дотримуватися густоти висаджування 4 рослини на 1 м², за якої було забезпечено вищу рентабельність вирощування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Karachun V. L., Lebedynskyi I. V. Economic efficiency of cultivation of indeterminate hybrids of cherry tomatoes in winter greenhouses of the Steppe area of Ukraine. *Український журнал природничих наук*. 2024. № 9. С. 159–168.

2. У 2024 році Україна значно збільшить виробництво томатів. Овочі-
3. Ягоди-Сад. AgroTimes.ua: веб-сайт. URL: <https://agrotimes.ua/ovochi-sad/u-2024-roczni-znachno-ukrayina-zbilshyt-vyrobnyctvo-tomativ> (дата звернення: 19.02.2026).
4. Тенденції інноваційної діяльності овочевих підприємств у Республіці Польща/ Л. О. Лещенко та ін. *Financial and Credit Activity: Problems of Theory and Practice*. 2019. № 3 (30). С. 103–111.
5. Лебединський І. В., Карачун В. Л. Вивчення врожайності індетермінантних гібридів помідора в умовах зимових теплиць. *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва*: зб. матеріалів VI Міжнар. наук.-практ. конф. Харків: ДБТУ, 2022. С. 180–182.
6. Карачун В. Л. Господарсько-біологічний потенціал індетермінантних гібридів помідора чері у зимових теплицях. *Таврійський науковий вісник*. 2024. № 135. С. 89–98.
7. Карачун В.Л. Господарсько-біологічний потенціал індетермінантних гібридів помідора чері у зимових теплицях. *Таврійський науковий вісник*. Серія: «Сільськогосподарські науки». Одеса, 2024. Вип. 135. С. 89–98.
8. Бакланова Т. В., Фартушний Д. М. Сучасні тенденції вирощування томатів в Україні та світі. *Таврійський науковий вісник*. 2024. № 137. С. 18–27.
9. Коваленко І. О., Шатковський А. П. Водний режим і врожайність томатів за підґрунтового краплинного зрошення. *Аграрні інновації*. 2023. № 19. С. 62–66.
10. Завадська О. В., Пархомук Я. Якість плодів помідора залежно від сорту та ступеня стиглості. *Modern scientific researches*. 2019. Issue 9. Part 1. С. 88–91.
11. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник / за ред. В. О. Єщенка. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К»», 2014. 332 с.
12. Дослідна справа в агрономії : у 2 кн. Кн. 1 / А. О. Рожков, В. К. Пузік, С. М. Каленська, Л. М. Пузік. Харків : Майдан, 2016. 316 с.
13. Насіння томатів для теплиці. Супермаркет насіння: веб-сайт. URL:https://supermarket-nasinnia.ua/uk/s/59/semena-tomata-teplica/virobnik-ergon-seeds+kitano_seeds+syngenta (дата звернення: 19.02.2026).
14. Економічна ефективність і біоенергетична оцінка вирощування товарної продукції салату посівного листового (*Lactuca sativa* L. var. *Secalina Alef.*)/ О. Дидів, І. Дидів, М. Соботович та ін. *Вісник Львівського національного університету природокористування*. 2025. № 29. С. 140–146

Дата першого надходження статті до видання: 29.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026

УДК 582.711.712:581.165.7:544

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.2.7>

БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЖИВЦЮВАННЯ ТРОЯНД (*ROSA SPP.*) У ТЕПЛИЧНИХ УМОВАХ

Панцирева Г.В. – д.с.-г.н., доцент,
провідний науковий співробітник,
Вінницький національний аграрний університет
orcid.org/0000-0002-0539-5211

Циганська О.І. – к.с.-г.н., доцент,
провідний науковий співробітник,
Вінницький національний аграрний університет
orcid.org/0000-0002-4046-1034

Панкова С.О. – д.філос. з агрономії, старший викладач,
науковий співробітник,
Вінницький національний аграрний університет
orcid.org/0000-0002-5975-5251

У статті розглянуто особливості вегетативного розмноження троянд у тепличних умовах на прикладі сорту *Jude the Obscure* (англійські троянди, селекція Девіда Остіна). Живцювання визначено як найбільш ефективний метод отримання однорідного посадкового матеріалу збереження сортових ознак. Метою дослідження було вивчення біологічних механізмів укорінення живців та обґрунтування оптимальних технологічних прийомів їх розмноження у закритому ґрунті. Відзначено, що успішність коренеутворення залежить від морфобіологічних характеристик живців, фізіологічного стану материнських рослин, умов мікроклімату теплиці та застосування регуляторів росту. Проведено експеримент із напівдерев'янілими живцями різної довжини (25, 40 і 60 см), які висаджували у стерильний субстрат із суміші торфу та перліту при контрольованій температурі 22–25°C, відносній вологості 85–95 % та розсіяному освітленні. Встановлено, що морфометричні параметри живців суттєво впливають на ефективність укорінення: короткі живці (25 см) мали найнижчий відсоток приживлюваності (65 %), середні (40 см) – оптимальний результат (82%), а довгі (60 см) формували найбільшу кореневу масу, проте приживлюваність знизилася до 78 %. Найкращі показники коренеутворення забезпечували живці середньої довжини, які поєднували достатній запас пластичних речовин із контрольованими транспіраційними втратами. Результати дослідження підтверджують значення комплексної оптимізації умов живцювання, включно з підбором морфометричних параметрів, субстрату та застосуванням стимуляторів росту, для отримання високоякісного садивного матеріалу троянд у тепличних умовах. Практичне значення роботи полягає у розробці рекомендацій щодо ефективного вегетативного розмноження сорту *Jude the Obscure*, що сприятиме підвищенню продуктивності декоративного садівництва та комерційного квіткового виробництва в Україні.

Ключові слова: троянди, сорт, тепличні умови, живцювання, ризогенез, біометрія.

Pantsyрева H.V., Tsyhanska O.I., Pankova S.O. Biological features and technological aspects of rose (*Rosa spp.*) grafting in greenhouse conditions

The article examines the features of vegetative propagation of roses in greenhouse conditions using the *Jude the Obscure* variety (English roses, David Austin selection). Cuttings are identified as the most effective method of obtaining uniform planting material while preserving varietal characteristics. The aim of the study was to study the biological mechanisms of rooting of cuttings



© Панцирева Г.В., Циганська О.І., Панкова С.О., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

and to substantiate the optimal technological methods of their propagation in closed soil. It was noted that the success of root formation depends on the morphobiological characteristics of cuttings, the physiological state of mother plants, the microclimate conditions of the greenhouse and the use of growth regulators. An experiment was conducted with semi-lignified cuttings of different lengths (25, 40 and 60 cm), which were planted in a sterile substrate of a mixture of peat and perlite at a controlled temperature of 22–25°C, relative humidity of 85–95% and diffused lighting. It was found that the morphometric parameters of cuttings significantly affect the rooting efficiency: short cuttings (25 cm) had the lowest percentage of rooting (65%), medium (40 cm) – the optimal result (82%), and long (60 cm) formed the largest root mass, but the rooting rate decreased to 78%. The best rooting indicators were provided by medium-length cuttings, which combined a sufficient supply of plastic substances with controlled transpiration losses. The results of the study confirm the importance of comprehensive optimization of cutting conditions, including the selection of morphometric parameters, substrate and the use of growth stimulants, for obtaining high-quality planting material of roses in greenhouse conditions. The practical significance of the work lies in the development of recommendations for effective vegetative propagation of the Jude the Obscure variety, which will contribute to increasing the productivity of ornamental horticulture and commercial flower production in Ukraine.

Key words: roses, variety, greenhouse conditions, cuttings, rhizogenesis, biometrics.

Постановка проблеми. Розмноження троянд у тепличних умовах є важливим напрямом сучасного декоративного садівництва та квітникарства. Використання ефективних методів живцювання дозволяє отримувати високоякісний посадковий матеріал упродовж року, що має велике значення для комерційного виробництва в Україні [1, с. 72-73]. Водночас потребують уточнення біологічні механізми укорінення та оптимальні технологічні умови, що визначає актуальність даного дослідження [2, с. 249-250].

Троянди (*Rosa* spp.) є одними з найпоширеніших декоративних рослин, які широко використовуються в озелененні, ландшафтному дизайні та квітковому виробництві. Висока декоративна цінність, різноманітність сортів та значний попит на ринку зумовлюють необхідність удосконалення технологій їх розмноження, зокрема у контрольованих умовах закритого ґрунту. Одним із найбільш ефективних способів вегетативного розмноження троянд є живцювання, яке дозволяє зберігати сортові ознаки материнських рослин та отримувати однорідний посадковий матеріал [7, с. 172-173].

Проте успішність укорінення живців значною мірою залежить від біологічних особливостей культури, а також від комплексу технологічних факторів, серед яких провідну роль відіграють умови мікроклімату, склад субстрату та застосування регуляторів росту. Тепличні умови створюють можливість цілорічного контролю температури, вологості та освітлення, що є важливим для підвищення ефективності процесу укорінення. Водночас недостатня оптимізація цих параметрів може призводити до зниження приживлюваності живців і погіршення якості садивного матеріалу. У зв'язку з цим дослідження біологічних закономірностей укорінення живців троянд та розробка ефективних технологічних прийомів їх розмноження у тепличних умовах є актуальним завданням сучасного декоративного рослинництва.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання вегетативного розмноження троянд, зокрема методом живцювання, широко висвітлені у працях вітчизняних і зарубіжних науковців [3, с. 315-316]. Дослідження свідчать, що ефективність укорінення живців значною мірою залежить від генетичних особливостей сорту, фізіологічного стану материнських рослин та умов вирощування [4, с. 238-239].

У роботах багатьох дослідників [5, с. 8-9] встановлено, що ключову роль у процесі коренеутворення відіграють фітогормони, зокрема ауксини, які стимулюють формування адвентивних коренів. Застосування синтетичних регуляторів росту

(індолілмасляної кислоти, індолілоцтової кислоти) сприяє підвищенню відсотка укорінених живців та покращенню якості кореневої системи [6, с. 149-150].

Окрему увагу в наукових публікаціях [9, с. 65-66] приділено впливу мікрокліматичних умов теплиць. Доведено, що оптимальна температура повітря (20-25°C), висока відносна вологість (85-95%) та розсіяне освітлення забезпечують найкращі умови для укорінення живців троянд. Порушення цих параметрів може призводити до пригнічення фізіологічних процесів і зниження ефективності розмноження [10, с. 2-3].

Також значна кількість досліджень присвячена вибору субстратів для живцювання [11, с. 47-48]. Найбільш ефективними вважаються легкі, повітропроникні субстрати, такі як суміші торфу з перлітом або піском, які забезпечують оптимальний водно-повітряний режим. Деякі автори відзначають позитивний вплив стерильності субстрату на зниження ризику розвитку грибкових захворювань. Незважаючи на значну кількість наукових праць, питання комплексної оптимізації технологічних параметрів живцювання троянд у тепличних умовах потребує подальших досліджень, особливо з урахуванням сучасних інтенсивних технологій вирощування та кліматичних особливостей регіонів України.

Мета досліджень. Мета дослідження: вивчити біологічні особливості процесу укорінення живців троянд та обґрунтувати ефективні технологічні прийоми їх розмноження у тепличних умовах.

Дослідження спрямоване на розробку та обґрунтування ефективних агротехнічних заходів і рекомендацій щодо живцювання троянд у закритому ґрунті, враховуючи їх морфобіологічні особливості, адаптивні властивості та потенціал декоративного використання у флористичі та озелененні.

Завдання підсилюється виконанням 2 етапу прикладного дослідження: «Розробка агробіо-технологічних підходів виробництва продукції рослинництва задля відновлення родючості ґрунту, що зазнали впливу бойових дій» (№ РК 0125U000439).

Методика та умови досліджень. Об'єктом дослідження слугував сорт троянди Jude the Obscure, який належить до групи англійських троянд (English Roses), виведених селекціонером Девідом Остіном (рис. 1).

Сорт характеризується високими декоративними якостями, рясним цвітінням та вираженим ароматом, що робить його цінним для декоративного садівництва та квіткового виробництва. Рослина формує сильнорослий кущ заввишки 100-120 см і шириною до 90 см, з прямостоячими або злегка розлогими пагонами. Листки великі, темно-зелені, матові, що забезпечує гарний контраст із квітками. Квітки великі, діаметром 10-12 см, густомахрові, чашоподібної форми. Забарвлення пелюсток варіює від кремово-жовтого до абрикосового відтінку, з більш насиченим тоном у центрі квітки. Однією з характерних особливостей сорту є інтенсивний, приємний аромат із фруктовими нотами, що нагадує запах білого вина або тропічних фруктів. Сорт відзначається повторним і тривалим цвітінням протягом вегетаційного періоду за сприятливих умов вирощування. Jude the Obscure проявляє помірну стійкість до основних грибкових захворювань, однак у тепличних умовах потребує контролю вологості та провітрювання. Щодо розмноження, сорт добре піддається вегетативному розмноженню методом живцювання, проте ефективність укорінення залежить від дотримання оптимальних умов мікроклімату та застосування стимуляторів росту. Таким чином, сорт Jude the Obscure є перспективним об'єктом для досліджень у сфері живцювання троянд у тепличних умовах завдяки поєднанню декоративних якостей і відносної здатності до укорінення.



Рис. 1. Об'єкт дослідження: сорт троянди Jude the Obscure

Живцювання троянд проводили в умовах теплиці з контрольованими параметрами мікроклімату садово-ландшафтного центру «Амітіс». Для дослідження використовували напівздерев'янілі живці сорту Jude the Obscure, заготовлені з материнських рослин у період активної вегетації. Живці нарізали з добре розвинених, здорових пагонів поточного року. Довжина живця становила 10-15 см, із наявністю 2-3 міжвузлів. Нижній зріз виконували під кутом 45° безпосередньо під брунькою, верхній – прямий, на 1-2 см вище верхньої бруньки. Нижні листки видаляли, а верхні частково вкорочували з метою зменшення транспірації. Перед висаджуванням основу живців обробляли розчином стимулятора коренеутворення протягом 12-24 годин або застосовували суху обробку порошкоподібними препаратами. Живці висаджували у стерильний субстрат, який складався із суміші торфу та перліту у співвідношенні 1:1. Глибина загортання становила 2-3 см. Висаджування проводили у касети або контейнери з дренажними отворами. У теплиці підтримували оптимальні умови: температуру повітря на рівні 22-25°C, відносну вологість 85-95 %, та розсіяне освітлення. Для забезпечення високої вологості застосовували систему дрібнодисперсного зрошення (туманоутворення). Регулярно проводили провітрювання з метою запобігання розвитку грибкових захворювань. У процесі укорінення здійснювали спостереження за станом живців, фіксували терміни утворення калюсу та коренів, а також визначали відсоток укорінених рослин. Тривалість укорінення становила в середньому 3-5 тижнів залежно від умов вирощування. Отримані результати обробляли статистично для оцінки ефективності застосованих технологічних прийомів [9].

Результати досліджень. Живці заготовлювали з напівздерев'янілих пагонів поточного року. Варіанти відрізнялися за довжиною живця з метою визначення оптимальних параметрів для укорінення (табл. 1).

Таблиця 1

Біометричні показники живців троянди *Jude the Obscure*

№ варіанта	Довжина живця, см	Кількість міжвузлів, шт.	Діаметр пагона, мм	Довжина нижнього зрізу, см
1	25	2	3,4	2,0
2	40	5	4,5	3,5
3	60	7	5,6	5,0

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Аналіз морфометричних показників живців троянди *Jude the Obscure* засвідчує суттєву диференціацію варіантів за основними структурними параметрами, що мають визначальний вплив на перебіг процесів укорінення (рис. 2).



Рис. 2. Висаджені живці троянд

У першому варіанті використовували живці довжиною 25 см із двома міжвузлями та найменшим діаметром пагона (3,4 мм). Такі живці характеризуються відносно обмеженим запасом пластичних речовин, проте їхня помірна довжина сприяє зниженню транспіраційних втрат. Довжина нижнього зрізу становила 2,0 см, що забезпечує достатню площу контакту з субстратом для ініціації коренеутворення. Другий варіант представлений довшими живцями (40 см), які мали п'ять міжвузлів і більший діаметр пагона (4,5 мм). Збільшення кількості міжвузлів свідчить про вищий потенціал утворення адвентивних коренів, оскільки саме у вузлових зонах локалізуються меристематичні тканини. Довжина нижнього зрізу (3,5 см) підвищує площу поглинання води та стимулює ризогенез (рис. 3).

У третьому варіанті досліджували живці максимальної довжини (60 см) із сімома міжвузлями та найбільшим діаметром пагона (5,6 мм). Такі живці характеризуються значним запасом поживних речовин і високою фізіологічною активністю. Довжина нижнього зрізу становила 5,0 см, що істотно збільшує площу

коренеутворення. Водночас надмірна довжина живців може призводити до підвищених втрат вологи та потребує більш ретельного контролю мікрокліматичних умов у теплиці. Таким чином, встановлено, що зі збільшенням довжини живця, кількості міжвузлів та діаметра пагона зростає потенційна здатність до укорінення, однак надмірні розміри можуть негативно впливати на водний баланс рослин, що необхідно враховувати при оптимізації технології живцювання.



Рис. 3. Живці троянд сорту *Jude the Obscure*

Аналіз результатів укорінення живців різної довжини свідчить про значний вплив морфометричних параметрів на процес ризогенезу. У першому варіанті (25 см) відсоток приживлюваності живців становив 65 %, що є нижчим порівняно з іншими варіантами. Це пояснюється обмеженим запасом пластичних речовин у коротких живцях та меншою кількістю міжвузлів, які слугують активними зонами утворення адвентивних коренів. Середня довжина коренів у цьому варіанті становила 4,2 см, а маса кореневої системи – 0,48 г, що свідчить про достатню, проте обмежену фізіологічну активність тканин (табл. 2).

Таблиця 2

Результати укорінення живців троянди *Jude the Obscure* у тепличних умовах

№ варіанта	Довжина живця, см	Відсоток укорінених живців, %	Середня довжина коренів, см	Середня маса кореневої системи, г
1	25	65	4,2	0,48
2	40	82	6,5	0,75
3	60	78	7,1	0,88

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Другий варіант (40 см) продемонстрував найвищий відсоток укорінення живців – 82%. Живці середньої довжини з п'ятьма міжвузлями та середнім діаметром пагона забезпечують оптимальний баланс між запасом асимілатів та контролем транспірації, що сприяє інтенсивному формуванню кореневої системи. Середня довжина коренів досягала 6,5 см, а маса коренів – 0,75 г, що характеризує високу приживлюваність та ефективність живцювання. У третьому варіанті (60 см) спостерігалось дещо зниження відсотка приживлюваності до 78%, незважаючи на максимальні розміри живців і значну масу кореневої системи (0,88 г). Це свідчить про те, що надмірна довжина живців підвищує водні втрати та навантаження на фізіологічні процеси, що може частково обмежувати укорінення. Водночас середня довжина коренів була найбільшою – 7,1 см, що свідчить про потенціал формування міцної кореневої системи при дотриманні оптимальних умов мікроклімату. Отже, за результатами досліджень встановлено, що живці середньої довжини (40 см) є оптимальними для укорінення сорту Jude the Obscure у тепличних умовах, оскільки вони поєднують високу приживлюваність з інтенсивним коренотворенням. При цьому короткі живці характеризуються нижчим відсотком приживлюваності, а надмірно довгі – ризиком підвищених водних втрат, що вимагає корекції мікрокліматичних умов.

Висновки. У результаті проведеного дослідження живцювання троянди сорту Jude the Obscure у тепличних умовах встановлено, що морфометричні параметри живців суттєво впливають на ефективність укорінення та формування кореневої системи. Живці короткої довжини (25 см) продемонстрували найнижчий відсоток приживлюваності (65 %), що пояснюється обмеженням запасом пластичних речовин і меншою кількістю міжвузлів, активних у процесі ризогенезу. Живці середньої довжини (40 см) показали оптимальні результати – 82% укорінення рослин, середня довжина коренів 6,5 см, маса кореневої системи 0,75 г, що свідчить про збалансоване співвідношення фізіологічного потенціалу та контролю транспіраційних втрат. Найдовші живці (60 см) формували найбільшу кореневу масу і довжину коренів, проте відсоток приживлюваності знизився до 78%, що обумовлено підвищеними водними втратами та навантаженням на фізіологічні процеси. Отримані дані свідчать про необхідність використання живців середньої довжини для підвищення ефективності вегетативного розмноження троянд у теплицях. Водночас оптимізація мікрокліматичних умов, субстрату та застосування стимуляторів росту є ключовими чинниками для забезпечення високої приживлюваності та розвитку міцної кореневої системи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Myalkovsky R., Pantsyreva H. The use of digestate for the development of organic agricultural production. *Agro-ecological potential of soil cover of Vinnytsia region: scientific monograph*. Riga, Latvia: Publishing House «Baltija Publishing». 2023. P. 72-90. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-290-6-4>
2. Pantsyreva H., Vovk V., Bronnicova L., Zabarna T. Efficiency of the Use of Lawn Grasses for Biology and Soil Conservation of Agricultural Systems under the Conditions of the Ukraine's Podillia. *Journal of Ecological Engineering*. 2023. Vol. 24, № 11. P. 249-256. DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/171649>
3. Didur I., Tkachuk O., Pantsyreva H., Chabanuk Ya., Pankova S., Hutsol H., Mazur O., Kovka N. Bioindication characteristics of trees in solid protection forest strips depending on intensive agriculture. *Journal of Ecological Engineering*. 2025, Vol. 26, Issue 6. P. 315–328. DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/202749>

4. Pansyryeva H., Tysiachnyi O., Matusyak M., Kozak Y. Influence of the Type of Root on the Rooting of *Viburnum opulus*. *Journal of Ecological Engineering*. 2024. Vol. 25, Issue 4. P. 238–248. DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/184690>
5. Prokopchuk V., Pansyryeva H., Tsyhanska O. Biostationary and exposition plot of Vinnytsia national agrarian university as an educational, scientific and manufacturing base in preparation of the landscape gardening specialist. *The scientific heritage*. 2020. Vol. 1 (51). P. 8–17.
6. Tkachuk O., Pansyryeva H., Mazur K., Chabanuk Ya., Zabarna T., Pelekh L., Bronnicova L., Kozak Yu., Viter N. Ecological problems of the functioning of field protective forest belts of Ukrainian Forest Steppe. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2025. Vol. 26(1). P. 149-161 DOI: <https://doi.org/10.12912/27197050/>
7. Tsyhanska O., Pansyryeva H., Dolinska O. Analysis of vertical landscaping and recommendations for its improvement in the closed environment. *Сільське господарство та лісівництво*. 2024. № 3 (34). С. 171-181. DOI: 10.37128/2707-5826-2024-3-15
8. Гончарук І.В., Панцирева Г.В., Броннікова Л.Ф. Формування газонних трав на основі ґрунтозбереження в умовах паркової зони ВНАУ. *Збалансоване природо-користування*. 2023. № 3. С. 108-114. DOI: 10.33730/2310-4678.3.2023.287824
9. Лаптев О.О. Інтродукція та акліматизація рослин з основами озеленення. Київ: Фітосоціоцентр, 2001. 109 с.
10. М'ялковський Р.О., Панцирева Г.В., Безвіконний П.В., Потапський Ю.В., Петрище О.І., Лобунько Ю.В. Удосконалення агротехніки вирощування садивного матеріалу *Vixus Sempervirens* L. в умовах Поділля. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2023. № 4 (104). DOI: [https://doi.org/10.31548/dopovidi4\(104\).2023.010](https://doi.org/10.31548/dopovidi4(104).2023.010)
11. Панцирева Г.В. Миколюк О.О., Семчук В.В. Сучасний стан колекції півоній на базі ботанічного саду «Поділля» Вінницького національного аграрного університету. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2019. Т. 29. № 8. С. 46-50. <https://doi.org/10.36930/40290806>

Дата першого надходження статті до видання: 01.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026

УДК 632.51:632.6/7:632.4

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.2.8>

АНАЛІЗ ВИДОВОГО СКЛАДУ ШКІДЛИВИХ ОРГАНІЗМІВ *PAULOWNIA* spp.: ФІТОСАНІТАРНІ РИЗИКИ

Піковський М.Й. – д.с.-г.н.,

професор кафедри фітопатології імені академіка В.Ф. Пересипкіна,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
orcid.org/0000-0003-0689-604X

Дудченко В.В. – д.е.н., професор,

член-кореспондент Національної академії аграрних наук України,
професор кафедри ботаніки та захисту рослин,
Херсонський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/0000-0001-8545-7904

Марковська О.Є. – д.с.-г.н., професор,

завідувач кафедри ботаніки та захисту рослин,
Херсонський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/0000-0002-4810-7443

Градченко С.І. – к.с.-г.н.,

Інститут садівництва Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0002-4581-1910

У вітчизняних наукових джерелах розкрито потенціал екосистемних послуг та акцентовано увагу на питання які стосуються удосконалення технології вирощування павлонії повстистої. При цьому видовий склад шкідливих організмів залишається недостатньо вивченим. Більшість наявної інформації про хвороби, комах-фітофаги та інші біотичні чинники, які обмежують продуктивність павлонії, базується на закордонному досвіді. За результатами аналізу, узагальнення та систематизації наукових досліджень шкідливих організмів у насадженнях культури встановлено, що небезпечними патогенами для рослин є гриби та грибоподібні організми: *Rhizoctonia solani*, *Fusarium* spp., *Phytophthora* spp., *Macrophomina phaseolina*, *Armillaria mellea*, *Athelia rolfsii*, *Stereum hirsutum*, *Pycnoporus cinnabarinus*, *Botryosphaeria dothidea*, *Alternaria alternata*, *Cytospora paulowniae* comb. nov. та інші. Залежно від виду збудника вказані патогени викликають хвороби кореневої системи та кореневої шийки, всихання пагонів і усієї рослини, плямистість листя. Патологія фітоплазмової етіології «відьмині мітли» зумовлює укорочення міжвузлів, філодію, уповільнення росту, віресценцію. Галові нематоди (*Meloidogyne*) виявлені в окремих країнах і призводять до зниження процесів росту у павлонії. Також відмічено рослини напівпаразити *Loranthus parasiticus* і *Loranthus yadoriki*. На павлонії у різних регіонах світу можуть траплятися комах-фітофаги *Agrotis ypsilon*, *Agrotis toxionis* (*Agrotis tokionis*), *Euxoa segetum* (*Agrotis segetum*), *Serica orientalis* (*Maladera orientalis*), *Anomala corpulenta*, *Holotrichia diomphalia*, *Gryllotalpa unispina*, *Gryllotalpa africana*, *Empoasca flavescens*, *Cicadella viridis*, *Cryptothoele variegata*, *Psilogramma menephron*, *Batocera horsfieldi*, *Megopsis sinica*, *Basiprionota bisignata*, *Aleuroplatus pectiniferus*, *Catopsilia crocale*, *Cyrtopeltis tenuis* (*Nesidiocoris tenuis*), *Drosicha stebbingii*, *Heliothis armigera* (*Helicoverpa armigera*), *Heliothis peltigera*, *Lymantria* sp., *Myzus persicae*, *Odontotermes obesulus*, *Plusia orichalcea* (*Thysanoplusia orichalcea*), *Plusia nigrisigna* (*Autographa nigrisigna*), *Phycodes radiata*, *Precis orithya* (*Junonia orithya*), *Melolontha melolontha* та *Amphimallon solstitiale*. Рівень шкідливості комах, залежить від регіону їх поширення. В умовах України видовий



© Піковський М.Й., Дудченко В.В., Марковська О.Є., Градченко С.І., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

склад бур'янів у молодих насадженнях павловнії характеризувався домінуванням *Polygonum persicaria*, *Chenopodium album*, *Solanum nigrum*, *Galium aparine*, *Raphanus raphanistrum*, *Thlaspi arvense*, *Amaranthus retroflexus* та *Setaria glauca*.

Ключові слова: павловнія, хвороби, нематодні патології, рослини-паразити, комахи-фітофаги, бур'яни, інвазійні види, енергетична культура, фітосанітарний моніторинг.

Pikovskiy M.Y., Dudchenko V.V., Markovska O.Ye., Hradchenko S.I. Analysis of the species composition of harmful organisms of Paulownia spp.: phytosanitary risks

Domestic scientific sources reveal the potential of ecosystem services of paulownia plantations, and focus on issues related to improving the technology of growing paulownia. At the same time, the species composition of harmful organisms remains insufficiently studied. Most of the available information on diseases, phytophagous insects and other biotic factors that limit the productivity of paulownia is based on foreign experience. According to the results of the analysis, generalization and systematization of scientific research on harmful organisms in crop plantations, it was established that dangerous pathogens for plants are fungi and fungus-like organisms: *Rhizoctonia solani*, *Fusarium* spp., *Phytophthora* spp., *Macrophomina phaseolina*, *Armillaria mellea*, *Athelia rolfsii*, *Stereum hirsutum*, *Pycnoporus cinnabarinus*, *Botryosphaeria dothidea*, *Alternaria alternata*, *Cytospora paulowniae* comb. nov. and others. Depending on the type of pathogen, these pathogens cause diseases of the root system and root collar, drying of shoots and the entire plant, leaf spotting. Pathology of phytoplasma etiology «witch's broom» causes shortening of internodes, phyllodes, growth retardation, virescence. Nematodes (*Meloidogyne*) have been found in some countries and lead to a decrease in growth processes in paulownia. The semi-parasitic plants *Loranthus parasiticus* and *Loranthus yadoriki* have also been noted. Phytophagous insects *Agrotis ypsilon*, *Agrotis toxionis* (*Agrotis tokionis*), *Euxoa segetum* (*Agrotis segetum*), *Serica orientalis* (*Maladera orientalis*), *Anomala corpulenta*, *Holotrichia diomphalia*, *Gryllotalpa unispina*, *Gryllotalpa africana*, *Empoasca flavescens*, *Cicadella viridis*, *Cryptothoele variegata*, *Psilogramma menephron*, *Batocera horsfieldi*, *Megopis sinica*, *Basiprionota bisignata*, *Aleuroplatus pectiniferus*, *Catopsilia crocale*, *Cyrtopeltis tenuis* (*Nesidiocoris tenuis*), *Drosicha stebbingii*, *Heliothis armigera* (*Helicoverpa armigera*), *Heliothis peltigera*, *Lymantria* sp., *Myzus persicae*, *Odontotermes obesius*, *Plusia orichalcea* (*Thysanoplusia orichalcea*), *Plusia nigrisigna* (*Autographa nigrisigna*), *Phycodes radiata*, *Precis orithya* (*Junonia orithya*), *Melolontha melolontha* and *Amphimallon solstitialis*. The level of damage caused by insects depends on the region of distribution. In the conditions of Ukraine, the species composition of weeds in young paulownia plantations was characterized by the dominance of *Polygonum persicaria*, *Chenopodium album*, *Solanum nigrum*, *Galium aparine*, *Raphanus raphanistrum*, *Thlaspi arvense*, *Amaranthus retroflexus* and *Setaria glauca*.

Key words: paulownia, fungal diseases, nematode pathologies, parasitic plants, pests, weeds, invasive species, energy crop, phytosanitary monitoring.

Постановка проблеми. Павловнія – це листопадне дерево родини Paulowniaceae, що походить із Китаю, включає кілька видів, серед яких *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud. характеризується високою екологічною валентністю та здатністю адаптуватися до різноманітних умов навколишнього середовища [1]. Завдяки своєму швидкому зростанню, високому врожаю біомаси павловнія стала цінним ресурсом для виробництва енергії [2]. Глобальне потепління внаслідок зміни клімату призвело до збільшення світового попиту на енергію [3]. Ці зміни викликали значний перехід до відновлюваних джерел енергії. З огляду на постійне зростання населення світу та розвиток кліматичних умов, дедалі важливіше розробляти та впроваджувати методи сталого виробництва біомаси, щоб забезпечити успішну та стійку біоекономіку. Зелені технології, в тому числі біопаливо, є одними з найефективніших стратегій скорочення викидів парникових газів, одночасно задовольняючи енергетичні потреби людства [4]. Водночас, хвороби, комахи-фітофаги та сегетальна рослинність можуть негативно впливати на нормальний ріст павловнії, спричинюючи зниження продуктивності або навіть загибель рослин. Вивчення фітосанітарних ризиків для павловнії є необхідним для розробки ефективних заходів захисту.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідники зазначають, що різні аспекти вирощування павловнії та створення на її основі енергетичних плантацій зумовлюють виникнення дискусій. Часто на виробництві виникає проблема морозостійкості нових гібридів павловнії, ефективної технології догляду та суперечливим визначенням інвазивності даної культури [5].

Розглядаючи використання павловнії, науковці бачать її як деревний вид, призначений виключно для плантаційного вирощування з належним контролем розповсюдження та впливу на біорізноманіття прилеглих територій [6].

Для промислового культивування плантацій павловнії необхідні детальні дослідження особливостей її вирощування в різних ґрунтово-кліматичних зонах України [7]. У вітчизняних наукових джерелах розкрито потенціал екосистемних послуг плантації павловнії [8, 9], акцентовано увагу на спектр питань, які стосуються удосконалення агротехнології павловнії повстистої [5]. Однак при цьому в умовах України видовий склад шкідливих організмів даної культури залишається молочивченим. Більшість наявної інформації про хвороби, комахи-фітофаги та інші біотичні чинники, які обмежують продуктивність павловнії, базується на закордонному досвіді [10, 11, 12].

Метою роботи було узагальнити відомості та систематизувати наявні наукові дані щодо збудників хвороб, шкідників рослин павловнії та видового складу бур'янів у насадженнях культури.

Матеріали та методи досліджень. Методи пошуку та збору інформації. Бібліографічний і ретроспективний аналіз. Систематизація та класифікація, зокрема розподіл організмів за таксономічними групами. Моніторинг видового різноманіття. Латинські назви шкідливих організмів, наведені згідно публікацій у котрих вони згадуються.

Результати досліджень та їх обговорення. Світовий досвід вивчення шкідливих організмів на павловнії зосереджений на ідентифікації фітопатогенів та ентомологічному моніторингу. Так, в умовах Китаю павловнія уражується різними збудниками грибних хвороб. Зокрема, антракноз є небезпечною хворобою саджанців і викликає передчасне опадання листя, в'янення і відмирання пагонів. Коренева гниль (збудники гриби *Rhizoctonia solani* та *Fusarium* spp.) призводить до відмирання розсади павловнії (табл. 1). Рослини також уражують гриби *Phyllactinia imperialis* Miyabe, *Uncinula clintonii* Peck, *Cercospora paulowniae* Hori, *Mycosphaerella paulowniae* Shirai et Hara, *Valsa paulowniae* Miyabe et Hemmi, *Septobasidium tanakae* (Miyabe) Boed et Steinm. Водночас, як зазначають автори, дані патогени не дуже поширені та завдають незначної шкоди [13].

У процесі інтродукції павловнії та зростанні площ культивування відбувається поступове накопичення інформації щодо видового складу шкідливих організмів у різних регіонах світу. Як зазначає Бартон І.Л. із співавторами [14] молоді рослини павловнії можуть бути сприйнятливими до різних патогенів. Зокрема, два види грибів, мають незначне значення для павловнії: *Fusarium merismoides* – спричиняє відмирання гілочок, а *Phoma macrostoma* – зумовлює плямистість листя. Еде Дж. Е. (Ede J.E.) у свої дослідженнях [цит. за 14] відмічав загибель дерева павловнії унаслідок паразитування гриба *Armillaria* spp.

В умовах Австралії на 5-6 річних живих деревах павловнії, виявили характерні базидіоми гриба *Руспорус* sp. Це перше повідомлення про те, що *Руспорус cinnabarinus* є патогеном для дерев павловнії. Ймовірно, що гриб потрапляє в тканини живих дерев через рани, спричинені обрізкою або пошкодження від сонячних опіків [15].

Таблиця 1

Перелік збудників мікозів, фітоплазмозів, фітонематод і паразитичних видів рослин, які трапляються на *Paulownia* spp.

Збудник/паразит	Патологія/ симптоми	Види рослин	Джерело
гриби та грибоподібні організми			
<i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Fusarium</i> spp.	коренева гниль	<i>Paulownia</i> spp.	[13]
<i>Fusarium merismoides</i>	відмирання пагонів	<i>Paulownia</i> spp.	[14]
<i>Pyrenopeziza cinnabarinus</i>	загнивання деревини	<i>Paulownia fortunei</i>	[15]
<i>Armillaria mellea</i> , <i>Athelia rolfsii</i> , <i>Stereum hirsutum</i> , <i>Thanatephorus cucumeris</i>	хвороби деревини та кореневої системи	<i>Paulownia</i> spp.	[16]
<i>Phytophthora nicotianae</i> , <i>Phytophthora palmivora</i>	фітофтороз коренів і гниль кореневої шийки	<i>Paulownia elongata</i> × <i>P. fortunei</i>	[11]
<i>Botryosphaeria dothidea</i> , <i>Macrophomina phaseolina</i> , <i>Phytophthora pseudocryptogea</i> , <i>P. citrophthora</i> , <i>P. erythrosepica</i>	виразки на корі, відмирання пагонів, коренева гниль	<i>Paulownia</i> spp.	[17]
<i>Alternaria alternata</i>	плямистість листя, некроз пагонів	<i>P. fortunei</i> , <i>Paulownia</i> spp.	[18]
<i>Cytospora paulowniae</i> comb. nov.	відмирання пагонів	<i>P. tomentosa</i>	[20]
фітоплазма			
« <i>Candidatus Phytoplasma asteris</i> »	укорочення міжвузль, пожовтіння або почервоніння листя, філодія, уповільнення росту, віресценція, стерильні квіти	<i>Paulownia</i> spp.	[21, 24, 23]
фітопаразитичні нематоди			
<i>Meloidogyne incognita</i> , <i>M. javanica</i>	утворення гал на кореневій системі,	<i>P. fortunei</i> , <i>P. tomentosa</i>	[25]
<i>Meloidogyne arenaria</i> , <i>M. incognita</i> , <i>M. javanica</i> та <i>M. mayaguensis</i>	уповільнення росту та зменшення діаметра стовбура	<i>P. elongata</i>	[26]
рослини напівпаразити			
<i>Loranthus parasiticus</i> , <i>L. yadoriki</i>	паразиткування на гілках дерев	<i>Paulownia</i> spp.	[13]

Юрай Пацлт [16] у своїй праці наводить 25 відомих таксонів грибів базидіоміцетів (*Armillaria mellea*, *Athelia rolfsii*, *Stereum hirsutum*, *Thanatephorus cucumeris* та ін.), які уражують рослини павлонії.

Фітофтороз коренів і гниль кореневої шийки павлонії, є новою хвороба для Європи. У 2018 році в умовах Італії (Калабрія) спостерігали в'янення, затримку росту, пожовтіння листя та інші симптоми у близько 40 % дерев 2-річної посадки

Paulownia elongata × *P. fortunei*. За результатами мікологічних досліджень було ідентифіковано два види роду *Phytophthora*: *Phytophthora nicotianae* та *Phytophthora palmivora*. У тестах на патогенність шляхом інокуляції ґрунту *P. nicotianae* виявився більш вірулентним [11].

Також на території Італії спостерігали загибель рослин у насадженнях павловнії від інших видів мікроорганізмів. За результатами вилучення та лабораторної ідентифікації, встановлено збудників які відносяться до грибів і грибоподібних організмів. Зокрема це мікроміцети *Macrophomina phaseolina* та *Botryosphaeria dothidea* (Botryosphaeriaceae), *Phytophthora pseudocryptogea*, *Phytophthora citrophthora* та *Phytophthora erythroseptica* (Peronosporaceae). Дані фітопатогенні гриби були вперше описані на павловнії у регіоні досліджень. Перевірка патогенності мікроміцетів, шляхом інокуляції однорічних вкорінених живців, підтвердила розвиток симптомів хвороб таких, як і в польових умовах [17].

Альтернаріоз на плантаціях *Paulownia fortunei* відмічали у Західній Австралії. *Alternaria* spp. був вилучений із 100 % усіх уражених тканин. Досліджені ізоляти були віднесені до виду *Alternaria alternata*. Це перше повідомлення про альтернаріоз павловнії [18.]. Паразитування *A. alternata* на рослинах павловнії також відмічено в умовах України [19].

Дослідженнями підтверджено ураження грибом *Cytospora paulowniae* comb. nov. рослин *P. tomentosa* в Японії. Патоген викликав відмирання пагонів [20].

«Відьмині мітли» є небезпечною хворобою павловнії, яка може призвести до значних економічних збитків [21]. Уражені рослини розвивають низку симптомів: укорочення міжвузля, пожовтіння або почервоніння листя, філодія, уповільнення росту, віресценція, стерильні квіти та некроз [22]. «Відьмині мітли» зумовлюють у хворих дерев низку фізіологічних змін, які спричиняють порушення обміну речовин і поступову загибель [13]. Патологію викликає облигатний біотрофний мікроорганізм – фітоплазма, який належить до «*Candidatus Phytoplasma asteris*» [23]. Збудник хвороби поширюється переважно комахами-переносниками *Halyomorpha mista*, *H. halys* та *H. picus* і вегетативно (кореневими живцями) [24].

Дослідження галових нематод *Paulownia fortunei* та *P. tomentosa* проведено у розсаднику та на експериментальних ділянках (в умовах Індії). Обидва види рослин були чутливими до *Meloidogyne incognita* та *Meloidogyne javanica*. У розсаднику захворюваність становила 60 % у *P. fortunei* та 46,67 % у *P. tomentosa* [25].

У 2007 році (штат Флорида, США) було виявлено, що галові нематоди уражували 5-річні рослини *Paulownia elongata*. Симптоми включали пожовтіння листя, уповільнення росту та зменшення діаметра стовбура. Уражене коріння загнивало. На коревій системі рослин спостерігалися великі гали. За результатами ідентифікації встановлено наступні види нематод: *Meloidogyne arenaria*, *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica* та *Meloidogyne mayaguensis* (1). Це перше повідомлення про *P. elongata* як хазяїна чотирьох видів галових нематод [26].

У Польщі досліджено частоту та щільність популяцій нематод, що заселяють кореневу зону рослин павловнії. Загалом було ідентифіковано 20 видів. Серед них виявлено *Trichodorus viruliferus* та *Longidorus attenuatus*, що належать до групи переносників вірусів. Автори акцентують увагу на необхідності визначення патогенності нематод стосовно *P. tomentosa*, а також оцінки ризику їх появи у ґрунтах, призначених для майбутніх плантацій [12].

Стеблові напівпаразити *Loranthus parasiticus* (Linn.) Merr. та *Loranthus yadoriki* Sieb. завдають значної шкоди павловнії і трапляються в умовах Китаю [13].

На території Китаю павловнії можуть пошкоджуватися комахами-фітофагами *Agrotis ypsilon* Rott., *Agrotis toxionis* Butler, *Euxoa segetum* Schiff, *Serica orientalis* Matsch, *Anomala corpulenta* Matsch, *Holotrichia diomphalia* Bates, *Gryllotalpa unispina* Saussure, *Gryllotalpa africana* Palisot de Beauvois, *Empoasca flavescens* (Fabricius), *Cicadella viridis* L., *Cryptothoelea variegata* Snellen, *Psilogramma menephron* Cramer, *Batocera horsfieldi* Hope, *Megopis sinica* White та *Basiprionota bisignata* Boh. Масштаби шкоди, завданої комахами, варіюють від регіону поширення [13].

Дослідженнями, проведеними у розсадниках і на плантаціях, а також у кампусі Інституту лісу (Пакистан, Пешавар) [10], встановлено, що на рослинах *Paulownia* spp. жилилися чотирнадцять видів фітофагів, таких як *Agrotis ypsilon* Rott., *Aleuroplatus pectiniferus* Quiint., *Catopsilia crocale* Cram., *Cyrtopeltis tenuis* Reut., *Drosicha stebbingii* Gr., *Heliothis armigera* Hueb., *H. peltigera* Hueb., *Lymantria* sp. Walk., *Myzus persicae* Sul., *Odontotermes obesus* Ram., *Plusia orichalcea* Fab., *P. nigrisigna* Fab., *Phycodes radiata* Ochsen. та *Precis orithya* Marsh. Вид *D. stebbingii* масово розвивався на *P. tomentosa* та *P. fortunei* [10].

Інвазивний клоп *Halyomorpha halys* Stal. вперше в Європі виявлений у 2007 році в Швейцарії. Цей фітофаг походить зі Східної Азії та був завезений до США. Він є поліфагом і також пошкоджує *P. tomentosa* [27]. В Україні *H. halys* внесений до переліку регульованих шкідливих організмів списку А-1 [28].

У результаті аналізу літературних джерел в умовах України встановлено, що на плантаціях павловнії не виявлено масового заселення рослин шкідниками. Проте трапляються поліфаги: попелиця, щитівка, слимаки, хрущі. Найбільшої шкоди завдають травневий (*Melolontha melolontha* L.) та червневий (*Amphimallon solstitale* L.) хрущ. Особливо потерпають рослини унаслідок пошкодження коріння личинками другого і третього віку. Найбільш небезпечними хрущі є для молодих дерев, які можуть гинути [7].

Молоді рослини павловнії дуже чутливі до бур'янового компоненту. Українськими дослідниками встановлено, що на експериментальних ділянках насаджень павловнії серед виявлених 11 видів бур'янів постійно траплялись 8: гірчак печечуйний (*Polygonum persicaria* L.), лобода біла (*Chenopodium album* L.), паслін чорний (*Solanum nigrum* L.), підмаренник чіпкий (*Galium aparine* L.), редька дика (*Raphanus raphanistrum* L.), талабан польовий (*Thlaspi arvense* L.), щиріця звичайна (*Amaranthus retroflexus* L.) і мишій сизий (*Setaria glauca* L.) [29].

Висновки і пропозиції. Аналіз, узагальнення та систематизація наукових досліджень шкідливих організмів у насадженнях павловнії засвідчив: збудники хвороб і комах-фітофаги використовують рослини павловнії як джерело поживних речовин і середовище для розвитку, виступаючи консументами її органічної маси, що призводить до зниження загальної продуктивності дерев і навіть загибелі.

Наукова база щодо фітосанітарного стану насаджень павловнії (виробничих, наукових) в умовах України залишається обмеженою, що пов'язано з коротким періодом масової інтродукції культури. Існують труднощі з діагностикою хвороб різної етіології, прихованим розвитком патогенів і появою симптомів. Також вкрай мало системних досліджень ентомокомплексу в різних природно-кліматичних зонах України. В умовах змін клімату, є ризик появи нових інвазійних видів шкідливих організмів, які можуть бути специфічними для павловнії та призводити до зниження продуктивності рослин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Dong H., Van Buijtenen J.P. A Paulownia seed source trial in east Texas and its implications to species introduction. *South. J. Appl. For.* 1994. Vol. 18, Iss. 2. P. 65–67.
2. Lugli L., Mezzalana G., Lambardi M., Zhang H., La Porta N. Paulownia spp.: A Bibliometric Trend Analysis of a Global Multi-Use Tree. *Horticulturae*. 2023. № 9. 1352. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9121352>
3. Banja M., Sikkema R., Jégard M., Motola V., Dallemand J.F. Biomass for energy in the EU—The support framework. *Energy Policy*. 2019. Vol. 131. P. 215–228.
4. Antar M., Lyu D., Nazari M., Shah A., Zhou X., Smith D.L. Biomass for a sustainable bioeconomy: An overview of world biomass production and utilization. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2021. Vol. 139. 110691.
5. Гументик М.Я., Бордусь О.Ю. Удосконалення агротехнологічних умов вирощування павловнії в Лісостепу України. *Біоенергетика*. 2025. № 1-2. С. 17–20. <https://doi.org/10.47414/be.1-2.2023.290625>
6. Іванюк А.П., Заячук В.Я., Лисюк, Р.М., Дармограй Р.Є. Перспективи використання деревини павловнії повстистої *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія»*. 2023. Випуск 2 (52). С. 38–46. <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.2.5>.
7. Рекомендації з технології вирощування та використання павловнії в умовах Лісостепу України / [М.В. Роїк, Ю.А. Шафаренко, В.М. Сінченко, М.Я. та ін.] ; за ред. М. Я. Гументик, О.О. Ягольник. Київ: ЦП «Компринт», 2020. 67 с.
8. Гументик М.Я., Ягольник О.О. Павловнія – високопродуктивна культура для виробництва біопалива та деревини. *Біоенергетика*. 2020. №. 2. С. 6–8. <https://doi.org/10.47414/be.2.2020.224982>.
9. Брич В.Я., Гайда Ю.І., Фучило Я.Д., Гументик В.М., Шувар А.М., Борисяк О.В. Потенціал екосистемних послуг плантацій павловнії в Україні: моделювання вікової динаміки. *Біоенергетика*. 2025. № 1. С. 5–10. <https://doi.org/10.47414/be.2025.No1.pp5-10>.
10. Bajwa G.A., Gul H. Some observations on insect species of Paulownia spp. at the Pakistan Forest Institute Campus, Peshawar. *The Pakistan Journal of Forestry*. 2000. Vol. 50, № 1-2. P. 71-80.
11. Aloï F., Riolo M., La Spada F., Bentivenga G., Moricca S., Santilli E., Pane A., Faedda R., Cacciola S.O. Phytophthora Root and Collar Rot of Paulownia, a New Disease for Europe. *Forests*. 2021. Vol. 12, Iss. 12. 1664. <https://doi.org/10.3390/f12121664>.
12. Skwiercz A., Zapałowska A., Flis L., Koc-Jurczyk J., Jurczyk Ł., Litwińczuk W., Puchalski C. Plant Parasitic Nematodes on *Paulownia tomentosa* in Poland. *Journal of Horticultural Research*. 2022. Vol. 30, № 1. P. 31–40. <https://doi.org/10.2478/johr-2022-0010>.
13. Zhu Z.-H., Chao C.-Ju, Lu X.-Yu, Gao X.Y. Paulownia in China: cultivation and utilization. By Chinese Academy of Forestry Staff. Asian network for biological sciences and international development research centre, Beijing. 1986. 65 p.
14. Barton I.L., Nicholas I.D., Ecroyd C.E. Paulownia. *Forest Research Bull.* 2007. № 231. P. 5–68.
15. Bayliss K.L., Foster B.C., Dell B., Hardy G.E.St.J. *Pycnoporus cinnabarinus* is pathogenic on living Paulownia trees. *Australasian Plant Pathology*. 2007. Vol. 36. P. 53–55.
16. Paclt J. Basidiomycetes inhabiting the ornamental tree Paulownia (Scrophulariaceae). *Österr. Z. Pilzk.* 2009. Vol. 18. P. 1–6.
17. Bregant C., Carloni F., Balestra M., Linaldeddu B.T., Murolo S. Pathogenicity of Botryosphaeriaceae and Phytophthora species associated with Paulownia dieback, canker and root rot in Italy. *Phytopathologia Mediterranea*. 2023. Vol. 62, № 3. P. 481–488. doi.org/10.36253/phyto-14910.

18. Ray J.D., Burgess T., Malajczuk N., Hardy G.E.St.J. First report of *Alternaria* blight of *Paulownia* spp. *Australasian Plant Pathology*. 2005. Vol. 34, № 1. P. 107-109. <https://doi.org/10.1071/AP04087>.
19. Піковський М.Й., Марковська О.Є., Азаїкі С.С., Різник В.М. Симптоматика грибних хвороб енергетичних культур. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2025. № 145. Частина 2. С. 32-40. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.145.2.4>.
20. Hattori Y., Masuya H., Torii M., Miyamoto T., Koiwa T., Nakashima C. Lectotypification, epitypification, and molecular phylogenetic confirmation of *Cytospora paulowniae* comb. nov., a causal pathogen of *Paulownia* tree canker in Japan. *Mycoscience*. 2024. Vol. 65, № 4. P. 156–161. <https://doi.org/10.47371/mycosci.2024.02.006>.
21. Nakamura H., Yoshikawa N., Takahashi T., Sahashi N., Kubono T., Shoji T. Evaluation of primer pairs for the reliable diagnosis of *Paulownia* witches'-broom disease using a polymerase chain reaction. *Plant Dis*. 1996. Vol. 80. P. 302–305.
22. Namba S. Molecular biological studies on phytoplasmas. *J. Gen. Plant Pathol*. 2002. Vol. 68. P. 257–259.
23. Bayliss K.L., Saqib M., Dell B., Jones M.G.K., Hardy G.E.S.J. First record of "Candidatus *Phytoplasma australiense*" in *Paulownia* trees. *Australas. Plant Path.* 2005. Vol. 34, № 1. P. 123–124.
24. Hiruki C. *Paulownia* witches'-broom disease important in East Asia. *Int. Symp. Urban Tree Health*. 1997. № 469. P. 63–68.
25. Sharma V., Mehrotra M.D. Root-Knot Nematodes of *Paulownia* and Their Management. *Indian J. For.* 1999. Vol. 22, Iss. 2. P. 149–154.
26. Kaur R., Brito J.A., Dickson D.W. A first report of *Paulownia elongata* as a host of *Meloidogyne* spp. in Florida. *Plant Disease*. 2007. Vol. 91, № 9. 1199. <https://doi.org/10.1094/PDIS-91-9-1199C>.
27. Wermelinger B., Wyniger D., Forster B. First records of an invasive bug in Europe: *Halyomorpha halys* Stål (Heteroptera: Pentatomidae), a new pest on woody ornamentals and fruit trees? *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*. 2008. Vol. 81. P. 1–8.
28. Про затвердження Переліку регульованих шкідливих організмів. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1300-06#Text> (дата звернення: 14.01.2026).
29. Макух Я.П., Ременюк С.О., Різник В.М., Мошківська С.В. Вплив бур'янів на ріст і розвиток павловнії. *Біоенергетика*. 2022. № 1-2. С. 45–47. <https://doi.org/10.47414/be.1-2.2022.271358>.

Дата першого надходження статті до видання: 01.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026

УДК 632.91

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.2.9>

ФУНГІЦИДНИЙ ЗАХИСТ КОЛОСУ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ПРИ ПЕРЕХОДІ НА ЄВРОПЕЙСЬКІ СТАНДАРТИ

Сапужак Р.Р. – аспірант кафедра захисту і карантину рослин,
Уманський національний університет
orcid.org/0009-0009-7070-8219

У роботі здійснено узагальнену оцінку підходів до формування систем фунгіцидного захисту колосу пшениці озимої в умовах трансформації аграрного виробництва України відповідно до нормативно-правових вимог Європейського Союзу. Необхідність дослідження зумовлена домінуючою роллю зернових культур у структурі національного експорту та посиленням вимог до безпечності й екологічності аграрної продукції у рамках реалізації європейської політики сталого розвитку.

На основі аналізу спеціалізованих інформаційних джерел проведено зіставлення діючих речовин засобів захисту рослин, які використовуються у вітчизняній практиці, з відповідними переліками дозволених до застосування в країнах ЄС. Виявлено суттєві розбіжності у регуляторному статусі значної частини фунгіцидів і протруйників насіння, що створює обмеження для інтеграції української продукції на європейські ринки. Запропоновано підхід до систематизації діючих речовин за рівнем регуляторної прийнятності, що передбачає їх поділ на групи з низьким, середнім та високим ступенем ризику.

Встановлено, що найбільш критичні обмеження характерні для препаратів, які застосовуються у період вегетації, що пов'язано зі значною залежністю ефективності контролю фітопатогенів від спектра доступних механізмів дії. Обґрунтовано необхідність перегляду існуючих технологічних схем захисту із орієнтацією на використання сучасних фунгіцидів, дозволених у ЄС, а також впровадження інтегрованих підходів до управління фітосанітарним станом посівів. Особливу перспективу становить застосування діючих речовин із новими механізмами дії, що дозволяє одночасно забезпечити високу біологічну ефективність і відповідність регуляторним вимогам.

Отримані результати можуть бути використані як науково-методична основа для оптимізації систем захисту зернових культур в умовах гармонізації аграрного законодавства та адаптації виробництва до стандартів Європейського Союзу.

Ключові слова: пшениця озима, фунгіциди, протруювання насіння, діючі речовини, регуляторна відповідність, Європейський Союз, інтегрований захист рослин.

Sapuzhak R.R. Fungicidal protection of winter wheat heads under transition to european standards

The study provides a comprehensive evaluation of approaches to the development of fungicidal protection systems for winter wheat heads under the transformation of Ukrainian agriculture in accordance with the regulatory framework of the European Union. The relevance of the research is driven by the significant role of grain production in the national export structure, as well as increasing requirements for the safety and environmental sustainability of agricultural products within the framework of EU policies.

Based on the analysis of specialized databases and reference sources, a comparison of active ingredients used in plant protection products in Ukraine with those approved in EU countries was conducted. The results revealed substantial discrepancies in regulatory status, indicating that a considerable proportion of commonly used fungicides and seed treatment agents are restricted or prohibited in the EU. This creates additional barriers to market integration and necessitates the revision of existing plant protection strategies. A classification approach was proposed to group active ingredients according to their level of regulatory acceptability, distinguishing between low-, medium-, and high-risk categories.



© Сапужак Р.Р., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

It was found that the most significant limitations concern fungicides applied during the growing season, due to the strong dependence of disease control effectiveness on the availability of diverse modes of action. The study emphasizes the need to modernize plant protection systems through the use of EU-compliant substances and the implementation of integrated disease management strategies. Particular attention is given to the application of innovative active ingredients with novel mechanisms of action, which ensure effective disease control while maintaining regulatory compliance.

The results obtained can serve as a scientific and methodological basis for improving plant protection systems and developing adaptive cultivation technologies for winter wheat under conditions of European integration.

Key words: winter wheat, fungicides, seed treatment, active ingredients, regulatory compliance, European Union, integrated plant protection.

Постановка проблеми. Україна належить до провідних аграрних держав, де вагому частку експортного потенціалу формує продукція сільського господарства. Згідно з даними Українського клубу аграрного бізнесу, у 2025 році частка аграрної продукції в загальній структурі експорту досягла 56,1 %, що становило 22,53 млрд дол. США. Зокрема, обсяги експорту пшениці сягнули 13,6 млн т, що в грошовому еквіваленті дорівнює 2,99 млрд дол. США [1].

Основні обсяги вітчизняної сільськогосподарської продукції спрямовуються на ринки країн ЄС [2]. Водночас у найближчій перспективі українські агрови-робники зіткнуться з необхідністю приведення застосовуваних систем захисту рослин у відповідність до вимог ЄС, зокрема в межах концепцій Європейського зеленого курсу. Це пов'язано з тим, що аграрна політика ЄС реалізується відпо-відно до положень Європейського зеленого курсу [3], який передбачає суттєве скорочення обсягів використання засобів захисту рослин, а також заборону низки діючих речовин, що нині застосовуються у технологіях вирощування сільсько-господарських культур.

Зазначені обмеження можуть призвести до підвищення собівартості виробни-цтва продукції та зниження рівня врожайності внаслідок посилення шкодочинно-сті бур'янів, шкідників і хвороб.

За даними Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (FAO), щорічні втрати врожаю сільськогосподарських культур у світі внаслідок дії шкід-ників і хвороб можуть сягати 40%. Водночас значний негативний вплив на продук-тивність агроценозів має забур'яненість посівів, яка, за оцінками FAO, у країнах, що розвиваються, може призводити до зниження врожайності на рівні 20-30% [4, 5]. За результатами окремих наукових досліджень, потенційні втрати врожаю від комплексу шкідливих організмів можуть перевищувати половину можливого вро-жаю [6].

Отже, адаптація технологій агрофармакологічного захисту сільськогоспо-дарських культур до вимог ЄС є одним із ключових чинників забезпечення ста-більності виробництва та збереження експортного потенціалу аграрного сектору України в перспективі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить, що серед хвороб колосу зернових культур провідне значення мають сажкові хвороби, фузаріоз та септо-ріоз, які істотно знижують урожайність і якість зерна. Найбільш небезпечним є фузаріоз колосу, що спричиняє втрати врожаю та накопичення мікотоксинів [7]. Сажкові хвороби уражують генеративні органи і призводять до формування неповноцінного зерна [8], тоді як септоріоз колосу негативно впливає на продук-тивність посівів [9]. Для їх контролю застосовують фунгіциди, переважно триа-зольної групи, ефективність яких значною мірою залежить від строків внесення,

зокрема у фазі цвітіння [10]. Все це свідчить, що вітчизняні та зарубіжні науковці приділяють значну увагу питанням передпосівного захисту зернових колосових культур. Дослідженнями встановлено, що діючі речовини, які належать до різних хімічних класів, а також їх комбіноване застосування, можуть істотно впливати на процеси проростання насіння, ріст і розвиток рослин, фітосанітарний стан посівів та формування продуктивності культури [11, 12, 13].

Результати численних наукових досліджень підтверджують доцільність застосування фунгіцидів у період вегетації зернових колосових культур з метою стримування розвитку та поширення фітопатогенних організмів [14, 15, 16, 17]. Водночас деякі дослідження свідчать, що інтенсивне та тривале застосування фунгіцидів може призводити до формування резистентності у популяції фітопатогенів, що, у свою чергу, знижує ефективність хімічного захисту культур. Згідно з даними міжнародних наукових оглядів, резистентність до фунгіцидів є зростаючою проблемою у системах захисту рослин і вже призводить до ускладнення контролю основних хвороб сільськогосподарських культур. Крім того, обмеження у кількості доступних механізмів дії фунгіцидів, зумовлені як розвитком резистентності, так і екологічними та регуляторними вимогами, підкреслюють необхідність впровадження інтегрованих підходів до захисту рослин [10, 18, 19].

Водночас у сучасних наукових дослідженнях дедалі більшої уваги набувають питання відповідності застосування засобів захисту рослин сучасним регуляторним вимогам. Зокрема, у країнах ЄС використання пестицидів жорстко регламентується відповідно до вимог Регламенту (ЄС) № 1107/2009 та супроводжується обов'язковою оцінкою ризиків для здоров'я людини і довкілля [20]. Крім того, встановлено гранично допустимі рівні залишків пестицидів у продукції (Регламент (ЄС) № 396/2005), а також впроваджено принципи сталого використання засобів захисту рослин, що передбачають розвиток інтегрованого захисту та обмеження хімічного навантаження на агроecosистеми [21].

Станом на сьогодні у «Державному реєстрі пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні» представлено значний асортимент хімічних засобів із діючими речовинами різних хімічних класів, що дає змогу здійснювати контроль хвороб колосу на різних етапах розвитку зернових культур [22]. За результатами узагальнення наукових досліджень встановлено необхідність застосування пестицидів для обмеження негативного впливу шкідливих організмів в агроценозах [6]. Однак більшість цих досліджень орієнтовані на максимізацію біологічної ефективності без належного врахування економічної доцільності та вимог щодо обмеження використання окремих діючих речовин.

Крім того, у наявних дослідженнях обмежено розглянуто питання адаптації систем захисту рослин до вимог ЄС, зокрема щодо скорочення застосування пестицидів та заборони окремих діючих речовин. Відсутність комплексних підходів, які б поєднували ефективність захисту з екологічною безпекою та регуляторною відповідністю, свідчить про наявність наукової прогалини.

Таким чином, незважаючи на значний обсяг наукових напрацювань і накопичений практичний досвід, актуальною залишається проблема формування ефективних і водночас регуляторно прийнятних систем агрофармакологічного захисту зернових колосових культур з урахуванням сучасних вимог ЄС щодо використання діючих речовин.

Мета дослідження. Метою дослідження є проведення порівняльної оцінки фунгіцидних діючих речовин, які використовуються для захисту зернових культур від хвороб колоса з урахуванням сучасних вимог ЄС.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження виконано на основі аналізу та узагальнення спеціалізованих довідкових та інформаційних баз даних, у яких наведено характеристику діючих речовин і засобів захисту рослин, їх властивості та особливості застосування [23, 24].

У процесі роботи використано методи порівняльного та аналітичного аналізу для оцінки відповідності діючих речовин сучасним регуляторним вимогам ЄС. Дослідження має аналітичний характер із елементами порівняльної оцінки регуляторних підходів до застосування діючих речовин у системах захисту зернових культур. Оцінювання проводили на основі зіставлення переліків діючих речовин, дозволених до використання в Україні та країнах ЄС, із подальшим визначенням частки невідповідності за функціональними групами препаратів.

Виклад основного матеріалу. На сучасному етапі в «Державному реєстрі пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні» представлено значний перелік діючих речовин, що забезпечують контроль хвороб колосу у посівах зернових культур. Водночас у зв'язку з гармонізацією національного законодавства до вимог ЄС відбувається поступове обмеження використання окремих діючих речовин, що обумовлює необхідність адаптації існуючих систем захисту рослин та перегляду підходів до їх формування. У практиці сільськогосподарського виробництва це проявляється у зростанні уваги до добору препаратів, дозволених у країнах ЄС, а також до оптимізації агрофармакологічних систем захисту зернових культур. Важливим елементом таких систем є передпосівна обробка насіння із застосуванням фунгіцидних та інсектицидних протруйників, яка забезпечує ефективний контроль збудників сажкових хвороб, що передаються з насінням і ґрунтом [8], а також інших патогенів і ґрунтових шкідників на початкових етапах органогенезу рослин [9, 25].

Порівняльна характеристика найбільш поширених діючих речовин, що застосовуються для протруювання насіння, з урахуванням їх дозволених в Україні та країнах ЄС, наведена у таблиці 1.

Регуляторний тиск у країнах Європейського Союзу суттєво впливає на застосування протруйників насіння, які є ключовим елементом системи захисту зернових культур на ранніх етапах органогенезу. Саме передпосівна обробка насіння забезпечує контроль насінневої інфекції та обмежує розвиток збудників сажкових хвороб і коренових гнилей, що визначають фітосанітарний стан рослин і формування генеративних органів, зокрема колосу.

Обмеження використання окремих діючих речовин протруйників, передусім триазольної групи, знижує ефективність цього захисту, що в подальшому може сприяти поширенню інфекції та підвищенню ризику ураження колосу. Таким чином, регуляторні обмеження у ЄС безпосередньо впливають на ефективність протруювання насіння як базового етапу захисту, що має вирішальне значення для стримування хвороб колосу, зокрема фузаріозу, сажкових хвороб та септоріозу, які визначають рівень урожайності та якості зерна.

Наступним етапом у системі захисту зернових колосових культур є обмеження розвитку та поширення хвороб листового апарату і колосу. До найбільш поширених збудників належать септоріоз, борошниста роса, іржі, піренофороз та фузаріоз, які здатні істотно знижувати врожайність і погіршувати якість зерна [9, 26, 27].

Порівняльну характеристику найбільш поширених діючих речовин, що застосовуються для захисту зернових колосових культур від хвороб листя та колосу, з урахуванням їх дозволених до використання в Україні та країнах ЄС, наведено в таблиці 2.

Таблиця 1

Фунгіцидні діючі речовини протруйників [23, 24]

Діюча речовина	Захищувані органи*	Використання**	
		Україна	ЄС
Дифеноконазол	л, к	+	+
Імазаліл	к, с	+	+
Іпконазол	к, с	+	–
Карбоксин	к, с	+	–
Протіоконазол	л, к	+	+
Прохлораз	к, с	+	–
Тебуконазол	л, к	+	+
Тирам	к, с	+	–
Тіабендазол	к, с	+	+
Тритіконазол	к, с	+	+
Флудіоксаніл	к, с	+	+
Флутріафол	л, к	+	–
Ципроконазол	л, к	+	–

Примітки: * «к» – колос; «с» – стебла; «л» – листя; ** «+» – дозволено до використання; «–» – заборонено до використання

Таблиця 2

Фунгіцидні діючі речовини для захисту колосу зернових колосових культур від хвороб [23, 24]

Діюча речовина	Захищувані органи*	Використання**	
		Україна	ЄС
Дифеноконазол	к, л	+	+
Епоксиконазол	к, л	+	–
Карбендазим	к, л	+	–
Метконазол	к, л	+	+
Мефентрифлуконазол	к, л	+	+
Міклобутаніл	к, л	+	–
Пропіконазол	к, л	+	–
Протіоконазол	к, л	+	+
Прохлораз	к	+	–
Тіофанат-метил	к, л	+	–
Тебуконазол	к, л	+	+
Тріадименол	к, л	+	–
Флутріафол	к, л	+	–
Ципроконазол	к, л	+	–

Примітки: * «к» – колос; «л» – листя; ** «+» – дозволено до використання; «–» – заборонено до використання

Проведений аналіз показав, що із 31 дослідженої діючої речовини близько 42% (13 речовин) забезпечують захист як листового апарату, так і колосу (к, л), тоді як 55% (17 речовин) спрямовані переважно лише на захист листя, і лише 3% (1 речовина) мають переважну дію безпосередньо на колос. Водночас серед діючих речовин із комбінованою дією (к, л) лише близько 38% дозволені до використання в ЄС, тоді як решта підпадає під регуляторні обмеження. Характерно, що діючі речовини, орієнтовані безпосередньо на захист колосу (зокрема прохлораз), у ЄС переважно заборонені, що свідчить про найбільший регуляторний тиск саме на ефективні інструменти контролю хвороб колосу.

Водночас серед фунгіцидів для обробки вегетуючих посівів найбільших обмежень зазнають діючі речовини з груп триазолів та бензімідазолів, що пов'язано з їх потенційним впливом на довкілля та ризиками формування резистентності у патогенів.

Загальна кількість проаналізованих діючих речовин (з урахуванням протруйників і фунгіцидів) становила 40 різних позицій, що дозволило здійснити кількісну оцінку їх відповідності регуляторним вимогам ЄС.

Проведений аналіз показав, що рівень невідповідності діючих речовин вимогам ЄС суттєво відрізняється залежно від їх функціонального призначення. Так, серед діючих речовин протруйників частка заборонених у ЄС становить близько 32%, тоді як серед фунгіцидів, що застосовуються для захисту посівів у період вегетації, цей показник зростає до майже 43%. Отримані результати свідчать про те, що саме фунгіцидний захист зернових колосових культур є найбільш вразливим до обмежень, пов'язаних із переходом на європейські стандарти. Це зумовлює необхідність перегляду існуючих систем захисту з акцентом на підбір діючих речовин, дозволених у ЄС, з метою забезпечення ефективного контролю хвороб та збереження рівня урожайності.

На основі проведеного аналізу запропоновано умовну класифікацію діючих речовин за ступенем регуляторного ризику при адаптації до вимог ЄС:

- низький ризик – діючі речовини, дозволені як в Україні, так і в ЄС;
- середній ризик – речовини, використання яких обмежене або перебуває підпереглядом;
- високий ризик – діючі речовини, заборонені до використання в ЄС.

Запропонований підхід може бути використано як інструмент для оптимізації систем захисту зернових культур в умовах гармонізації регуляторної бази.

Висновки. У результаті проведеного дослідження встановлено, що сучасна система агрофармакологічного захисту пшениці озимої в Україні потребує суттєвої трансформації в умовах інтеграції до європейського регуляторного простору. Проведений порівняльний аналіз діючих речовин засобів захисту рослин засвідчив наявність значної частки препаратів, дозволених до використання в Україні, але обмежених або заборонених у країнах ЄС, що формує потенційні ризики для стабільності експорту зернової продукції та конкурентоспроможності аграрного сектору.

Показано, що найбільш чутливим до регуляторних обмежень є фунгіцидний захист посівів у період вегетації, що обумовлено високою залежністю ефективності контролю хвороб від спектра застосовуваних діючих речовин. Водночас встановлено можливість формування ефективних систем захисту зернових колосових культур шляхом раціонального добору діючих речовин, дозволених у ЄС, за умови їх оптимального підбору.

Перспективним напрямом є заміна діючих речовин, заборонених у ЄС, на сучасні фунгіциди з новими механізмами дії (SDHI, стробілурини), що забезпечує збереження ефективності контролю хвороб при дотриманні регуляторних вимог.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Експорт продукції АПК. UCAB Survey. URL: <https://ucab.ua/ucab-survey/eksport-produkcziyi-apk-z-ukrayiny-u-2025-roczy-sklav-2253-mlrd-shho-na-2-mlrd-menshe-pokaznyka-2024-roku/> (дата звернення: 18.02.2026).
2. Зовнішня торгівля України товарами. Державна служба статистики України. URL: <https://stat.gov.ua/uk/publications/zovnishnya-torhivlya-ukrayiny-tovaramy-za-sichen-lypen-2025-roku-ekspres-vypusk> (дата звернення: 18.02.2026).
3. From Farm to Fork Strategy. URL: https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2022-08/3%20Tree%20From%20Farm%20to%20Fork%20Strategy%203%20final_297x210mm_4%20B4_web_180822.pdf (дата звернення: 18.02.2026).
4. FAO. Plant pests and diseases. URL: <https://www.fao.org/pest-and-pesticide-management/about/understanding-the-context/en/> (дата звернення: 18.02.2026).
5. FAO. Recommendations for improved weed management. URL: <https://www.fao.org/4/a0884e/a0884e.pdf> (дата звернення: 18.02.2026).
6. Oerke E.-C. Crop losses to pests. *Journal of Agricultural Science*. 2006. Vol. 144, No. 1. P. 31–43. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0021859605005708>.
7. Parry D. W., Jenkinson P., McLeod L. Fusarium ear blight (scab) in small grain cereals: a review. *Plant Pathology*. 1995. Vol. 44, No. 2. P. 207–238. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.1995.tb02773.x>.
8. Shevchuk O. V. et al. Гриби роду *Tilletia* на зерні пшениці озимої. Карантин і захист рослин. 2020. № 10–12. С. 3–7. DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2020.10-12.3-7>.
9. Марков І. Л. та ін. Сільськогосподарська фітопатологія. Київ: Інтерсервіс, 2017. С. 119–123.
10. Tymoshchuk T. et al. Control of Fusarium head blight of winter wheat using modern fungicides. *Scientific Horizons*. 2020. Vol. 23, No. 8. P. 112–118. DOI: <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-93-8-112-118>.
11. Кліпакова Ю. О., Білоусова З. В., Кенєва В. А. Вплив концентрації протруйника на розвиток проростків пшениці озимої. Аграрні інновації. 2021. № 7. С. 47–52. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.7.8>.
12. Чорноморець В. С. Залежність якості та врожайності пшениці озимої від передпосівного протруювання насіння. Таврійський науковий вісник. 2020. № 112. С. 161–165. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.112.23>.
13. Яцух К. І., Ващишин О. А., Пристацька О. Н., Тимчук І. С. Ефективність протруйників проти коренових гнилей пшениці озимої. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2021. Вип. 70(1). С. 166–182. DOI: [https://doi.org/10.32636/01308521.2021-\(70\)-1-12](https://doi.org/10.32636/01308521.2021-(70)-1-12).
14. Яцух К., Пристацька О., Нікішичева К., Тимчук І. Вплив комплексного застосування протруйників, стимуляторів росту та мікродобрив на ураженість кореновими гнилями та продуктивність пшениці озимої. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2023. Вип. 74(1). С. 164–183. DOI: [https://doi.org/10.32636/01308521.2023-\(74\)-1-11](https://doi.org/10.32636/01308521.2023-(74)-1-11).
15. Голик Л. М., Поліщук С. В., Райчук Т. М. та ін. Урожайність сортів пшениці озимої та контроль хвороб за умов зміни клімату. Вісник аграрної науки. 2023. № 7(844). С. 43–52. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202307-02>.
16. Григор'єв В. М., Тарасюк В. А., Козіна Т. В. Ефективність фунгіцидів у захисті пшениці озимої від хвороб листя. Подільський вісник. 2020. № 32. С. 17–23. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2020-2-2>.
17. Заїма О., Каліцінська О. Урожайність та якість зерна пшениці озимої за застосування фунгіцидів і мікродобрив. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2025. Вип. 77(1). С. 67–76. DOI: [https://doi.org/10.32636/01308521.2025-\(77\)-1-6](https://doi.org/10.32636/01308521.2025-(77)-1-6).
18. Hollomon D. W. Fungicide resistance: facing the challenge. *Plant Protection Science*. 2015. Vol. 51, No. 4. P. 170–176. DOI: <https://doi.org/10.17221/42/2015-PPS>.

19. Ishii H., Hollomon D. W. Fungicide Resistance in Plant Pathogens. Springer, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-4-431-55642-8>.
20. Regulation (EC) No 1107/2009. Official Journal of the European Union. 2009. L 309. P. 1–50.
21. Regulation (EC) No 396/2005. Official Journal of the European Union. 2005. L 70. P. 1–16.
22. Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. URL: <https://mepr.gov.ua/upravlinnya-vidhodamy/derzhavnyj-reyestr-pestytsydiv-i-agrohimikativ-dozvolenyh-do-vykorystannya-v-ukrayini/> (дата звернення: 18.02.2026).
23. Agronomio. URL: <https://agronomio.com> (дата звернення: 16.02.2026).
24. Pesticide Properties Database (PPDB). URL: <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/> (дата звернення: 16.02.2026).
25. Hudec K., Muchová D. Influence of temperature on *Fusarium* spp. Plant Protection Science. 2010. Vol. 46, No. 2. P. 59–65. DOI: <https://doi.org/10.17221/12/2009-PPS>.
26. Ретьман С. В., Ключевич М. М. Хвороби листя тритикале та спельти. Агро-екологічний журнал. 2017. № 1. С. 72–75.
27. Plyhun V. et al. Resistance genes to *Blumeria graminis*. NaUKMA Research Papers. 2022. P. 14–24. DOI: <https://doi.org/10.18523/2617-4529.2022.5.14-24>.

Дата першого надходження статті до видання: 30.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026

UDC 633.81:581.4:631.526.32

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.2.10>

IMPACT OF IRRIGATION AND CULTIVAR TRAITS ON MORPHO-BIOLOGICAL PARAMETERS OF *MONARDA FISTULOSA* L.

Svydenko S.V. – Graduate student,

Institute of Climate Smart Agriculture

of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

orcid.org/0009-0004-8084-8825

Valentiuk N.O. – Candidate of Technical Sciences,

Senior Researcher at the Department of Primary and Elite Seed Production,

Institute of Climate Smart Agriculture

of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

orcid.org/0000-0003-4763-3019

Goal was to determine the dependencies of the duration of phenological developmental stages and the formation of morphometric and quantitative parameters on the irrigation method and cultivar characteristics of *Monarda fistulosa* L. during the first year of growth in the Central Forest-Steppe of Ukraine.

Methods. *M. fistulosa* L. cultivars 'Premiera' and 'Fortuna' were studied. Field, laboratory, and measurement-weight research methods were employed. Statistical analysis of the results was performed using Agrostat software.

Results. Under natural moisture conditions, the flowering period lasted 29 days for 'Premiera' and 30 days for 'Fortuna', whereas under irrigation, it extended to 38 days for 'Premiera' and 46 days for 'Fortuna'. Depending on the irrigation method, plant height ranged from 68 cm to 80.5 cm for 'Premiera' and from 74.7 cm to 85 cm for 'Fortuna'. Plant diameter varied from 56.20 cm to 70.20 cm for 'Premiera' and from 61.30 cm to 76.80 cm for 'Fortuna'. The irrigation method also influenced the number and length of primary and secondary shoots, as well as the number of inflorescences. It was established that 'Premiera' developed 5.0-7.5 primary shoots (58-69 cm long) and 34.8-53.8 secondary shoots (23.4-27.6 cm long). Plants of this cultivar produced 37.0-59.5 inflorescences. 'Fortuna' plants developed 8.7-9.3 primary shoots (62-73 cm long) and 46-62.5 secondary shoots (23-31.7 cm long), which enabled the formation of 42.7-74.3 inflorescences.

Conclusions. The irrigation method had a profound impact on the duration of the flowering stage in *M. fistulosa*. Under natural moisture, the flowering period lasted 29–30 days, while under irrigation, it reached 38-46 days (depending on the cultivar). Irrigation positively affected the morphometric and quantitative parameters of the plants. The highest values were observed in wild bergamot plants receiving drip irrigation. The use of irrigation resulted in a height increase of 15.53% for 'Premiera' and 12.12% for 'Fortuna'. Simultaneously, plant diameter increased by 19.94% for 'Premiera' and 20.18% for 'Fortuna'. Irrigation led not only to an increase in the number of shoots but also to their elongation: primary shoots increased by 15.94% and secondary shoots by 15.22% for 'Premiera', and by 15.07% and 19.35%, respectively, for 'Fortuna'. The number of inflorescences increased by 37.82% for 'Premiera' and 42.53% for 'Fortuna'.

Key words: essential oil plants, *Monarda fistulosa*, development phases, vegetative and generative organs, irrigation, variety.



© Svydenko S.V., Valentiuk N.O., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

Свиденко С.В., Валентюк Н.О. Залежність біологічних, морфометричних та кількісних показників *Monarda fistulosa* L. від способу зволоження та сортових особливостей рослин

Мета. Визначити залежності тривалості фенологічних фаз розвитку та формування морфометричних та кількісних показників від способу зволоження та сортових особливостей рослин *Monarda fistulosa* L. першого року розвитку в умовах Центрального Лісо-степу.

Методи. Досліджували рослини *M. fistulosa* L. сортів Прем'єра та Фортуна. Використовували польові, лабораторні та вимірювально-вагові методи досліджень. Математичну обробку результатів проводили за програмним забезпеченням Agrostat.

Результати. За природного зволоження період цвітіння тривав 29 діб у сорту Прем'єра і 30 діб у сорту Фортуна, а за зрошення – 38 діб у сорту Прем'єра і 46 діб у сорту Фортуна. Залежно від способу зволоження висота рослин коливалася від 68 см до 80,5 см у сорту Прем'єра та від 74,7 см до 85 см у сорту Фортуна. Діаметр рослин варіював від 56,20 см до 70,20 см у сорту Прем'єра та від 61,30 см до 76,80 см у сорту Фортуна. Спосіб зволоження позначився і на формуванні кількості та довжині пагонів I та II порядків та кількості суцвіть. Встановлено, що у сорту Прем'єра налічувалось 5,0-7,5 штук пагонів I порядку 58-69 см завдовжки та 34,8-53,8 штук пагонів II порядку 23,4-27,6 см завдовжки. Рослини даного сорту мали 37,0-59,5 штук суцвіть. У рослин сорту Фортуна налічувалось 8,7-9,3 штук пагонів I порядку 62-73 см завдовжки та 46-62,5 штук пагонів II порядку 23-31,7 см завдовжки, що дало можливість сформувати 42,7-74,3 штуки суцвіть.

Висновки. Великий вплив на тривалість фази цвітіння у рослин *M. fistulosa* мав спосіб зволоження. За природного зволоження період цвітіння тривав 29-30 діб, а за зрошення – 38-46 діб (в залежності від сорту). Зрошення позитивно вплинуло на морфометричні та кількісні показники рослин. Найбільші їх значення було сформовано у рослин монарди трубчастої, які отримували крапельне зрошення. Застосування зрошення дозволило збільшити висоту у рослин сорту Прем'єра на 15,53%, а у сорту Фортуна на 12,12 %. При цьому діаметр рослин збільшився на 19,94% у сорту Прем'єра та на 20,18% у сорту Фортуна. Застосування зрошення призвело не тільки до збільшення кількості пагонів, але і до їх подовження: I порядку на 15,94% та II порядку на 15,22% у сорту Прем'єра та на 15,07 і 19,35% відповідно у сорту Фортуна. Кількість суцвіть збільшилася на 37,82% у сорту Прем'єра та на 42,53% у сорту Фортуна.

Ключові слова: ефіроолійні рослини, *Monarda fistulosa*, фази розвитку, вегетативні та генеративні органи, зрошення, сорт.

Statement of the problem. The rapid development of various sectors of the national economy (light, processing, and food industries) requires a significant supply of raw materials and oils from essential oil crops. Currently, this demand is primarily met through imports [1]. One of the factors prompting researchers and agricultural producers to seek promising crops is global climate change characterized by gradual warming, accompanied by a series of negative effects, such as reduced precipitation, decreased air humidity, and rising temperatures, among others [2].

Along with such common aromatic crops as lavender, dill, parsley, celery, fennel, anise, there are many non-traditional crops that contain oil, but are used less often, and research on their introduction, biochemical composition, and economic value has not been conducted [3]. Such are plants of the genus *Monarda*, which are a source of a valuable component of essential oil (thymol) [4].

Analysis of recent studies and publications. The genus *Monarda* (Lamiaceae) comprises 15-20 species, which are most widely distributed across North America [5, 6, 7]. Numerous species occupy a vast geographical range, from the Canadian prairies in the north to Michigan in the south, and across the entire width of the North American continent. They are also found in diverse habitats, ranging from Mount Durango (at an altitude of 2000 m) to sea level along the Atlantic coast in the southern United States. Taxa can be found from the jungles of Veracruz to the Chihuahuan deserts, as well as from geologically ancient regions like the Appalachians to the shifting sand dunes of the

most recent Quaternary continental deposits near Corpus Christi, Texas, where in some localities these plants survive even in salt spray [8]. Such a wide range of natural adaptation and ecological plasticity of the genus *Monarda* provides a high potential for its successful introduction and cultivation in Ukraine, particularly in the face of increasing climate fluctuations.

The species *Monarda fistulosa* is considered by scientists in many countries to be promising for both research and practical application [9]. Extracts and essential oil of *M. fistulosa* possess high bactericidal, antiviral, antifungal, antimycoplasmal, and anthelmintic activities, as well as antioxidant, radioprotective, antisclerotic, desensitizing, anticancer, anti-inflammatory, and analgesic properties [10]. *Monarda* has found widespread use in the food industry. The dried herb of *Monarda* has a pleasant floral-spicy aroma with a thymol note and is used for making teas, while extracts from the aerial biomass are utilized in vermouth production and for flavoring non-alcoholic beverages [11]. In dried spice blends, due to its pungent flavor, *Monarda* is recommended as a substitute for imported black pepper [6].

In the food industry, the practical application of *M. fistulosa* is multifaceted. Essential oils and oleoresins are extracted from the flowering aerial parts through steam distillation or CO₂ extraction to be used as high-grade natural flavorings. The high concentration of thymol and carvacrol allows the use of these extracts as natural preservatives to extend the shelf life of meat and dairy products. Furthermore, the alcoholic and aqueous extracts are employed in the formulation of bitters, liqueurs, and functional beverages, while the finely ground dried leaves serve as a botanical ingredient in the production of specialized spice mixtures and seasoned salts [9-11].

Considerable work on the introduction of *Monarda* was carried out in the 1980s by scientists from Ukraine, Moldova, Uzbekistan, Azerbaijan, etc. There are many works on the study of the biological characteristics of *Monarda tubular* in different climatic zones [6, 10, 12].

According to literature data, the biological characteristics of *Monarda fistulosa* classify it as a relatively cold-hardy plant that easily adapts to new environments and is undemanding regarding cultivation conditions, capable of growing in both shaded and sunny locations. However, it achieves optimal development and high ornamental value in well-lit ecotopes with fertile soils and adequate moisture. In terms of its water regime, *Monarda* is a mesophyte. The aerial part of the plant is characterized by a highwater content in the leaves during the growing season and a low water deficit, which increases only during the summer months. The plants are capable of producing high green biomass and seed yields, while exhibiting resistance to diseases and pests [13, 14]. In this context, the application of artificial irrigation becomes a crucial agrotechnical measure to mitigate the summer water deficit, ensuring stable physiological processes and maximizing the productive potential of *M. fistulosa* in arid regions.

A comprehensive study of the patterns of growth, development and yield formation of plants is possible only on the basis of a quantitative and qualitative assessment of the influence of meteorological conditions, the correct selection of high-yielding varieties and agrotechnical cultivation methods [15].

The study of changes in the main biometric indicators of essential oil plants depending on agrotechnical measures is of great importance for analyzing the influence of the studied factors on the production processes of the crop [16].

Goal was to determine the dependence of the duration of phenological phases of development and the formation of morphometric and quantitative indicators on the

method of moistening and varietal characteristics of *Monarda fistulosa* L. plants of the first year of development in the conditions of the Central Forest-Steppe.

Methods. The research was conducted in 2025 under the conditions of the Central Forest-Steppe of Ukraine, specifically in the Lysianka district of the Cherkasy region. The region is located on the Dnieper Upland of the East European Plain, within the Hnylyi Tikych river basin [17]. The climate of the Central Forest-Steppe is temperate continental, characterized by relatively mild winters with little snow and warm, moderately humid summers. The average annual air temperature in the Cherkasy region is approximately 7.6°C, with significant deviations in certain years. The average temperature in January ranges from -5 to -6°C, while in July it is +19 to +20°C. Extreme temperatures reach a minimum of -34 to -37°C and a maximum of +38 to +41°C. The average annual precipitation is 508 mm.

In the studied region during 2025, the amount of precipitation per year was 545.2 mm. The average air temperature per year was +10.5°C. In the summer months, it ranged from +8.6 to +35.6°C, with an average of 20.7°C.

The soil of the experimental plot is a typical chernozem. According to its texture, the soil is classified as heavy-loamy. The humus content in the arable layer is 4.58%.

A two-factor experiment was established using a randomized split-plot design. Factor A involved the moisture supply method, comprising two variants: natural moisture and drip irrigation. Factor B included two cultivars of *M. fistulosa*: 'Premiera' and 'Fortuna'. The area of each elementary plot was 30 m², with a harvest (record) area of 25 m². The experiment was conducted in four replicates. Each plot contained 50 individual plants.

Irrigation regime control was carried out using a tensiometer [18,19]. In the variants with irrigation, soil moisture was maintained at 80% of the relative humidity.

Field, laboratory and measuring-weighting research methods were used.

During the growing season, phenological observations were carried out on the studied plants according to generally accepted methods. The following phases were noted: spring regrowth, budding (beginning, mass), flowering (beginning, mass, end), fruiting (beginning, mass, end). The beginning of the phase was noted when 15% of the plants entered this phase, and the full phase was noted when 75% of the plants were in this phase [20].

Biometric measurements were conducted during the full flowering stage. Parameters measured included plant height and diameter, as well as the length of primary and secondary shoots. The number of inflorescences per plant was also recorded. Each set of measurements was performed on 10 plants [20, 21].

Statistical analysis of the research results was carried out using Agrostat software.

Results. Phenology. In the first year of development, the agricultural technology of growing *M. fistulosa*: in the conditions of the Central Forest-Steppe was aimed at obtaining full-fledged healthy plants with well-developed vegetative organs.

In the conditions of the Central Forest-Steppe, spring vegetation of wild bergamot cultivars typically begins in the second decade of March, depending on the annual weather patterns. However, in 2025, due to low temperatures in the second decade of March and the first decade of April (when nighttime air temperatures dropped to -3.2°C... -3.7°C) the spring regrowth of vegetatively propagated first-year plants was delayed.

The increase in air temperature in the second decade of April contributed to the beginning of the vegetation of *M. fistulosa* plants in all variants of the experiment. The beginning of spring regrowth was recorded on 16.04 (Table 1).

Table 1

**Effect of moisture supply and cultivar specificity on the phenology
of *Monarda fistulosa* L. in the first year of ontogeny**

Factor A, Irrigation method	Factor B, Cultivars of <i>M. fistulosa</i>	Spring regrowth	Budding		Flowering			Fruiting		
			Start	Full	Start	Full	Start	Full	Start	Full
Natural moisture	Premiera	16.04	14.06	20.06	1.07	11.07	29.07	25.07	14.08	24.08
	Fortuna	16.04	19.06	27.06	10.07	17.07	9.08	3.08	20.08	10.09
Irrigation	Premiera	16.04	14.06	20.06	1.07	11.07	7.08	2.08	19.08	4.09
	Fortuna	16.04	19.06	27.06	10.07	17.07	15.08	9.08	24.08	16.09

The beginning of the budding phase was noted in the ‘Premiera’ variety at the beginning of the first decade of June in both variants of moisture supply method (which was facilitated by a sufficient amount of precipitation (60 mm) in May).

For the ‘Fortuna’ variety this phase of development began 5 days later, at the end of the first decade of June also in both variants of moisture supply method.

The duration from the onset of budding to the beginning of flowering in the ‘Premiera’ cultivar was 16 days under both moisture regimes. For the ‘Fortuna’ cultivar, the budding-to-flowering interphase period lasted longer, reaching 21 days in both variants.

The onset of full flowering under natural moisture conditions was observed in ‘Premiera’ (Figure 1 a) at the end of the first and the beginning of the second decade of July, while in ‘Fortuna’ (Figure 1 b), it occurred at the end of the second decade of July. Similar timing for this phase was recorded for both cultivars under drip irrigation



Fig. 1. Plants of M. fistulosa in flowering phase: a – ‘Premiera’, b – ‘Fortuna’

Differences in the timing and duration of phenological stages depending on the irrigation method became noticeable at the end of the flowering period. Specifically, in 'Premiera' plants under natural moisture, the end of flowering was recorded in the third decade of July, whereas in the irrigated variant, it occurred in the first decade of August. The total flowering duration for 'Premiera' under natural moisture was 29 days, while under irrigation, it extended to 38 days. Thus, the difference in flowering duration for the 'Premiera' cultivar depending on the irrigation method amounted to 9 days.

In the 'Fortuna' cultivar, the end of flowering occurred in the first decade of August under natural moisture conditions and in the second decade of August in the irrigated variant. The duration of the flowering stage for 'Fortuna' plants under natural moisture was 30 days, while for those under drip irrigation, it reached 46 days. The difference in flowering duration for this cultivar, depending on the irrigation method, amounted to 16 days.

Since the flowering stage is the primary period for harvesting wild bergamot, it is essential to determine its timing in relation to all influencing factors. Overall, the flowering stage across the experiment lasted from 29 to 46 days, depending on both the availability of irrigation and the biological characteristics of the cultivar. Under natural moisture, the flowering period of the cultivars varied within a narrow range with a difference of only one day (29-30 days). However, under irrigation, the difference in flowering duration between the cultivars increased to 8 days (38-46 days).

The onset of the fruiting stage was observed in the late third decade of June for 'Premiera' plants under natural moisture conditions, while in the irrigated variant of the same cultivar, it occurred 7 days later. For the 'Fortuna' cultivar, the onset of fruiting was recorded in the first decade of August. This stage began 6 days earlier in plants under natural moisture compared to those under drip irrigation.

The period from the beginning of spring vegetation to the end of fruiting in first-year plants lasted 130 days for 'Premiera' and 146 days for 'Fortuna' under natural moisture, whereas in the irrigated variants, it extended to 140 days for 'Premiera' and 162 days for 'Fortuna'.

The vegetation of *M. fistulosa* plants ends with the onset of low temperatures.

Our research established that after the budding stage, which occurred in early June, the number of inflorescences per plant remained unchanged throughout the growing season. Although plants regrow after the aerial biomass is harvested for essential oil or raw material production, a second flowering stage does not occur.

Morphological and quantitative characteristics. The main morphological characteristics that affect the yield of *M. fistulosa* are the plants height, the number of shoots, the intensity of their branching, the number and size of leaves and flowers, which are the most valuable organs of the plant in the accumulation of essential oil.

To study the dependence of *Monarda fistulosa* growth and development on the irrigation method, measurements of the bush habit and plant organs, along with their quantitative counts, were conducted during the full flowering stage for wild bergamot cultivars in their first year of development (Table 2).

According to the analysis of variance (ANOVA), Factor A (irrigation method) exerted the most significant influence on the morphometric and quantitative traits of *M. fistulosa*, accounting for 75.54-87.26% of the total variance. The most pronounced effect of this factor was observed in the development of primary shoot length. The contribution of Factor B (cultivar), determined by the biological characteristics of the studied varieties, ranged from 11.54% to 23.74%.

Table 2

Effect of irrigation on morphological and quantitative characteristics of vegetative and generative organs in first-year *Monarda fistulosa* L.

Factor A, Irrigation method	Factor B, Cultivars of <i>M. fistulosa</i>	Biometric traits						
		Plant height, cm	Bush diameter, cm	Number of primary shoots, pcs	Number of secondary shoots, pcs	Length of primary shoot, cm	Length of secondary shoot, cm	Number of inflorescences, pcs
Natural moisture	Premiera	68.00	56.20	5.00	34.80	58.00	23.40	37.00
	Fortuna	74.70	61.30	6.70	46.00	62.00	25.00	42.70
Irrigation	Premiera	80.50	70.20	8.10	53.80	69.00	27.60	59.50
	Fortuna	85.00	76.80	9.00	62.50	73.00	31.00	74.30
Assessment of the materiality of partial differences								
LSD ₀₅	A =	2.779	1.230	1.757	0.527	3.337	1.932	0.176
	B =	3.619	0.807	1.026	0.409	1.491	1.139	2.496
Assessment of the materiality of average (main) effects								
LSD ₀₅	A =	1.965	0.869	1.242	0.373	2.360	1.366	0.124
	B =	2.559	0.571	0.726	0.289	1.054	0.805	1.765
Share of factors influence, %	A	77.30	85.38	75.88	75.54	87.26	76.93	85.17
	B	18.99	13.43	17.59	23.74	11.54	18.49	12.23
	AB	0.72	0.24	1.67	0.37	0.00	2.40	2.41
	Residual	2.99	0.95	4.86	0.35	1.20	2.19	0.19

The application of irrigation positively impacted the growth and development of both cultivars, enhancing all studied parameters. Specifically, for the 'Premiera' cultivar, irrigation resulted in a 15.53% increase in height, a 19.94% increase in bush diameter, and a rise in the number of primary and secondary shoots by 38.27% and 35.32%, respectively. The length of primary shoots increased by 15.94%, secondary shoots by 15.22%, and the number of inflorescences by 37.22%.

For the 'Fortuna' cultivar, irrigation led to a 12.12% increase in height and a 20.18% increase in bush diameter. The number of primary and secondary shoots rose by 25.56% and 26.40%, respectively. Shoot length increased by 15.07% for primary and 19.35% for secondary shoots, while the number of inflorescences showed the highest gain of 42.53%.

Discussion. *Monarda fistulosa* is a perennial herbaceous plant with annual senescing aerial shoots. Its height depends on the cultivar, plant age, and soil-climatic conditions of cultivation. The stem is rounded-quadrangular and glabrous at the base, becoming pubescent only from the middle of the shoot with very short, appressed, downward-pointing hairs, distributed uniformly on all four sides. In the upper part, the stem is quadrangular and densely pubescent across the entire surface [6,10]. The leaves are simple, oblong-ovate in shape, serrated, and up to 8.0–8.5 cm long. The leaf blade is glabrous or covered with short hairs (up to 0.1 cm) on the abaxial side, while on the adaxial side, pubescence is noticeable along the veins. The lilac-colored flowers are small and

arranged in axillary false whorls, which in turn form compact spherical heads located at the ends of the primary and lateral shoots.

The first year in the ontogeny of perennials is crucial for their productivity. During this period, the formation and development of a robust root system and rhizome occur, accumulating the nutrient reserves necessary for successful overwintering and the subsequent production of aerial biomass in the following growing seasons [22].

Researchers working with the *Monarda* culture emphasize its great polymorphism when propagated by seeds [6], therefore, they planted the plot with vegetatively propagated seedlings.

The results of our study indicate that the phenological development of *Monarda fistulosa* in the Central Forest-Steppe is highly dependent on both genetic characteristics and environmental factors, particularly moisture availability. The stability of the initial growth stages (spring regrowth and budding) in 2025 across all variants suggests that during the early vegetation period, temperature and internal biological rhythms are the primary drivers of ontogeny. This aligns with the findings of Luchian et al. [23], who emphasized that the early stages of *Monarda* development are largely governed by species-specific adaptation mechanisms to local thermal conditions.

However, the transition to reproductive stages revealed a significant response to irrigation. The extension of the flowering period by 9-16 days under drip irrigation is a crucial finding. This prolonged flowering not only increases the decorative value of the cultivars but also significantly expands the “technological window” for raw material harvesting. Similar patterns were observed by Moghaddam et al. [24], who noted that optimal moisture supply prevents premature senescence and maintains the physiological activity of the floral apparatus in *Lamiaceae* species.

The differences between ‘Premiera’ and ‘Fortuna’ in their response to irrigation (an 8-day difference in flowering duration under irrigation versus only 1 day under natural moisture) highlight the varying adaptive potential of these cultivars. The delayed onset of fruiting in the irrigated variants further confirms that adequate moisture supply slows down the aging processes of the tissues, redirecting energy from rapid seed maturation back into vegetative and floral maintenance. As stated by Omidbaigi et al. [25], such phenological shifts in essential oil crops are often correlated with a more prolonged accumulation of secondary metabolites, which justifies the use of irrigation not only for biomass increase but also for extending the period of maximum essential oil yield.

The significant increase in all morphometric parameters under drip irrigation demonstrates the high responsiveness of *Monarda fistulosa* to moisture availability during its first year of ontogeny. Our findings regarding the dominant influence of the irrigation factor (75.54-87.26%) on plant height and bush diameter are consistent with the general biological patterns observed in the *Lamiaceae* family. As noted by Moghaddam et al. [24], optimal moisture supply directly correlates with enhanced cell turgor and intensified photosynthetic activity, which ultimately leads to a substantial increase in both linear growth and total aboveground biomass.

Specifically, the 12.12–15.53% increase in plant height and over 20% increase in bush diameter observed in our study suggest that irrigation effectively mitigates the typical mid-summer water deficit of the Central Forest-Steppe. The most pronounced response was recorded for the number of primary and secondary shoots, which rose by 25-38%. This intensification of branching is a key adaptive trait; it not only increases the photosynthetic surface area but also multiplies the potential sites for inflorescence formation. Similar results were reported by Omidbaigi et al. [25], who emphasized that balanced environmental factors (nutrition and moisture) shift the plant’s energy

allocation toward lateral shoot development, thereby increasing the overall raw material yield.

Conclusions. *Monarda fistulosa* L., introduced into the conditions of the Central Forest-Steppe, successfully undergoes all developmental stages and produces viable seeds. The timing of the onset and the duration of these phenological stages are significantly influenced by both the irrigation method and cultivar characteristics. In 2025, the duration of the initial developmental stages depended solely on the cultivar, which is attributed to sufficient precipitation during this period. Specifically, for the 'Premiera' cultivar, the budding stage occurred 5 days earlier, and the flowering stage began 10 days earlier compared to the 'Fortuna' cultivar under both moisture regimes. The irrigation method had a profound impact on the flowering duration. Under natural moisture, the flowering period lasted 29-30 days, whereas under irrigation, it extended to 38-46 days, depending on the cultivar.

The highest values for morphometric and quantitative traits were recorded in wild bergamot plants receiving drip irrigation. The application of irrigation resulted in a height increase of 15.53% for the 'Premiera' cultivar and 12.12% for the 'Fortuna' cultivar. Simultaneously, plant diameter increased by 19.94% for 'Premiera' and 20.18% for 'Fortuna'. Irrigation also led to a rise in the number of primary and secondary shoots by 38.27% and 35.32%, respectively, for 'Premiera', and by 25.56% and 26.40%, respectively, for 'Fortuna'. Along with the increased shoot count, irrigation promoted greater shoot length, which in turn enabled the plants to form a larger number of inflorescences (an increase of 37.22% for 'Premiera' and 42.53% for 'Fortuna') compared to plants grown under natural moisture conditions.

REFERENCES:

1. Улянич О. І., Воробйова Н. В., Кучер І. О. Встановлення оптимального строку висаджування розсади васильків справжніх та його вплив на урожайність. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. Ч.І. Сільськогосподарські науки. Вип. 96. 2020. С. 508–519. <https://doi.org/10.31395/2415-8240-2020-96-1-508-519>.
2. Марковська О.Є., Свиденко Л.В., Стеценко І.І. Порівняльна оцінка морфометричних показників і господарсько цінних ознак *lavandula angustifolia* Mill. та *lavandula hybrida* Rev. *Наукові горизонти*. 2020. № 02 (87). С. 24-31 URL: <http://hdl.handle.net/123456789/2341>
3. Coltun M.B. Some aspects of the development of the *Monarda* species in the Republic of Moldova. In: *Conservation of plant diversity*, Ed. 4, 28-30 septembrie 2015, Chişinău. Chişinău: Gradina Botanica (Institut), 2015, Ediția 4, p. 63. URL: https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/77114
4. Дудченко В.В., Марковська О.Є., Свиденко Л.В., Стеценко І.І. Перспективні сорти рослин *Monarda* L. Для умов Південного Степу України. *Agricultural sciences. «Colloquium-journal»* 2020. № 29(81). С. 40-43. DOI: 10.24412/2520-2480-2020-2981-40-43
5. Davidson C.G. *Monarda*, Bee-balm. In: Anderson, N.O. (eds) *Flower Breeding and Genetics*. 2007. P. 757–779. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4428-1_28
6. Корабльова О.А., Рись М.В. Біоморфологічні особливості видів роду *Monarda* L. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2013. Вип. 23. № 5. С. 296-300 URL: https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2013/23_5/296_Kor.pdfБююб
7. Salama A., Sabry R.M., Eldin M.S. Response of the newly introduced plant species *Monarda citriodora* in Egypt to nitrogen fertilization and plant density. *Int. J. Pharm. Tech. Res.* 2016. Vol. 9. № 7. P. 67-77.

8. Scora Rainer W. Study of the Essential Leaf Oils of the Genus *Monarda* (labiatae). *American Journal of Botany*. V.54, № 4. 1967. P. 446-452 <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/j.1537-2197.1967.tb10664.x>
9. Шанайда М.І., Сіра Л.М., Машталер В.В. Мікроскопічний аналіз трави монарди трубчастої (*Monarda fistulosa* L.) родини Lamiaceae. *Фармацевтичний журнал*. 2016. № 5. С. 76-85
10. Dudchenko V., Svydenko L., Markovska O., Sydiakina O. Morphobiological and Biochemical Characteristics of *Monarda* L. Varieties under Conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Journal of Ecological Engineering*. 2020.Vol. 21(8), P. 99-107. <https://doi.org/10.12911/22998993/127093>
11. Корабльова О.А., Рись М.В. Інтродукція та селекція видів роду *Artemisia* та *Monarda*. *Збереження та збагачення рослинних ресурсів шляхом інтродукції та біотехнології*. Київ : Вид-во «Фітосоціоцентр». 2012. С. 163-209.
12. Свиденко Л. Інтродукція *Monarda fistulosa* L. в Херсонській області. *Вісник Львівського університету*. Серія біологічна. Львів. 2004. С. 319-324.
13. Nadina Mamadaliyeva Vakhobjon Kizi, Tashkhanim Rakhimova. Some Indicators of the Water Regime in Some Varieties Belonging to the *Monarda didyma* L. Genus in the Conditions of Tashkent (Uzbekistan). *American Journal of Plant Sciences*, 2024, 15.5: 374-386. <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=133454>
14. Coltun Maricica, Bogdan Alina. Aspects of the biology and the cultivation of *Monarda fistulosa* L. as aromatic species in the Republic of Moldova. *Основні, малопоширені і нетрадиційні види рослин – від вивчення до освоєння (сільськогосподарські і біологічні науки): матеріали міжнародної конференції, 12 травня 2020*. Крути. 2020. № 4. С. 103-109. https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/103-109_12.pdf
15. Полутін О.О. Біометричні показники фізалису мексиканського різної селекції за органічної технології вирощування. *Досягнення та концептуальні напрями розвитку сільськогосподарської науки в сучасному світі: матеріали II Всеукр. наук.-практ. конф.(с. Олександрівка, Дніпропетровська обл., 27 лист. 2018 р.)*. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ». 2018. С. 87-88. <https://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/19947.pdf>
16. Макуха О.В. Вплив строків сівби та глибини загортання насіння на біометричні показники рослин фенхелю звичайного. 2019. URI: <http://hdl.handle.net/123456789/6292>
17. Ситник, О. І., Трохименко, Т. Г. Особливості кліматичних та агрокліматичних умов Черкаської області. *Подільські читання: Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції, (23-24 травня 2013 року)*. Тернопіль: СМП «Тайп», 2013. 291 с. <https://dspace.udpu.edu.ua/bitstream/6789/1940/3/Osoblyvosti%20klimatychnykh%20ta%20ahroklimatychnykh%20umov%20Cherkas%27koyi%20oblasti.pdf>
18. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях : науково-методичне видання / за редакцією Р.А. Вожегової. Херсон : Гринь Д.С., 2014. 286 с.
19. Методичні рекомендації з проведення досліджень за краплинного зрошення / за ред. М.І. Ромащенко, А.П. Шатковського. Київ : ІВПіМ НААН, 2014. 46 с.
20. Методика проведення експертизи сортів рослин групи декоративних, лікарських та ефіроолійних, лісових на придатність до поширення в Україні. Міністерство аграрної політики та продовольства України. Український інститут експертизи сортів рослин в Україні. 12 грудня. 2016. № 540. 126 с. <https://www.sops.gov.ua/uploads/page/5a5f417dd0990.pdf>
21. Методика проведення експертизи сортів рослин групи лікарських та ефіроолійних на відмінність, однорідність і стабільність. Міністерство аграрної політики та продовольства України. Український інститут експертизи сортів рослин

в Україні. 15 січня 2024 року № 101. <https://sops.gov.ua/uploads/page/metodiki/MetodMed2024.pdf>

22. Янченко І.А. Вплив сортових особливостей монарди двійчастої на вихід ефірної олії з рослинної сировини у південному Степу України. Вісник Уманського НУС. 2016. № 1. С. 54-58. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vpliv-sortovih-osoblivostey-monardi-dviychastoyi-na-vihid-efirnoyi-oliyi-z-roslinnoyi-sirovini-u-pivdenному-stepu-ukrayini> (дата звернення: 30.01.2026)

23. Luchian V., Savulescu E., Toma M., Costache N., Teodosiu G., Popa V. Some aspects of the anatomical features of the medicinal plant *Agastache foeniculum* (Pursh) Kuntze (*Lophanthus anisatus* (Nutt.) Benth.). *Sci. Pap. Ser. B Hortic.* 2020. Vol. 64 (1). P. 671-678. https://horticulturejournal.usamv.ro/pdf/2020/issue_1/Art98.pdf

24. Moghaddam M., Estaji A., Farhadi N. Effect of organic and inorganic fertilizers on morphological and physiological characteristics, essential oil content and constituents of *Agastache foeniculum*. *J. Essent. Oil Bear. Plants.* 2015. Vol. 18 (6). P. 1372-1381. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2014.901629>

25. Omidbaigi R., Kabudani M., Khoorang M. Nitrogen fertilizer affecting herb yield, essential oil content and compositions of *Agastache foeniculum* Purch. *J. Essent. Oil Bear. Plants.* 2008. Vol. 11 (3). P.261-266. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2008.10643628>

Дата першого надходження статті до видання: 22.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026

UDC 338.439.5:635.64(477)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.2.11>

TRENDS IN GLOBAL TOMATO PRODUCTION AND PRIORITIES FOR THE RECOVERY OF THE DOMESTIC INDUSTRY UNDER CONDITIONS OF GLOBAL INSTABILITY

Sydiakina O.V. – Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor at the Department of Plant Science and Agroengineering,
Kherson State Agrarian and Economic University
orcid.org/0000-0001-8812-6078

Ivaniv M.O. – Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor at the Department of Plant Science and Agroengineering,
Kherson State Agrarian and Economic University
orcid.org/0000-0002-4793-6194

The article provides a comprehensive analysis of the current state and global development trends in tomato production as one of the major vegetable crops of the world agricultural sector. The significance of the industry in ensuring food security is substantiated, and the main directions of its intensification under conditions of climate change, technological progress, and increasing competition in the global market are considered. Particular attention is paid to the study of the dynamics of cultivated areas, production volumes, and tomato yields worldwide during the period 2000–2024, which made it possible to identify stable trends toward the growth of global production and its concentration in leading producing countries.

It was established that the dominant positions in global tomato production are occupied by Asian countries, primarily China and India, which account for the largest share of total production. At the same time, African countries demonstrate the most dynamic expansion of cultivation areas, whereas Europe and the Americas show stabilization or reduction in planted areas against the background of increasing production intensification. Regional peculiarities of yield formation were analyzed, revealing that the highest productivity levels are achieved in countries with advanced protected cultivation technologies and a high level of resource provision.

The current state of the tomato production sector in Ukraine was examined separately. A significant reduction in cultivated areas and destabilization of production cycles caused by military actions, destruction of infrastructure, and disruption of technological processes were identified. At the same time, a positive long-term trend in yield growth was established, indicating the existence of substantial potential for further sector development under the condition of implementing modern agricultural technologies.

It was substantiated that improving the efficiency of tomato production in Ukraine requires the adaptation of global experience, particularly through the introduction of innovative cultivation technologies, the development of greenhouse production, optimization of agronomic practices, and enhancement of resource provision. The obtained results may be used to formulate strategic directions for vegetable production development and to increase the competitiveness of domestic products in the global market.

Key words: tomato, agricultural technologies, plant density, intensification, cultivated areas, yield, production volumes, global market, greenhouse production, food security.

Сидякіна О.В., Іванів М.О. Тенденції світового виробництва томатів та пріоритети відновлення вітчизняної галузі в умовах глобальної нестабільності

У статті здійснено комплексний аналіз сучасного стану та глобальних тенденцій розвитку виробництва томатів як однієї із основних овочевих культур світового аграрного сектору. Обґрунтовано значення галузі у забезпеченні продовольчої безпеки, а також



розглянуто основні напрями її інтенсифікації в умовах кліматичних змін, технологічного прогресу та зростання конкуренції на світовому ринку. Особливу увагу приділено дослідженню динаміки посівних площ, обсягів виробництва та рівня врожайності томатів у світі за період 2000–2024 рр., що дозволило виявити стійкі тенденції до зростання глобального виробництва та концентрації його у провідних країнах.

Встановлено, що домінуючі позиції у світовому виробництві томатів займають країни Азії, насамперед Китай та Індія, які забезпечують основну частку валового збору культури. Водночас у країнах Африки спостерігається найбільш динамічне збільшення площ вирощування, а в Європі та Америці відмічається стабілізація або скорочення площ посівів на фоні підвищення рівня інтенсифікації виробництва. Проаналізовано регіональні особливості формування врожайності, де найвищі показники досягаються у країнах із розвиненими технологіями захищеного ґрунту та високим рівнем ресурсного забезпечення.

Окремо розглянуто сучасний стан галузі виробництва томатів в Україні. Виявлено тенденцію до суттєвого скорочення посівних площ та дестабілізацію виробничих циклів, зумовлених впливом воєнних дій, руйнуванням інфраструктури та порушенням технологічних процесів. Водночас встановлено позитивну динаміку врожайності у довгостроковому періоді, що свідчить про наявність потенціалу для подальшого розвитку галузі за умови впровадження сучасних агротехнологій.

Обґрунтовано, що підвищення ефективності виробництва томатів в Україні потребує адаптації світового досвіду, зокрема впровадження інноваційних технологій вирощування, розвитку тепличного господарства, оптимізації агротехнічних заходів та підвищення рівня ресурсного забезпечення. Отримані результати можуть бути використані для формування стратегічних напрямів розвитку овочівництва та підвищення конкурентоспроможності вітчизняної продукції на світовому ринку.

Ключові слова: томат, агротехнології, густина рослин, інтенсифікація, посівні площі, урожайність, обсяги виробництва, світовий ринок, тепличне господарство, продовольча безпека.

Problem statement. Tomato production occupies an important place in the structure of global vegetable farming and plays a significant role in ensuring food security. Under current conditions, a stable trend toward industry intensification, implementation of innovative technologies, and increasing requirements for product quality and environmental sustainability is being observed. Leading countries actively apply modern cultivation technologies, including protected cultivation systems, digital solutions, and advanced breeding developments, which contribute to higher yields and ensure production stability under conditions of climate change [1].

For Ukraine, the generalization of global experience and a systematic analysis of tomato production dynamics are of considerable strategic importance for the objective assessment of the agricultural market environment and identification of the main trends in its development. The integration of such analytical results with the implementation of modern agricultural technologies will contribute to improving the efficiency of natural and climatic resource utilization, identifying internal reserves for sector growth, and ensuring sustainable tomato production under conditions of intensifying global competition.

Analysis of recent research and publications. Tomato is one of the leading vegetable crops cultivated in both open-field and protected-ground conditions, characterized by high adaptability to growing conditions and a significant response to technological factors. Contemporary studies focus considerable attention on the optimization of agronomic practices, particularly plant density and planting schemes, which directly influence yield formation and product quality.

Plant density significantly affects the photosynthetic activity of the agrocenosis, the efficiency of light energy utilization, and plant productivity. Increasing plant density contributes to higher overall yields due to more efficient light interception by plants; however, it is accompanied by a reduction in fruit weight and intensified competition among plants for water, nutrients, and light [2].

The optimal plant density and planting arrangement under greenhouse conditions (approximately 2.5–4.0 plants/m² depending on the hybrid and growing conditions) ensure efficient utilization of area and light, while contributing to a high level of marketable yield. At the same time, excessive crop density leads to intensified competition among plants, deterioration of the light regime and microclimate within the agrocenosis, which may increase humidity levels and promote disease development [3].

Under open-field conditions, the optimization of row spacing and in-row plant distance is of considerable importance. Rational planting schemes (particularly within the range of 70 × 30 cm to 90 × 40 cm, depending on the biological characteristics of the cultivar or hybrid) ensure efficient utilization of the nutritional area and contribute to the realization of the crop productivity potential. Plant density may vary within a wide range (25–45 thousand plants/ha), depending on the genotype and soil-climatic growing conditions [4].

Some studies indicate that indeterminate tomato varieties require a lower planting density compared to determinate varieties, which is attributed to their more intensive vegetative growth and the necessity for bush formation. The optimization of spatial arrangement, in conjunction with agronomic practices for bush formation (such as pruning and regulating the number of stems), contributes to a more effective utilization of solar radiation, improves the phytosanitary condition of the crops, and enhances fruit quality [5].

In addition to plant density, the method of transplanting seedlings is also an important technological element. The use of band planting schemes contributes to more efficient utilization of the nutritional area, improvement of crop light conditions, and, under optimal conditions, provides higher yields compared with traditional row planting systems [6].

It has also been established that the optimal density of tomato plants largely depends on the level of mineral nutrition and water supply. Under drip irrigation and balanced mineral fertilization, plants more effectively realize their productivity potential in dense stands due to the stable supply of moisture and nutrients. Under such conditions, increased plant density is not accompanied by a significant reduction in fruit weight and, in some cases, contributes to higher overall crop productivity [7].

At the same time, it should be noted that tomato productivity formation depends not only on plant density and transplanting schemes, but also on a complex of other agrotechnological factors. The growth, development, and yield formation of the crop are substantially influenced by varietal characteristics and the biological type of plants [8], fertilization systems [9], irrigation regimes [10], integrated plant protection measures [11], soil and climatic growing conditions, as well as a number of other factors [12, 13]. Particular importance is attached to the adaptation of technological elements to climate change, especially to increasing temperatures, moisture deficits, and the growing frequency of stress factors that directly affect the stability of tomato production [14].

Alongside the improvement of technological practices, an important direction of scientific research is the assessment of the current state of tomato production. The analysis of the dynamics of cultivated areas, yields, and production volumes makes it possible to identify the main trends in sector development, the level of realization of the crop potential, and the efficiency of cultivation technologies under specific soil-climatic and economic conditions. Therefore, the study of the current state of tomato production is a necessary prerequisite for substantiating prospects for increasing crop productivity and improving cultivation technologies.

Materials and methods. The aim of the study was to conduct a comprehensive analysis of global trends in the functioning of the tomato market, identify Ukraine's position within the structure of global production, and determine the specific features of sectoral development in leading producing countries. To achieve the stated objective and ensure the representativeness of the obtained results, a complex of general scientific and specialized research methods was applied, including systemic-analytical, comparative, graphical visualization, and theoretical generalization methods. The information base of the study consisted of statistical data from the FAOSTAT system (Food and Agriculture Organization of the United Nations) [15], the results of fundamental and applied research conducted by domestic and foreign scientists, as well as the authors' own generalizations and analytical calculations.

Presentation of the main research material. Analysis of the dynamics of global tomato cultivation areas indicates a stable upward trend. During 2000–2024, cultivated areas increased from 3.85 to 5.12 million ha, indicating the growing importance of this crop in global vegetable production (Table 1). The main increase was ensured by Asian countries, whose share remains dominant (over 50% of global cultivated areas), as well as African countries, where the most dynamic expansion of cultivated areas was observed (from 0.74 to 1.67 million ha). At the same time, European and American countries demonstrated a tendency toward reduction or stabilization of cultivated areas, which is associated with production intensification and increasing yields.

Table 1

Global trends in tomato area harvested by region

Year	Regions of the world										World crop area, million hectares
	Africa		America		Asia		Europe		Oceania		
	million hectares	% of world crop area	million hectares	% of world crop area	million hectares	% of world crop area	million hectares	% of world crop area	million hectares	% of world crop area	
2000	0.740	19.2	0.518	13.4	1.900	49.3	0.686	17.8	0.010	0.3	3.853
2010	1.040	23.2	0.473	10.6	2.400	53.6	0.555	12.4	0.009	0.2	4.477
2015	1.353	27.5	0.458	9.3	2.591	52.7	0.505	10.3	0.007	0.1	4.913
2020	1.763	33.9	0.372	7.1	2.645	50.8	0.420	8.1	0.005	0.1	5.205
2022	1.826	34.9	0.385	7.4	2.642	50.5	0.375	7.2	0.006	0.1	5.235
2024	1.672	32.6	0.397	7.8	2.647	51.7	0.399	7.8	0.006	0.1	5.121

Source: FAOSTAT, 2026

A significant concentration of production is observed in the leading countries – China, India, Nigeria, Turkey, Egypt, the United States, and Italy – which together account for more than 65% of the global tomato cultivation area (Table 2). China maintains its leading position with a gradual increase in cultivated areas exceeding 1.0 million ha, whereas the dynamics in other countries are more variable.

In contrast to global trends, Ukraine has experienced a reduction in tomato cultivation areas: from 116.5 thousand ha in 2000 to 56.2 thousand ha in 2024 (Fig. 1). A particularly sharp decline occurred after 2021, which was directly caused by the full-scale military invasion, temporary occupation of the main production regions in southern Ukraine, and destruction of irrigation systems. Such structural distortions of the sector

under the influence of external security-related factors require a revision of vegetable production development strategies, a shift in emphasis toward production intensification in relatively safe regions, and the implementation of energy-efficient protected cultivation technologies.

Table 2

**Trends in tomato area harvested across leading producing countries,
million hectares**

Year	Leading tomato producing countries								% of world crop area
	China	Egypt	India	Italy	Nigeria	Turkey	USA	Seven countries together	
2000	0.674	0.195	0.460	0.137	0.210	0.208	0.169	2.053	53.3
2010	0.952	0.216	0.634	0.119	0.273	0.179	0.159	2.532	56.6
2015	1.030	0.197	0.767	0.107	0.558	0.187	0.163	3.009	61.2
2020	1.107	0.160	0.818	0.100	0.938	0.174	0.110	3.407	65.5
2022	1.096	0.158	0.843	0.098	1.018	0.159	0.110	3.482	66.5
2024	1.095	0.175	0.854	0.103	0.822	0.182	0.106	3.337	65.2

Source: FAOSTAT, 2026

Significant fluctuations in tomato cultivation areas in Ukraine caused corresponding changes in production volumes. The lowest production level was observed in 2000 (1.127 million t), while the maximum was recorded in 2021 (2.445 million t). The reduction of cultivated areas to 51.5 thousand ha in 2022 resulted in a decrease in gross production to 1.257 million t.

Analysis of the dynamics of global tomato production indicates a stable upward trend in gross output. During 2000–2024, production volumes increased from 109.4 to 188.5 million t, or nearly 1.7-fold, due both to the expansion of cultivated areas and to increasing yields. Since 2021, certain variability in indicators has been observed, including a decline in 2022 to 181.3 million t, followed by recovery in 2023–2024.

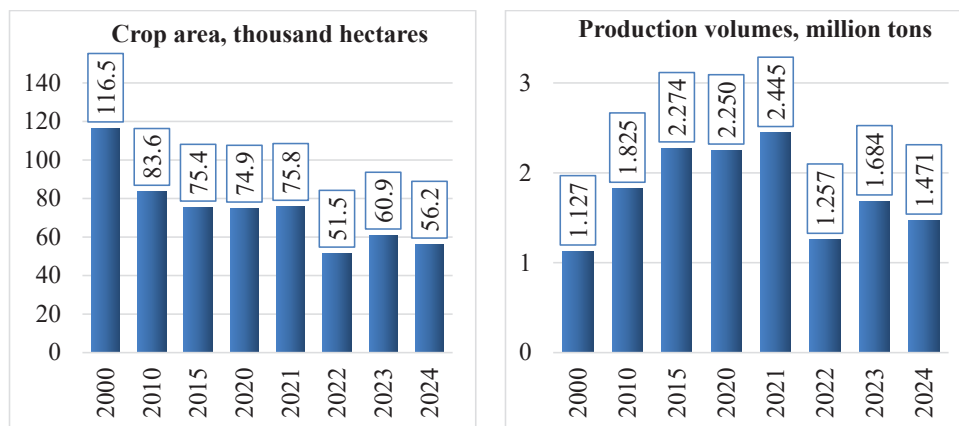


Fig. 1. Trends in tomato crop area and production volume in Ukraine

Source: FAOSTAT, 2026

From a regional perspective, Asia occupies the dominant position, accounting for more than 60% of global production. During the studied period, production in this region more than doubled – from 51.4 to 113.9 million t – primarily due to the development of the sector in China and India. African countries are characterized by dynamic growth in production volumes, from 13.4 to 26.4 million t, indicating intensive development of the industry in this region. In the Americas, production remains relatively stable with minor fluctuations (within the range of 23.7–28.4 million t). Europe demonstrates high stability in tomato production volumes (20.6–24.5 million t), while the lowest gross production is traditionally characteristic of Oceania (less than 0.5 million t).

Analysis of tomato production volumes in the leading countries of the world indicates a stable trend toward the growth of global tomato production and increasing concentration of production in the largest producing countries. During 2000–2024, the total gross tomato production in the leading countries increased from 66.8 to 125.5 million t, or nearly 1.9-fold (Table 3). The share of these countries in global production increased from 61.1% to 66.6% over the studied period.

China is the undisputed global leader in tomato production. In 2024, the country's gross tomato production amounted to 61.7 million t, which was almost 2.8 times higher than the 2000 level (22.3 million t). The rapid expansion of production is explained by extensive cultivation areas, a high level of industry intensification, the introduction of modern technologies, and stable domestic demand. China's share in production among the seven leading countries exceeded 49% in 2024, indicating the country's dominant role in the global tomato market.

Table 3

**Tomato production in leading producer countries,
million tons**

Year	Leading tomato producing countries								% of world production
	China	Egypt	India	Italy	Nigeria	Turkey	USA	Seven countries together	
2000	22.3	6.8	7.4	7.5	1.3	8.9	12.6	66.8	61.1
2010	46.9	8.5	12.4	6.0	1.8	10.1	14.1	99.8	64.8
2015	55.6	7.7	16.4	6.4	4.2	12.6	14.6	117.5	65.9
2020	61.1	6.5	20.6	6.2	3.4	13.2	10.9	121.9	66.4
2022	61.9	6.4	20.7	6.1	3.6	13.0	10.2	121.9	67.2
2024	61.7	7.5	21.3	6.0	3.7	14.6	10.7	125.5	66.6

Source: FAOSTAT, 2026

Significant production growth is also characteristic of India, where gross tomato production increased from 7.4 million t in 2000 to 21.3 million t in 2024, or nearly threefold. High growth rates were also observed in Turkey, where production volumes increased from 8.9 to 14.6 million t. Turkey is one of the leading exporters of fresh tomatoes and processed tomato products, while favorable soil and climatic conditions ensure stable development of the vegetable production sector. In Nigeria, production increased from 1.3 to 3.7 million t, or nearly threefold.

Egypt and Italy are characterized by relative stability in production volumes. In Egypt, gross tomato production fluctuated within the range of 6.4–8.5 million t, while

in Italy it remained at approximately 6.0–7.5 million t. Despite the absence of significant growth, these countries remain important tomato producers, primarily focused on high-quality products and the processing industry.

A different trend has been observed in the United States, where production volumes declined from the peak level recorded in 2015 (14.6 million t) to 10.7 million t in 2024. This decline is associated with changes in the structure of agricultural production, high production costs, and water shortages in traditional cultivation regions.

Analysis of global tomato yields indicates an overall upward trend during 2000–2024. The global average yield increased from 28.4 to 36.8 t/ha, or by 29.6%, as a result of improvements in cultivation technologies, the introduction of high-yielding cultivars and hybrids, the development of irrigation systems, and increasing levels of vegetable production intensification.

Throughout the entire study period, the highest yield indicators were characteristic of the countries of the Americas and Oceania. In the Americas, tomato yields increased from 44.2 t/ha in 2000 to 63.4 t/ha in 2024, reaching a maximum of 66.1 t/ha in 2023. The high level of productivity is explained by the widespread use of intensive technologies, mechanized harvesting, drip irrigation systems, and high-yielding hybrids intended for the processing industry.

In Oceania, tomato yields remained the highest in the world and reached 79.1 t/ha in 2024, which was almost 1.5 times higher than the level recorded in 2000. At the same time, the region is characterized by significant year-to-year fluctuations in yield indicators due to the influence of weather conditions and the limited cultivation areas of the crop.

In European countries, tomato yields increased from 31.0 to 56.4 t/ha, or nearly 1.8-fold, indicating a high level of technological support within the industry, extensive cultivation under protected conditions, and the use of modern agrotechnological practices.

The Asian region was characterized by an increase in yields from 27.1 to 43.0 t/ha. This positive trend is largely associated with the rapid development of vegetable production in China and India, which account for a significant share of global tomato production.

The lowest yield indicators throughout the study period were characteristic of Africa, where yields in 2024 amounted to only 15.8 t/ha. Moreover, during 2010–2019, the region experienced a certain decline in crop productivity as a result of insufficient technological support, limited irrigation, soil degradation, and the substantial impact of arid climatic conditions.

Analysis of tomato yield dynamics in the leading producing countries indicates a general trend toward increasing productivity. During 2000–2024, the most substantial yield increases among the major producers were observed in Turkey – from 42.7 to 80.2 t/ha – as well as in China – from 33.1 to 56.4 t/ha (Table 4). Significant growth rates were also characteristic of India, although the yield level in 2024 remained relatively low at 25.0 t/ha. In Italy and Egypt, yield indicators were characterized by relative stability with a tendency toward moderate growth, whereas in the United States yield levels exceeded 100 t/ha in 2023–2024, indicating a highly advanced level of technological development in the sector.

The lowest yield levels among leading producers are traditionally observed in Nigeria, where yield in 2024 amounted to only 4.5 t/ha, indicating the predominance of extensive production technologies and limited resource availability.

In Ukraine, a stable upward trend in tomato yield has been observed: during 2000–2024, the indicator increased from 9.7 t/ha to 26.2 t/ha, reflecting the intensification of production processes and improvements in varietal and hybrid composition. Despite the overall positive dynamics and the achievement of a maximum level in 2021 (32.3 t/ha), a subsequent decline in yield has been recorded. This downward trajectory is attributed to the destructive impact of military-related factors, which led to disruptions in logistics chains, shortages of production resources, and violations of standard agrotechnological practices. It should be noted that even despite long-term growth, the yield level in the domestic agricultural sector remains significantly lower than that of leading countries, indicating considerable untapped potential for further technological modernization of the industry.

Table 4

**Trends in tomato yield in Ukraine versus global leaders
in production and yield, t/ha**

Year	Leading tomato producing countries								Leading countries by tomato yield		
	China	Egypt	India	Italy	Nigeria	Turkey	Ukraine	USA	Belgium	Great Britain	Netherlands
2000	33.1	34.7	16.2	55.0	6.0	42.7	9.7	74.9	240.3	377.0	433.3
2010	49.3	39.5	19.6	50.7	6.6	56.1	21.8	88.5	473.3	411.6	486.3
2015	54.0	39.3	21.4	59.8	7.6	67.5	30.2	89.5	496.2	419.0	507.1
2020	55.2	40.7	25.1	62.6	3.6	75.7	30.0	99.1	502.4	345.1	486.6
2021	56.5	42.6	25.1	65.1	3.7	79.3	32.3	93.1	448.7	351.1	475.7
2022	56.5	40.4	24.5	62.9	3.6	81.9	24.4	93.0	466.9	373.3	423.1
2023	56.1	42.9	24.1	60.8	4.5	80.0	27.6	101.9	452.7	363.5	410.2
2024	56.4	42.9	25.0	58.6	4.5	80.2	26.2	100.8	489.4	358.3	478.9

Source: FAOSTAT, 2026

The highest tomato yield levels are formed in Western European countries, which maintain a stable global leadership in crop productivity. In particular, in 2024 yields reached 489.4 t/ha in Belgium, 478.9 t/ha in the Netherlands, and 358.3 t/ha in the United Kingdom. Such exceptionally high values are explained by the predominant cultivation of tomatoes in highly technological greenhouse complexes, using automated nutrient supply systems, climate control technologies, and innovative production solutions that ensure maximum resource-use efficiency and full realization of crop potential.

The obtained results indicate that tomato yield levels worldwide are determined primarily by the degree of technological intensification of production, the efficiency of irrigation systems, and the scale of implementation of modern greenhouse technologies, which ensure a substantial increase in crop productivity regardless of natural and climatic conditions.

Conclusions and prospects. The conducted analysis demonstrates a stable upward trend in global tomato production, driven both by the expansion of cultivated areas and by the intensification of production technologies. At the same time, Ukraine is experiencing a reduction in cultivated areas and destabilization of production processes caused by security and economic factors. Nevertheless, the positive dynamics of yield indicate significant potential within the sector. To realize this potential, it is advisable to focus

efforts on the implementation of innovative agricultural technologies, the development of greenhouse production, the expansion and modernization of irrigation systems, and the optimization of crop structure. A priority direction is the restoration of infrastructure, adaptation of production to global climate change, and improvement of resource-use efficiency, which will contribute to strengthening the competitiveness of domestic vegetable production.

REFERENCES:

1. Yu J., Liu J., Sun C., Wang J., Ci J., Jin J., Ren N., Zheng W., Wei X. Sensing technology for greenhouse tomato production: A systematic review. *Smart Agricultural Technology*. 2025. Vol. 11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.atech.2025.101020>
2. Karpe M., Marcelis L. F. M., Heuvelink E. Dynamic plant spacing in tomato results in high yields while mitigating the reduction in fruit quality associated with high planting densities. *Frontiers in Plant Science*. 2024. Vol. 15. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1386950>.
3. Qiu R., Song J., Du T., Kang S., Tong L., Chen R., Wu L. Response of evapotranspiration and yield to planting density of solar greenhouse grown tomato in northwest China. *Agricultural Water Management*. 2013. Vol. 130. P. 44–51. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2013.08.013>.
4. Law-Ogbomo K. E., Egharevba R. K. A. Effects of Planting Density and NPK Fertilizer Application on Yield and Yield Components of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) in Forest Location. *World Journal of Agricultural Sciences*. 2009. Vol. 5(2). P. 152–158. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJAR10.310>.
5. Maboko M. M., Du Plooy C. P. Response of field-grown indeterminate tomato to plant density and stem pruning on yield. *International Journal of Vegetable Science*. 2018. Vol. 24(6). P. 612–621. DOI: <https://doi.org/10.1080/19315260.2018.1458265>.
6. Campos C. M. D. A., Campos L. F., Bezerra R. D. S., Nascimento A. D. R. Plant density and planting arrangement for tomato plants of determinate growth. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 2025. Vol. 29(1). P. 278914. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v29n1e278914>.
7. Wu Y., Si W., Yan S., Wu L., Zhao W., Zhang J., Zhang F., Fan J. Water consumption, soil nitrate-nitrogen residue and fruit yield of drip-irrigated greenhouse tomato under various irrigation levels and fertilization practices. *Agricultural Water Management*. 2023. Vol. 277. P. 108092. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2022.108092>.
8. Zannat A., Hussain M. A., Abdullah A. H. M., Hossain M. I., Saifullah M., Safhi F. A., Alshallash K. S., Mansour E., ElSayed A. I., Hossain M. S. Exploring genotypic variability and interrelationships among growth, yield, and quality characteristics in diverse tomato genotypes. *Heliyon*. 2023. Vol. 9(8). P. 18958. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18958>.
9. Wu C., Han X., Cheng Y., Wang X., Wang W. Impact of “3414” fertilization on the yield and quality of greenhouse tomatoes. *Life Sciences*. 2024. Vol. 19(1). P. 20220893. DOI: <https://doi.org/10.1515/biol-2022-0893>.
10. Wang J., Du Y., Niu W., Han J., Li Y., Yang P. Drip irrigation mode affects tomato yield by regulating root–soil–microbe interactions. *Agricultural Water Management*. 2022. Vol. 260. P. 107188. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.107188>.
11. Tortorici S., Biondi A., Pérez-Hedo M., Larbat R., Zappalà L. Plant defences for enhanced integrated pest management in tomato. *Annals of Applied Biology*. 2022. Vol. 180(3). P. 328–337. DOI: <https://doi.org/10.1111/aab.12750>.
12. Xiao L., Shibuya T., Kato K., Nishiyama M., Kanayama Y. Effects of light quality on plant development and fruit metabolism and their regulation by plant growth

regulators in tomato. *Scientia Horticulturae*. 2022. Vol. 300. P. 111076. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111076>.

13. Ali M. R., Quddus M. A., Trina T. N., Salim M. M. R., Asaduzzaman M. Influence of plant growth regulators on growth, yield, and quality of tomato grown under high temperature in the tropics in the summer. *International Journal of Vegetable Science*. 2022. Vol. 28(1). P. 59–75. DOI: <https://doi.org/10.1080/19315260.2020.1828526>.

14. Roşca M., Mihalache G., Stoleru V. Tomato responses to salinity stress: From morphological traits to genetic changes. *Frontiers in plant science*. 2023. Vol. 14. P. 1118383. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1118383>.

15. Official site of Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2026. Available at: <https://www.fao.org/home/en>.

Дата першого надходження статті до видання: 29.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026

УДК 633.1:631.147:631.86

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.2.12>

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ В ОРГАНІЧНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Сімчук А.П. – д.б.н.,

професор кафедри біології та екології,

Карпатський національний університет імені Василя Стефаника

orcid.org/0000-0002-1762-144X

Заїка В.К. – д.б.н.к.,

професор кафедри лісового і аграрного менеджменту,

Карпатський національний університет імені Василя Стефаника

orcid.org/0000-0007-2206-772X

Гусак В.В. – к.б.н.,

доцент кафедри біохімії та біотехнології,

Карпатський національний університет імені Василя Стефаника

orcid.org/0000-0001-9415-9837

Дмитрик П.М. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри лісового і аграрного менеджменту,

Карпатський національний університет імені Василя Стефаника

orcid.org/0000-0003-1973-391X

В статті наведено огляд перспектив застосування біопрепаратів для підвищення урожайності сільськогосподарських культур за органічного виробництва, що сприятиме збільшенню експорту органічної продукції, зростанню ВВП і доходів населення, покращенню стану довкілля.

Впровадження органічних технологій вирощування сільськогосподарських культур є перспективним напрямком, який динамічно розвивається в світі в останнє десятиліття і забезпечує отримання екологічно чистої продукції.

Загальносвітовий тренд до здорового способу харчування, напрямок до зниження техногенного і антропогенного навантаження на агроценози, спонукає до розширення використання природних засобів та способів вирощування сільськогосподарських культур та зумовлює органічний підхід у рослинництві [1, 2].

Успішним інструментом в сучасних умовах господарювання, одним з шляхів підвищення врожайності та збереження природних ресурсів, що забезпечує гармонію між ефективністю і екологічністю є застосування біопрепаратів. Їх застосування у сільському господарстві сприяє покращенню стану ґрунту, зменшенню хімічного навантаження на екосистему, отриманню екологічно чистої продукції, що дає можливість розширити ринки збуту продукції та швидше інтегруватися у світовий економічний простір.

Вивчення наукового доробку з обраної проблематики засвідчує, що використання препаратів органічного походження в органічному виробництві України розглядається, як перспективний напрям для підвищення продуктивності та покращення якості сільськогосподарської продукції в умовах сучасних викликів.

Для забезпечення зростаючого попиту на продукцію органічного виробництва постає необхідність у розробленні ефективних технологій вирощування сільськогосподарських культур без застосування синтетичних мінеральних добрив з оптимальним залученням в системі удобрення препаратів органічного походження.

Ключові слова: органічне виробництво, біопрепарати, бактеріальні препарати, обробка насіння, позакореневе підживлення, зернові культури, гречка, урожайність.



Simchuk A.P., Zaika V.K., Husak V.V., Dmytryk P.M. Efficiency of the use of biological preparations in organic production

The article provides an overview of the prospects for the use of biological products to increase the yield of agricultural crops in organic production, which will contribute to increasing the export of organic products, increasing GDP and incomes, and improving the state of the environment.

The introduction of organic technologies for growing crops is a promising direction that has been dynamically developing in the world in the last decade and ensures the production of environmentally friendly products.

The global trend towards a healthy diet, the trend towards reducing the technogenic and anthropogenic load on agrocenoses, encourages the expansion of the use of natural means and methods of growing crops and determines the organic approach in crop production [1,2].

A successful tool in modern economic conditions, one of the ways to increase productivity and preserve natural resources, which ensures harmony between efficiency and environmental friendliness, is the use of biological preparations. Their use in agriculture contributes to improving the condition of soils, reducing the chemical load on the ecosystem, obtaining environmentally friendly products, which allows expanding product sales markets and faster integration into the global economic space.

The study of scientific work on the selected issues shows that the use of organic products in organic production in Ukraine is considered a promising direction for increasing productivity and improving the quality of agricultural products in the face of modern challenges.

To meet the growing demand for organic products, there is a need to develop effective technologies for growing crops without the use of synthetic mineral fertilizers with optimal use of organic fertilizers in the fertilization system.

Key words: organic production, biological products, bacterial preparations, seed treatment, foliar feeding, cereal crops, buckwheat, yield.

Постановка проблеми. За широкого впровадження інтенсивних технологій відбувається зростання валового виробництва, однак при цьому збільшується навантаження на біосферу, що призводить до негативних екологічних наслідків. Тому одним з пріоритетних напрямків виробництва екологічно чистої продукції є органічне виробництво [3].

Отже, оптимізувати процеси живлення рослин доцільно за рахунок застосування біологічно активних речовин та стимуляторів росту, які покращують ріст і розвиток рослин, сприяють адаптації до умов навколишнього середовища та екологічних стресів [4-7].

Як зазначають науковці враховуючи зростання інтересу світової спільноти до екологічно безпечних продуктів харчування та сталого сільськогосподарського виробництва, актуальності набуває органічне виробництво, яке виключає використання синтетичних добрив, пестицидів та генетично модифікованих організмів. В технологіях вирощування органічної продукції максимально використовується препарати органічного походження [8-10].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Впровадження новітніх технологій з використанням інноваційних засобів захисту та сучасної техніки, часто призводить до супутніх проблем, серед яких ерозія ґрунтів, накопичення пестицидів та негативний вплив на екологію.

Як зазначають дослідники, сучасні інтенсивні технології вирощування культурних рослин досягли критичних меж в екологічному, енергетичному та продукційному етапах [11]. Поряд з цим різке зростання цін на мінеральні добрива зумовлює пошук шляхів здешевлення системи живлення за рахунок використання в технологіях вирощування регуляторів росту рослин, мікродобрив, які за даними дослідників виявилися ефективними, як окремі елементи, так і в поєднанні за різних строків і способів обробки ними насіння та рослин [12, 13]. Враховуючи це,

для підвищення кількості якісної сільськогосподарської продукції без негативних наслідків, перспективними є біологічні рішення в сучасних органічних технологіях. Під час виробництва, переробки та продажу органічних продуктів оператори дотримуються стандартів, що дозволяють їм зберегти чистоту органічної сільськогосподарської продукції.

За географічним положення Україна має всі необхідні передумови для успішного розвитку органічного виробництва. Насамперед це наявність великої кількості екологічно чистих та родючих земель близько.

Ряд науковців вказують на соціально-економічні аспекти сталого розвитку аграрного сектору. При цьому важливим є державна підтримка для розвитку органічного землеробства та необхідність підвищення екологічної свідомості агровиробників. Тому, тільки комплексний підхід до стимулювання екологічно безпечного землеробства має стати ключем до забезпечення продовольчої безпеки держави [14,15]. Науковці зазначають, що органічне рослинництво повинно сприяти збереженню та покращенню родючості ґрунту, запобігати його ерозії. Поживні речовини, які потрібні для рослин, вони мають отримувати переважно через екосистеми ґрунту, а не з розчинних мінеральних добрив, які вносять в ґрунт.

З підвищенням попиту споживачів на екологічно чисті продукти відповідно зростає і попит на біопрепарати та їх використання, які застосовують при вирощуванні сільськогосподарських культур. Так, як біопрепарати значно дешевші ніж традиційні добрива та хімічні засоби, відповідно знижуються виробничі витрати та зберігається навколишнє природне середовище. Вони застосовуються, як в традиційному, так і в органічному виробництві.

Особливо актуально, що на даний час агровиробникам пропонується великий асортимент біопрепаратів різного призначення, які дозволені для використання в органічному виробництві. Біологічні препарати створюються на основі природних мікроорганізмів, не забруднюють довкілля і безпечні для тварин і людини. Мікробні препарати нового покоління здатні позитивно впливати на фізіологічні процеси і сприяти підвищенню продуктивності сільськогосподарських культур.

В більшості економічно розвинених країн біопрепарати уже широко впроваджуються в новітніх екологічно збалансованих технологіях. Їх застосування забезпечує приріст урожаю зернових культур в середньому на 15-20 % та покращення якості продукції.

Як зазначають науковці, одним з пріоритетних напрямків досліджень за впровадження органічних технологій вирощування продукція рослинництва є всебічне вивчення дії біологічних препаратів на сільськогосподарські культури [16, 17]. В дослідженнях по вивченню впливу біопрепаратів на урожайність зернових культур науковцями отримано підвищення врожайності ярого ячменю на 20-25 % та гречки на 18-22 %, а також збільшення вмісту білка у досліджуваних культур [18]. Проведені науковцями дослідження в напрямку екологізації технології вирощування ячменю ярого вказують на ефективність застосування біопрепаратів та регуляторів росту. Зокрема, передпосівна обробка насіння та позакореневе підживлення підвищували урожайність та якість зерна ячменю [19].

Дієвим, екологічно безпечним засобом покращення умов мінерального живлення, що впливає на ріст і розвиток рослин, зниження забур'яненості посівів, сприяє підвищенню продуктивності сільськогосподарських культур, є передпосівна інокуляція насіння мікробними препаратами. За даними науковців наведеними в статтях виявлено позитивну дію мікробіологічних препаратів в системі удобрення гречки [20].

Для покращення забезпечення рослин поживними елементами, ефективним є позакореневе підживлення. При чому за значної різноманітності на ринку України новітніх добрив та біостимуляторів дослідники зазначають, що необхідно випробувати їх, щодо дії на конкретну культуру з урахуванням ґрунтово-кліматичних та організаційно-господарських умов [21, 22].

За результатами досліджень Л. М. Карпук та Я. О. Федорченко встановлено позитивний вплив біопрепаратів, які входять до переліку дозволених в органічному виробництві на урожайність та якісні показники зерна гречки. За поєднання передпосівної обробки насіння та обприскування посівів Гуматом калію спостерігається підвищення урожайності та вмісту сирого білка в насінні гречки [23].

Як зазначає В. В. Волкогон та інші, підвищення продуктивності сучасних сортів сільськогосподарських культур пов'язане з оптимізацією умов їхнього живлення, що включає вміст елементів у ґрунті та ступінь їхньої доступності для рослин. Значну роль в цьому відіграють бактеріальні препарати [24].

Результати наукових досліджень вказують, що передпосівна обробка насіння досліджуваними мікробними препаратами, сприяла зростанню біометричних показників рослин ячменю ярого [25].

За дослідженнями А. М. Шувара виявлено ефективність застосування біопрепаратів за біологізованої системи удобрення пшениці озимої, де поєднання біологічних препаратів, що застосовували для передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення посівів, сприяло підвищенню урожайності на 0,4-0,5 т/га відносно контролю без добрив [26].

Як зазначають І. М. Городинська, Ю. В. Терновий, А. О. Чуб, позитивний вплив біологічних препаратів на урожайність та якісні показники бобових культур, які вирощувалися за органічною технологією [27]. Зокрема, за впливу біопрепаратів відмічено підвищення врожайності сої на 8-11%. Також застосування комплексу біопрепаратів сприяє збільшенню конкурентоспроможності культурних рослин до бур'янів [28].

За твердженнями науковців використання мікробіологічних препаратів в поєднанні з мікродобривами покращує режим живлення рослин їх фізіологічний стан, сприяє збільшенню кількості та якості насіння [29].

Дослідженнями В. П. Карпенко та іншими встановлено, що використання мікробного препарату Діазобактерин у суміші з рістрегулятором Радостим для обробки насіння та обприскування посівів сприяло активізації фізіологічних процесів у рослинах, що підвищувало урожайність гречки [30].

Науковцями доказано ефективність застосування біопрепаратів та регуляторів росту рослин при вирощуванні сільськогосподарських культур, яка досягається завдяки приросту врожайності, та порівняно невеликими додатковими витратами на їх застосування, що сприяє зниженню собівартості продукції.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Проведений огляд літературних джерел показує переваги органічного виробництва сільськогосподарської продукції, оскільки вони направлені на усунення небезпеки для самої людини забезпечення її екологічно чистими продуктами харчування.

Враховуючи зростаючий попит на продукцію органічного виробництва постає необхідність у розробленні ефективних технологій вирощування сільськогосподарських культур без застосування синтетичних мінеральних добрив з оптимальним залученням в системі удобрення препаратів органічного походження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Fernández J. A. Ayastuy M. E. Belladonna D. P. Comezaña M. M. Contreras J. de Maria Mourão I. Orden L. Rodríguez R. A. Current Trends in Organic Vegetable Crop Production: Practices and Techniques Horticulturae. 2022. 8(10), 893.
2. Fayaz A., Patil S., Swamy, G.; Shankarappa T., Premelatha B. Pummelo (*Citrus maxima* L.) Seedlings Growth as Influenced by Bio-Fertilizers and Organic Amendments. *Int. J. Chem. Stud.* 2020. 8. 2317-2320.
3. Савчук О. І., Ратошнюк В. І., Герасимчук В. І., Приймачук Т. Ю., Штанько Т. А., Ратошнюк В. В. Інноваційно-технологічні засади вирощування нішєвих культур за органічного землеробства в умовах Полісся: наук.-практ. рек. Житомир: Видавничий дім «Бук-друк», 2023. 56 с.
4. Волкогон В.В., Надкернична О.В., Ковалевська Т.М. Мікробні препарати у землеробстві. *Теорія і практика*. Київ: Аграрна наука. 2006. С. 312.
5. Коноваленко Л.І., Моргун В.В., Петренко К.В. Ефективність різних регуляторів росту рослин та біопрепаратів в умовах Степу. *Агроекологічний журнал*. 2013. № 3. С. 51-56.
6. Гирка А.Д., Андрейченко О.Г., Кулик І.О. Вплив біопрепаратів і регуляторів росту на продуктивність рослин ячменю ярого голозерного та півчастого в умовах північного Степу. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони*. 2012. № 3. С. 65 – 68.
7. Василенко М.Г., Стадник А.П., Душко П. М., Драга М.В., Кічігіна О.О., Зацарінна Ю.О., Перець С.В. Урожайність і якість насіння сільськогосподарських культур за дії регуляторів росту рослин. *Агроекологічний журнал*. 2018. № 1. С. 96-101.
8. Jabroot, K.; Scholar, J.M.S.; Deepika, K.J.J. Influence of Organic Manure and Biofertilizers on Horticultural Crops: Review. *Pharma Innov. J.* 2021, 10, 763-766.
9. Гадзало Я.М. Камінський В.Ф. Наукові основи виробництва органічної продукції в Україні. *Аграрна наука*. 2016. С. 26.
10. Волкогон В.В. Біологічні аспекти адаптивних систем землеробства. Адаптивні системи землеробства і сучасних агротехнологій, як основа раціонального землекористування, збереження і відтворення родючості ґрунтів. Київ: Едельвейс, 2013. С. 95-107.
11. Лихочвор В.В. Біологічне рослинництво. Львів: НВФ «Українські технології», 2004. 312 с.
12. Авраменко А., Циганко В. Як регулятори росту рослин впливають на урожайність пшениці озимої. 2016. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/711-iak-rehulatory-rosturosllyn-vplyvaiut-na-urozhainist-pshenytsi-ozymoi.html> (дата звернення: 09.04.2026).
13. Ткачук О.О. Екологічна безпека та перспективи застосування регуляторів росту рослин. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2014. № 3. С. 41-44.
14. Томашук І. В., Хаєцька О. П. Вплив аграрного сектору економіки на сталий розвиток сільських територій. *Економіка та суспільство*. 2022. Вип. 40.
15. Ярмоленко Ю. О. Сталий розвиток аграрного сектору економіки та його економічне забезпечення. Інвестиції: практика та досвід. 2015. № 22. С. 110-115. URL: <http://www.investplan.com.ua/?op=1&z=4736&i=22> (дата звернення: 14.04.2026).
16. Драга М.В., Кічігіна О. О., Зацарінна Ю. А., Цибро Ю. А. Посівні якості насіння сільськогосподарських культур за дії органо-мінерального добрива Viteri 8-4-5. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 4. С. 76-82.
17. Василенко М.Г., Стадник А.П., Душко П. М., Драга М.В., Кічігіна О.О., Зацарінна Ю.О., Перець С.В. Урожайність і якість насіння сільськогосподарських культур за дії регуляторів росту рослин. *Агроекологічний журнал*. 2018. № 1. С. 96-101.

18. Доробітько А., Качанова Т., Маркова Н., Доробітько О. Вплив біопрепаратів на продуктивність зернових культур в умовах Півдня України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2025. № 29 (2). С. 9-21.
19. Вінюков О.О. та ін. Використання біо- та рістрегулюючих препаратів для підвищення продуктивності та якості зерна ячменю ярого. *Збалансоване природо-користування*. 2017. № 3. С. 46-50.
20. Мащенко Ю.В. Вплив удобрення та ефективних мікроорганізмів на продуктивність гречки в умовах північного Степу України. *Бюлетень Інституту зернових культур*. 2009. № 37. С. 26-30.
21. Шевченко М. В., Мозговий Р. С., Зубковський О. А., Доля С. М. Ефективність позакореневого підживлення соняшнику. *Агроном*. 2021. URL: <https://www.agronom.com.ua/efektyvnist-pozakorenevogopidzhylennya-sonyash-nyku> (дата звернення: 17.04.2026).
22. Скрильник Є. Гумати: позакоренеve підживлення доцільне. *Пропозиція*. 2016. URL: <https://propozitsiya.com/articles/ahrokhimiya-dobryva/humaty-pozakoreneve-pidzhylennya-dotsilne> (дата звернення: 17.04.2026).
23. Карпук Л.М., Федорченко Я.О. Формування якісних показників гречки за органічного виробництва. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2025. № 33. С. 19-28. URL: <https://doi.org/10.47414/pr.33.2025.350952>.
24. Волкогон В.В., Надкернична О.В., Ковалевська Т.М. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика. Київ : Аграрна наука, 2006. С. 312.
25. Макуха О.В. Вплив біопрепаратів на ріст і розвиток сортів ячменю ярого в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 108. С. 63-71.
26. Шувар А. М., Беген Л.Л., Дорота Г.М., Тимків М.Ю. Застосування біологічних препаратів в органічній технології вирощування пшениці озимої. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 67(1). С. 143-155. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/pgzt_2020_67\(1\)_12](http://nbuv.gov.ua/UJRN/pgzt_2020_67(1)_12).
27. Городинська І. М., Терновий Ю.В., Чуб А. О. Роль біологічних препаратів у органічному землеробстві. *Збалансоване природокористування*. 2018. № 2. С. 54 –58. URL: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.2.2018.276333>.
28. Городинська І. М., Л. Плаксюк Л.Б., Чуб А. О. Використання біопрепаратів за умов органічного виробництва сої. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 9. С. 73-78.
29. Куц О.В., Гурін М.В., Солдатенко О.В. Ефективність біологізованої системи вирощування насіння буряку столового. *Таврійський науковий вісник*. 2025. № 145. С. 181-192.
30. Карпенко В.П., Притуляк Р.М. Даценко А.А. Продуктивність посівів гречки за дії біологічних препаратів. *Зб. наук. праць. Уманського НУС*. 2017. Вип. 90.С. 14-22.

Дата першого надходження статті до видання: 29.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026

УДК 633.15

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.2.13>

ВПЛИВ ОПЕРАЦІЙ ПІСЛЯПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ БАЗОВИХ ГЕРБІЦИДІВ В ПОСІВАХ КУКУРУДЗИ

Танасов С.С. – к. с.-г.н.,

технічний експерт,

ТОВ «Байер»,

доцент кафедри агробіотехнологій,

Західноукраїнський національний університет

orcid.org/0009-0005-2099-6292

Сеник І.І. – д.с.-г.н.,

професор кафедри агробіотехнологій,

Західноукраїнський національний університет

orcid.org/0000-0003-4756-7824

Чернишенко О.Я. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри агробіотехнологій,

Західноукраїнський національний університет

orcid.org/0000-0003-1643-7242

Стопчак В.М. – аспірант кафедри агробіотехнологій,

Західноукраїнський національний університет

orcid.org/0009-0009-4147-4214

Наведено результати багаторічних досліджень із оптимізації гербіцидного захисту агроценозів кукурудзи від сегетальної рослинності в умовах західного Лісостепу. **Мета досліджень** – вивчити ефективність базових гербіцидів в посівах досліджуваної культури залежно від виду операцій з післяпосівного обробітку ґрунту. Методи. Дослідження проводилися протягом 2022-2024 років на дослідно-демонстраційній станції (агроарені «Захід») компанії Байер, яка знаходиться на території Підволочиської ОТГ Тернопільської області. Методика передбачала проведення двофакторного польового дослід. У межах фактора А вивчали дію гербіцидів: контрольну групу (без внесення препаратів) порівнювали з ділянками, де застосовували Мерлін® флекс дуо (2,0 л/га) та Аденго (0,4 л/га). Фактор В охоплював різні методи догляду за ґрунтом після сівби: відсутність обробітку, використання пружинної борони «Hatzebichler Federzahnhackegge 11,0», а також застосування зубчато-шпорового котка КЗШ-6Г-01. **Результати.** На основі проведених досліджень встановлено, що за середнього рівня потенційної забур'яненості ґрунту у технології вирощування кукурудзи на зерно після попередника сої застосування ґрунтових гербіцидів Мерлін® Флекс Дуо, 42,5% к.с. у нормі 2,0 л/га та Аденго®, 31,5% к.с. у нормі 0,4 л/га забезпечувало ефективність контролю бур'янів на рівні відповідно 63,2 та 68,2%. За таких умов збережена врожайність зерна кукурудзи становила 6,3 і 6,1 т/га відповідно. **Висновки.** В умовах недостатнього зволоження верхнього шару ґрунту додаткове загортання гербіцидів із використанням пружинної борони або зубчато-шпорового котка КЗШ-6Г-01 сприяло підвищенню ефективності дії препаратів до 75,6–79,7% та 82,4–85,9% відповідно. Це забезпечило збереження врожайності зерна кукурудзи на рівні 6,7 і 7,2 т/га при застосуванні Мерлін® Флекс Дуо, 42,5% к.с. (2,0 л/га), а також 6,6 і 6,9 т/га – за використання Аденго®, 31,5% к.с. (0,4 л/га).

Ключові слова: кукурудза, урожайність, гербіциди, забур'яненість, обробіток ґрунту



Tanasov S.S., Senyk I.I., Chernyshenko O.Ya., Stopchak V.M. Effect of post-sowing soil tillage operations on the efficacy of basic herbicides in corn crops

The results of many years of research on optimizing the herbicide protection of corn agrocenoses from segetal vegetation in the conditions of the Western Forest-Steppe are presented. **The purpose** of the research is to study the effectiveness of basic herbicides in crops of the studied crop depending on the type of post-sowing tillage operations. **Methods.** The research was conducted during 2022-2024 at the experimental and demonstration station (agroarena «West») of the Bayer company, which is located on the territory of Pidvolochyska AH of the Ternopil region. The methodology involved conducting a two-factor field experiment. Within factor A, the effect of herbicides was studied: the control group (without the introduction of drugs) was compared with areas where Merlin® flex duo (2.0 l/ha) and Adengo (0.4 l/ha) were used. Factor B covered various methods of soil care after sowing: no tillage, use of a spring harrow «Hatzenbichler Federzahnhackegge 11.0», as well as the use of a toothed-spur roller KZSh-6G-01. **Results.** Based on the conducted studies, it was found that at an average level of potential soil weediness in the technology of growing corn for grain after a soybean precursor, the use of soil herbicides Merlin® Flex Duo, 42.5% hp at a rate of 2.0 l/ha and Adengo®, 31.5% hp at a rate of 0.4 l/ha ensured weed control efficiency at the level of 63.2 and 68.2%, respectively. Under such conditions, the retained yield of corn grain was 6.3 and 6.1 t/ha, respectively. **Conclusions.** In conditions of insufficient moisture of the upper soil layer, additional incorporation of herbicides using a spring harrow or a toothed-spur roller KZSh-6G-01 contributed to increasing the effectiveness of the drugs to 75.6–79.7% and 82.4–85.9%, respectively. This ensured the preservation of corn grain yield at the level of 6.7 and 7.2 t/ha when using Merlin® Flex Duo, 42.5% hp (2.0 l/ha), as well as 6.6 and 6.9 t/ha when using Adengo®, 31.5% hp (0.4 l/ha).

Key words: corn, yield, herbicides, weed infestation, tillage.

Актуальність теми. Нині на ринку представлено широкий асортимент гібридів кукурудзи, які завдяки високій енергії стартового росту здатні ефективно протистояти сегетальній рослинності [1, 2]. Однак, незважаючи на це, бур'яни й надалі справляють значний вплив на формування врожаю. Найбільшої шкоди вони завдають на початкових етапах розвитку культури, коли у фазі трьох–п'яти справжніх листків закладаються генеративні органи і рослини особливо потребують достатнього забезпечення поживними речовинами та вологою з ґрунту. Інтенсивна конкуренція з бур'янами також негативно позначається на якості кінцевої продукції [3]. Саме тому найбільш ефективним способом розв'язання цієї проблеми є застосування ґрунтових гербіцидів після висіву насіння. Вони діють на бур'яни через колеоптиле у злакових видів і через сім'ядольні листки у дводольних рослин. Цей прийом дозволяє на 20-35 днів відстрочити появу бур'янів і захистити сходи культури в найбільш уразливий період [4].

До факторів, що впливають на ефективність ґрунтових гербіцидів відносять: наявність вологи, оптимальні температури, заробка гербіциду в ґрунт, великий вплив робочого розчину на 1 га. До переваг використання ґрунтових препаратів можна віднести: фактор чистого поля під час раннього розвитку культури, раціональне використання оприскувачів, відносна дешевизна операцій [5].

Щодо недоліків, то вони також присутні: необхідність наявності оптимальних факторів, ризик неефективності при дефіциті вологи, хімічний стрес для молоді рослини, неоднорідність дії на різних типах ґрунтів. Агроному залежно від поля потрібно аналізувати не тільки ступінь забур'яненості, а й норми, залежно від типу ґрунту: скільки в ньому гумусу, скільки органічної речовини. В посушливих умовах ґрунтові гербіциди бажано заробити в ґрунт одразу після внесення на глибину 3–5 см, що дозволяє зв'язати препарат з вологим шаром ґрунту, де його дія буде більш ефективною і там міститься основна маса насіння бур'янів, які починають проростати [5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Серед зернових культур, кукурудза за розмірами посівних площ займає друге місце в Україні, поступаючись лише пшениці [6]. Одним із факторів її високої урожайності є відсутність представників сегетальної рослинності в агроценозах [3, 5].

В Україні проведена велика кількість польових дослідів із пошуку оптимальних способів контролю бур'янів в посівах досліджуваної культури [7-12]. Проте, поява нових препаратів на ринку засобів захисту рослин зумовлює необхідність пошуку оптимальних параметрів їх застосування для досягнення максимальної ефективності.

Мета дослідіу – вивчити ефективність роботи базових гербіцидів в посівах кукурудзи залежно від виду та часу проведення операцій з післяпосівного обробітку ґрунту.

Матеріали та методика досліджень Дослідження проводилися протягом 2022-2024 років на дослідно-демонстраційній станції (агроарені «Захід») компанії Байер, яка знаходиться на території Підволочиської ОТГ Тернопільської області. Ґрунт – чорнозем типовий малогумусний середньосуглинковий. Вміст гумусу в орному шарі складає 3,8%, рН – 6,8-7,0.

Погодні умови у весняний період 2022-2024 років мали певну подібність, яка полягала в підвищеній кількості опадів у квітні місяці і майже повній їх відсутності в травні (рис. 1).

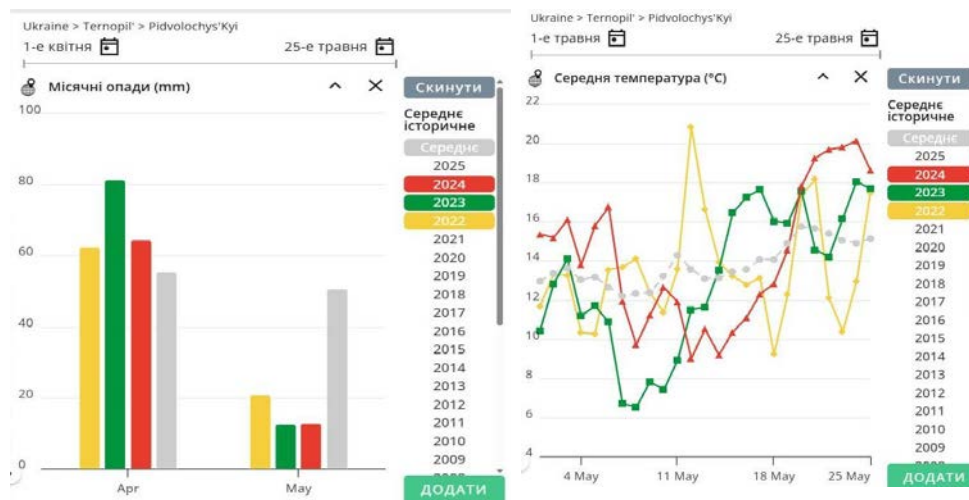


Рис. 1. Погодні умови в роки проведення досліджень

Упродовж травня 2022-2024 років відмічався понижений, з різкими перепадами, температурний режим та переважала суха, майже, без опадів погода. Середньодобова температура повітря коливалася в межах 6,3–20,5°C. Вдень максимальні значення температури повітря підвищувалися навіть до 28-30, а вночі – знижувалися до +4,5 °C. Кількість продуктивних опадів у всі три роки досліджень виявилася незначною і становила лише 15-20 мм, або близько 25-33% кліматичної норми.

Відсутність опадів в кінці квітня і першій половині травня на фоні нестабільного температурного режиму мали негативний вплив на ефективність ґрунтових

гербіцидів. З одного боку перепади денних та нічних температур сприяли висушуванню верхнього шару ґрунту та руйнуванню гербіцидного екрану, а з другого – уповільнювали час проростання бур'янів, масові сходи яких з'являлися наприкінці захисного періоду препаратів.

Описані погодні умови спричиняли затримку росту і розвитку кукурудзи. На кінець травня рослини набували від салатого до пурпурового відтінків. На фоні відсутності опадів це також сприяло формуванню у бур'янів потужного воскового нальоту, особливо у лободи білої. В результаті багато страхових гербіцидів на посівах кукурудзи не мали достатньої ефективності проти злакових та дводольних видів.

Дослідження проводилися у двофакторному досліді. Фактор А – гербіцид: 1. Контроль, без гербіцидів; 2. Мерлін® флекс дуо 2,0 л/га; 3. Аденго 0,4 л/га. Фактор В – післяпосівний обробіток ґрунту: 1. Без після посівного обробітку; 2. Обробіток пружинною бороною «Hatzenbichler Federzahnhackegge 11,0» після внесення гербіциду; 3. Обробіток зубчасто-шпоровим котком КЗШ-6Г-01 після внесення гербіциду.

Внесення гербіцидів та операції з післяпосівного обробітку ґрунту проводили в день сівби у вечірні години – після 20.00. Норма виліву робочого розчину складала 250 л/га.

Дослідження проводилися відповідно до загальноприйнятих методик.

Результати досліджень. Визначення видового складу бур'янів у посівах кукурудзи показало, що в умовах агроарени Захід домінуючими видами є лобода біла (*Chenopodium album* L.), щириця звичайна (*Amaranthus retroflexus* L.), гірчак берізковидний (*Polygonum convolvulus* L.), гірчак розлогий (*Polygonum lapathifolium* L.), куряче просо (*Echinochloa crus-galli* L.). Тобто, досліджувані ділянки характеризувалися змішаним типом забур'яненості. Наявність такого типу забур'яненості у посівах ускладнює гербіцидний контроль чисельності бур'янів протягом вегетації культури.

Обидва гербіциди, які вивчалися у досліді, були високовибірковими до рослин кукурудзи. Фітотоксичної дії препаратів на рослини кукурудзи не було: зрідження густоти сходів рослин і пригнічення їх початкового росту і розвитку не спостерігалось.

Дослідженнями встановлено, що на ділянках, де ґрунтові гербіциди не вносили, кількість бур'янів варіювала у межах 26,3–34,8 шт./м² (табл. 1). При цьому найменша їх присутність була на варіанті, де в якості післяпосівного обробітку ґрунту використовувався зубчасто-шпоровий коток КЗШ-6Г-01 – 26,3 шт./м², що було на 24,4% менше, ніж на контролі без післяпосівного обробітку. Забур'яненість на варіанті без гербіцидів, але із використанням пружинної борони займала проміжне місце – 29,5 шт./м².

На варіантах, де вносили ґрунтові гербіциди Мерлін® флекс дуо 2,0 л/га і Аденго® 0,4 л/га, забур'яненість посівів варіювала від 2,0 до 8,7 шт./м², а загибель бур'янів порівняно з контролем була досить високою і становила 75,0–92,4%, причому найвищі показники ефективності обох препаратів спостерігалися за умови застосування зубчасто-шпорового котка КЗШ-6Г-01 одразу після їх внесення.

Під час другого обліку забур'яненості посівів кукурудзи (через 28 діб після внесення), (табл. 2) висока ефективність базових гербіцидів збереглася.

Так, якщо на контрольному варіанті було виявлено 34,4 шт./м² бур'янів, то на ділянках із застосуванням ґрунтових гербіцидів Мерлін® флекс дуо 2,0 л/га і Аденго® 0,4 л/га забур'яненість становила 12,5 і 10,0 шт./м², тобто була відповідно на 63,2 та 68,2% меншою. Звертаємо увагу, що на варіантах із загортанням

гербіцидів пружинною бороною та зубчато-шпоровим котком КЗШ-6Г-01 ефективність дії обох ґрунтових гербіцидів зроста відповідно до 75,6-79,7 і 82,4-85,9%.

Таблиця 1

**Ефективність ґрунтових гербіцидів на 14-й день після внесення
(в середньому за 2022-2024 рр.)**

№	Гербіциди	Післяпосівний обробіток	Кількість бур'янів, шт./м ²	Ефективність дії, %
1	Контроль, без гербіцидів	Без післяпосівного обробітку	34,8	—
2		Обробіток пружинною бороною	29,5	15,2
3		Обробіток зубчато-шпоровим котком КЗШ-6Г-01	26,3	24,4
4	Мерлін® флекс дуо 2,0 л/га	Без післяпосівного обробітку	8,7	75,0
5		Обробіток пружинною бороною	4,9	83,4
6		Обробіток зубчато-шпоровим котком КЗШ-6Г-01	2,7	89,7
7	Аденго® 0,4 л/га	Без післяпосівного обробітку	7,2	79,3
8		Обробіток пружинною бороною	5,3	82,0
9		Обробіток зубчато-шпоровим котком КЗШ-6Г-01	2,0	92,4

Таблиця 2

**Ефективність ґрунтових гербіцидів на 28-й день після внесення
(в середньому за 2022-2024 рр.)**

№	Гербіциди	Післяпосівний обробіток	Кількість бур'янів, шт./м ²	Ефективність дії, %
1	Контроль, без гербіцидів	Без післяпосівного обробітку	34,0	—
2		Обробіток пружинною бороною	28,3	—
3		Обробіток зубчато-шпоровим котком КЗШ-6Г-01	24,5	—
4	Мерлін® флекс дуо 2,0 л/га	Без післяпосівного обробітку	12,5	63,2
5		Обробіток пружинною бороною	8,3	75,6
6		Обробіток зубчато-шпоровим котком КЗШ-6Г-01	6,0	82,4
7	Аденго® 0,4 л/га	Без післяпосівного обробітку	10,8	68,2
8		Обробіток пружинною бороною	6,9	79,7
9		Обробіток зубчато-шпоровим котком КЗШ-6Г-01	4,8	85,9

На нашу думку, цей результат можна пояснити тим, що в умовах нестачі вологи загортання гербіцидів на 2-4 см переміщує їх у вологіший шар ґрунту, де вони краще зв'язуються з ГВК та ефективніше діють на проростки бур'янів. Крім того, це запобігає випаровуванню та знесенню діючих речовин вітром та зменшує її поглинання рослинними рештками, що підвищує ефективність.

Дослідження проведені протягом 2022–2024 років свідчать, що врожайність зерна кукурудзи в значній мірі залежала від рівня її забур'яненості. Так, у середньому за три роки на ділянках контрольного варіанта врожайність зерна становила 7,44 т/га (табл. 3).

Таблиця 3

**Врожайність кукурудзи залежно від ефективності базових гербіцидів
(в середньому за 2022-2024 рр.)**

Гербіциди (Фактор А)	Післяпосівний обробіток (Фактор В)	Врожайність, т/га (за вологості 14%)				± до контролю,	
		2022р.	2023р.	2024р.	середня	т/га	%
Контроль, без гербіцидів	Без обробітку	5,86	8,1	8,4	7,44	–	–
	Обробіток пружинною бороною	6,09	8,4	9,2	7,91	+0,47	6,3
	Обробіток зубчато- шпоровим котком КЗШ-6Г-01	6,22	8,7	9,3	8,07	+0,63	8,5
Мерлін® флекс дуо 2,0 л/га	Без обробітку	13,3	13,9	14,1	13,8	+6,3	84,1
	Обробіток пружинною бороною	13,7	14,2	14,6	14,2	+6,7	90,5
	Обробіток зубчато- шпоровим котком КЗШ-6Г-01	13,9	14,8	15,2	14,7	+7,2	96,9
Аденго® 0,4 л/га	Без обробітку	13,2	13,7	13,9	13,6	+6,1	82,3
	Обробіток пружинною бороною	13,6	13,9	14,4	14,0	+6,6	88,0
	Обробіток зубчато- шпоровим котком КЗШ-6Г-01	13,9	14,6	14,8	14,4	+6,9	94,0
НІР ₀₅	А	0,39	0,51	0,66			
	В	0,15	0,12	0,16			
	АВ	0,52	0,60	0,80			

Водночас у варіантах дослідів, де застосовувалися базові гербіциди Мерлін® флекс дуо 2,0 л/га і Аденго® 0,4 л/га, врожайність складала відповідно 13,8 та 13,6 т/га, що забезпечило збереження врожайності зерна кукурудзи на рівні 6,3 і 6,1 т/га, або 84,1 і 82,3%.

На варіантах із загортанням гербіцидів Мерлін® флекс дуо 2,0 л/га та Аденго® 0,4 л/га пружинною бороною або зубчато-шпоровим котком КЗШ-6Г-01 урожайність виявилася ще вищою і складала відповідно 14,2 і 14,7 т/га в результаті застосування першого препарату та 14,0 і 14,4 т/га в результаті застосування другого.

Слід зазначити, що зростання врожайності кукурудзи від застосування гербіцидів в роки досліджень було статистично підтверджено у всіх варіантах з ґрунтовими гербіцидами, порівняно з контролем.

Висновки. Таким чином, на основі проведених досліджень можна зроби висновок, що за середньої потенційної забур'яненості ґрунту в технології вирощування кукурудзи на зерно після попередника соя застосування базових гербіцидів Мерлін® Флекс Дуо, 42,5%, к.с. (2,0 л/га) або Аденго®, 31,5%, к.с. (0,4 л/га)

забезпечило контроль бур'янів на 63,2 та 68,2%, внаслідок чого збережена врожайність зерна становила 6,3 та 6,1 т/га відповідно. В умовах низької вологості верхнього шару ґрунту загортання гербіцидів за допомогою пружинної борони або зубчато-шпорового котка КЗШ-6Г-01 підвищувало ефективність дії обох препаратів відповідно до 75,6-79,7 і 82,4-85,9%, що забезпечило збереження врожайності зерна кукурудзи на рівні 6,7 і 7,2 т/га при застосуванні препарату Мерлін® Флекс Дуо, 42,5%, к.с. (2,0 л/га), та 6,6 і 6,9 т/га – при застосуванні Аденго®, 31,5%, к.с. (0,4 л/га).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні. <https://sops.gov.ua/derzavnij-reestr>
2. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур: підручник. – 5-те вид., виправ., допов. Львів: НВФ «Українські технології». 2020. 806 с.
3. Косолап М. П., Іванюк М.Ф., Прима І. Д, Анісімова А. А., Бабенко А.І. Атлас бур'янів. Навчальний посібник. Київ. НУБіП України. 2022. 136 с.
4. Швартау В.В., Михальська Л.М. Гербіциди. В 2-х тт. Т.1. Фізіологічні основи регуляції фітотоксичності. Т.2. Фізико-хімічні і біологічні властивості. Логос. 2014. 1296 с.
5. Іващенко О.О., Іващенко О.О. Загальна гербологія: монографія. Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків, Інститут захисту рослин НААН. Київ : Фенікс, 2019. 752 с. : іл.
6. Посівні площі сільськогосподарських культур. Державна служба статистики України. URL: <https://stat.gov.ua/uk/explorer> (Дата звернення 24.04.2026).
7. Дем'янюк О. С., Шацман Д. О. Агроекологічна та економічна оцінка застосування ґрунтових і страхових гербіцидів при вирощуванні кукурудзи на зерно в умовах Лівобережного лісостепу України. Збалансоване природокористування. 2019. № 2. С. 57–62. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.2.2019.184147>
8. Дідур І. М., Богомаз С. О. Сучасний стан і перспективи вирощування кукурудзи в Україні. Сільське господарство та лісівництво. 2023. № 29. С. 153–161. DOI: [10.37128/2707-5826-2023-13](https://doi.org/10.37128/2707-5826-2023-13)
9. Окрушко С. Є. Вплив гербіцидів та регулятора росту на забур'яненість і врожайність кукурудзи на зерно. Вісник ХНАУ. 2019. № 2. С. 110–118.
10. Шкатула Ю.М., Остапчук Р.В. Ефективність гербіцидів у посівах кукурудзи. Наукові доповіді НУБіП України. 2023. № 5/105, [https://doi.org/10.31548/dopovid5\(105\).2023.009](https://doi.org/10.31548/dopovid5(105).2023.009)
11. Циліорик О. І., Десятник Л. М., Березовський С. В. Забур'яненість агроценозів кукурудзи під впливом обробітку ґрунту та удобрення в північному Степу України. Зернові культури. 2020. Т. 4, № 1. С. 152–159. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0119>
12. Окрушко С.Є. Регулювання чисельності бур'янів у посівах кукурудзи. Молодий вчений. 2019. № 2 (66). С. 319-322. DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2019-2-66-69>
13. Положенець В.М., Немерицька Л.В., Фурдига М.М., Станкевич С.В., Рожкова Т.О. Основи наукових досліджень в агрономії : навч. посібник. Житомир ПП «Рута», 2024. 168 с.

Дата першого надходження статті до видання: 30.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026

УДК 633.854.78:631.811:631.559

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.2.14>

ЕФЕКТИВНІСТЬ ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ СОНЯШНИКУ ПОЛІАМІКСОМ

Тимошук О.І. – аспірант кафедри агротехнологій та ґрунтознавства,
Сумський національний аграрний університет
orcid.org/0009-0004-5585-7287

Завгородня С.В. – д.філос.,
старший викладач кафедри рослинництва,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
orcid.org/0000-0001-9192-8821

Метою роботи було встановити особливості формування врожайності та збору олії різними гібридами соняшнику залежно від кратності позакореневого підживлення комплексним водорозчинним добривом ПОЛІАМІКС в умовах Північно-Східного Лісостепу України.

Дослідження проводили у 2024–2025 рр. у Сумській області за двофакторною схемою польового дослід. Фактор А – гібриди соняшнику (Неома, Бріо, Білоба, МАС80.ІР, МАС 87.А). Фактор В – кратність листового підживлення: без підживлення (контроль), одноразове внесення у фазі 6–8 листків, дворазове внесення у фазі 6–8 листків і фазі «зірочки». Позакореневе підживлення проводили на фоні ґрунтового внесення $N_{45}P_{45}K_{45}$. Обліковували врожайність насіння та олійність із подальшим розрахунком збору олії з гектара. Статистичну оцінку результатів здійснювали методом дисперсійного аналізу.

Результати досліджень засвідчили, що реакція гібридів соняшнику на листові підживлення карбамідом у поєднанні з мікроелементами була диференційованою і значною мірою залежала від кратності їх застосування. За відсутності листового підживлення формувалася базовий рівень урожайності, який визначав потенціал кожного гібриду в умовах ґрунтового мінерального живлення.

Встановлено, що ефективність підживлення залежала від кратності застосування препарату та генотипових особливостей гібридів. Одноразове внесення забезпечувало середню прибавку врожайності 0,21 т/га (6,5 %) порівняно з контролем. Дворазове підживлення сприяло формуванню більш вираженого ефекту – середня прибавка становила 0,47 т/га (14,2 %). Найбільш інтенсивну реакцію на повторне внесення продемонстрував гібрид МАС80.ІР. За інтегральним показником – збором олії – ефект був ще більш вираженим: середній приріст за дворазового підживлення становив 0,27 т/га (17,3 %). Підвищення олійної продуктивності відбувалося як за рахунок зростання врожайності, так і внаслідок покращення якісних показників насіння.

Дворазове позакореневе підживлення ПОЛІАМІКСОМ забезпечує більш повну реалізацію продуктивного потенціалу гібридів соняшнику та є доцільним елементом технології вирощування культури. Реакція гібридів має генотипову специфічність, що потребує диференційованого підходу до оптимізації системи листового живлення.

Ключові слова: соняшник, технологія, позакореневе підживлення, ПОЛІАМІКС, урожайність, збір олії, гібрид, мікроелементи.

Tymoshchuk O.I., Zavorodnia S.V. Efficiency of foliar fertilization of sunflower with POLIAMIX

The aim of the study was to determine the peculiarities of yield formation and oil yield of different sunflower hybrids depending on the frequency of foliar application of the complex water-soluble fertilizer POLIAMIX under the conditions of the North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine.



© Тимошук О.І., Завгородня С.В., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

The research was conducted in 2024–2025 in the Sumy region using a two-factor field experiment design. Factor A included sunflower hybrids (Neoma, Brio, Biloba, MAS80.IP, MAS 87.A). Factor B represented the frequency of foliar fertilization: no fertilization (control), single application at the 6–8 leaf stage, and double application at the 6–8 leaf stage and at the “star bud” stage. Foliar fertilization was performed against the background of soil application of $N_{45}P_{45}K_{45}$. Seed yield and oil content were recorded, followed by calculation of oil yield per hectare. Statistical analysis was carried out using analysis of variance (ANOVA).

The research results showed that the response of sunflower hybrids to foliar fertilization with urea in combination with trace elements was differentiated and largely depended on the frequency of their application. In the absence of foliar feeding, a basic level of productivity was formed, which determined the potential of each hybrid in conditions of soil mineral nutrition.

The results demonstrated that the effectiveness of fertilization depended on both the frequency of application and the genotype-specific characteristics of the hybrids. A single foliar application provided an average yield increase of 0.21 t/ha (6.5%) compared to the control. Double application resulted in a more pronounced effect, with an average yield increase of 0.47 t/ha (14.2%). The hybrid MAS80.IP showed the strongest response to repeated fertilization. Regarding the integral indicator – oil yield per hectare – the effect was even more significant: the average increase under double fertilization reached 0.27 t/ha (17.3%). The improvement in oil productivity was associated with both higher seed yield and enhanced quality characteristics.

Double foliar application of POLIAMIX ensures a more complete realization of the productive potential of sunflower hybrids and is an effective component of cultivation technology. The response of hybrids is genotype-specific, requiring a differentiated approach to the optimization of foliar nutrition systems.

Key words: sunflower, cultivation technology, foliar fertilization, POLIAMIX, yield, oil yield, hybrid, micronutrients.

Постановка проблеми. Соняшник є провідною олійною культурою в Україні, тому стабілізація його продуктивності в умовах змін клімату та інтенсифікації технологій вирощування залишається важливим науковим і виробничим завданням. За даними сучасних досліджень, рівень реалізації генетичного потенціалу гібридів істотно залежить від системи мінерального живлення, зокрема від застосування макро- і мікроелементів у різних етапи розвитку рослин [1, 2]. Встановлено, що оптимізація системи удобрення здатна суттєво впливати не лише на врожайність, а й на показники якості насіння, включаючи вміст та збір олії [1, 3].

Наявні дослідження свідчать про суттєву генотипову специфічність реакції гібридів на формування листової поверхні та її підживлення, що проявляється у різному ступені реалізації врожайного потенціалу та формуванні якісних показників продукції [4, 5]. Особливої актуальності ці питання набувають для умов Лісостепу України, де поєднання високих температур і нестійкого зволоження обмежує засвоєння елементів живлення з ґрунту [6]. Отже, необхідним є встановлення закономірностей формування врожайності та збору олії залежно від кратності застосування комплексних позакоренових підживлень, що має як наукове, так і практичне значення для удосконалення технології вирощування соняшнику.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сучасному етапі технології вирощування соняшнику дедалі більшого значення набуває застосування комплексних водорозчинних добрив для позакоренового живлення, які забезпечують швидке надходження макро- та мікроелементів безпосередньо через листову поверхню. До таких препаратів належать полікомпонентні добрива, що містять азот і збалансований комплекс мікроелементів у доступних формах. Доведено, що комплексне позакоренове живлення активізує фотосинтетичну діяльність, покращує азотний обмін, сприяє формуванню генеративних органів та підвищує ефективність використання елементів живлення в умовах нестабільного зволоження [7, 8, 9].

За даними сучасних досліджень, внесення макро- і мікроелементів по листку у критичні фази органогенезу позитивно впливає не лише на рівень урожайності, а й на якість насіння, зокрема на накопичення олії [8, 10]. При цьому встановлено, що збір олії з гектара посіву є більш чутливим до змін системи живлення, ніж сама врожайність насіння. Причиною цього є одночасність реалізації кількісних (врожайність) і якісних ознак (вміст олії) [9, 11]. Слід розуміти, що реакція гібридів на комплексні листові підживлення має виражену генотипову специфічність, і це зумовлює необхідність порівняльної оцінки сучасних гібридів соняшнику за різної кратності застосування полікомпонентних добрив [7, 12].

Метою досліджень було визначити особливості реакції гібридів соняшнику на різну кратність листових підживлень ПОЛІАМІКСОМ за показниками урожайності та збору олії. ПОЛІАМІКС відноситься до водорозчинних комплексних добрив, що містить макроелементи та збалансований комплекс мікроелементів у доступних формах. Препарат призначений для корекції мінерального живлення рослин у критичні фази розвитку, підвищення інтенсивності фізіолого-біохімічних процесів та покращення реалізації продуктивного потенціалу культур [13].

Матеріал та методи. Дослідження проводили у польових умовах за двофакторною схемою. Фактор А – гібрид соняшнику (Неома, Бріо, Білоба, МАС 80.ІР, МАС 87.А). Фактор В – кратність листового підживлення: без підживлення (контроль), одноразове підживлення у фазі 6–8 листків та дворазове підживлення у фазі 6–8 листків і фазі «зірочки». Для листового підживлення застосовували комплексне добриво ПОЛІАМІКС, нормою 3 кг/га.

Дослід закладали у Фермерському господарстві «Тимошук» Сумського району, Сумської області в 2024–2025 роках. Погодні умови періоду досліджень характеризувались вищими від середньо-багаторічних показниками суми температур. Сума опадів за весняно-літній період 2024 року склала 176 мм у 2025 році – 286 мм при середньо багаторічному значенні – 332 мм.

Технологія була загальноприйнятою до зони вирощування. Попередником була пшениця озима. Основний обробіток – зяблева оранка (друга декада вересня). Позакореневе підживлення проводилося на фоні внесення $N_{45}P_{45}K_{45}$ весною під передпосівну культивуцію.

Досліди проводились згідно до загальноприйнятих методик [14, 15], повторність триразова. Обліковими показниками були урожайність насіння та олійність, на основі яких розраховували збір олії з гектара. Статистичну обробку результатів здійснювали методом дисперсійного аналізу.

Виклад основного матеріалу дослідження. Результати досліджень засвідчили, що реакція гібридів соняшнику на листові підживлення карбамідом у поєднанні з мікроелементами була диференційованою і значною мірою залежала від кратності їх застосування. За відсутності листового підживлення формувався базовий рівень урожайності, який визначав потенціал кожного гібриду в умовах ґрунтового мінерального живлення (табл. 1).

Одноразове листове підживлення у фазі 6–8 листків забезпечувало помірне підвищення урожайності у всіх гібридів. Такий ефект пов'язаний із поліпшенням азотного та мікроелементного забезпечення рослин у період інтенсивного наростання вегетативної маси. Водночас величина приросту істотно варіювала залежно від природи гібриду, що свідчить про їх різну здатність реалізовувати додаткове листове мінеральне на ранніх етапах розвитку.

Дворазове листове підживлення, проведене у фазі 6–8 листків і фазі «зірочки», у більшості випадків зумовлювало подальше зростання урожайності порівняно

з однократним внесенням. Це вказує на важливість забезпечення рослин елементами живлення не лише у вегетативний період, а й у фазі формування генеративних органів. Разом із тим інтенсивність такого ефекту була неоднаковою, що підтверджує гібридну специфічність реакції на інтенсифікацію мінерального живлення.

Таблиця 1

Урожайність гібридів соняшнику залежно від кратності листового підживлення, т/га (2024-2025 рр.)

Гібрид (А)	Контроль	Кратність обробіток (В)			
		одноразова		дворазова	
		Х	± до контролю	Х	± до контролю
Бріо	3,53	3,71	0,18*	3,84	0,31*
Білоба	3,83	3,85	0,03	3,99	0,17*
МАС 87.А	2,91	3,02	0,11	3,57	0,66*
МАС80.ІР	3,05	3,42	0,37*	3,73	0,68*
Неома	3,12	3,51	0,39*	3,65	0,53*
Х	3,29	3,50	0,21	3,76	0,47
	100%	106,51%		114,23%	

Примітка: * – статистично достовірний результат

Аналіз даних свідчить, що ефект позакореневого удобрення ПОЛІАМІКСОМ через формування додаткової прибавки врожайності відносно контролю залежав від кратності застосування препарату.

Одноразова обробка у фазі 6–8 листків забезпечувала незначну, проте стабільну тенденцію до зростання урожайності. У середньому по досліді прибавка становила 0,21 т/га (6,5 %) відносно контролю. Найбільш виражена реакція за однократного внесення спостерігалась у гібрида Неома (+12,5 %), тоді як у гібридів Білоба та МАС 87 А прибавка урожайності була статистично недостовірною.

Дворазова обробка (фаза 6–8 листків + фаза «зірочки») сприяла формуванню вищого рівня врожайності. У середньому по досліді прибавка (відносно контролю) становила 0,47 т/га, або 14,2 %. Максимальний ефект було відмічено у гібрида МАС80.ІР (+22,3 %), де додаткове забезпечення рослин макро- та мікроелементами у фазі формування генеративних органів сприяло більш повній реалізації продуктивного потенціалу. У гібридів Неома та МАС 87.А прибавка склала відповідно 0,66 та 0,53 т/га що перевищувало середній рівень по досліді.

Оцінка збору олії як інтегрального показника дала змогу більш повно охарактеризувати ефективність листових підживлень. Установлено, що у ряді випадків зростання збору олії відбувалося переважно за рахунок підвищення урожайності, тоді як в інших – за рахунок поєднання приросту урожайності та підвищення олійності насіння. Таким чином, реакція гібридів на різну кратність листового підживлення має комплексний характер і визначається особливостями формування як кількісних, так і якісних показників продукції (табл. 2).

Загалом, оцінка ефективності за показником збору олії продемонструвала більш виражену реакцію порівняно з урожайністю насіння. Одноразова обробка у фазі 6–8 листків забезпечувала помірне зростання збору олії. У середньому по досліді

прибавка (відносно контролю) становила 0,1 т/га або 6,6 %. Найбільш помітний приріст спостерігався у гібридів Неома (+0,18 т/га; +12,5 %) та МАС 80.ІР (+0,18 т/га; +12,3 %). У гібридів Білоба та МАС 87.А одноразова обробка практично не змінила показник збору олії.

Таблиця 2

Збір олії з гектара залежно від кратності листового підживлення, т/га (2024-2025 рр.)

Гібрид (А)	Контроль	Кратність обробіток (В)			
		одноразова		дворазова	
		Х	± до контролю	Х	± до контролю
Бріо	1,69	1,78	0,09	1,92	0,23
Білоба	1,78	1,79	0,01	1,88	0,10
МАС 87.А	1,3	1,35	0,05	1,64	0,34
МАС80.ІР	1,47	1,65	0,18	1,86	0,39
Неома	1,44	1,62	0,18	1,71	0,27
Х	1,54	1,64	0,10	1,80	0,27
	100%	106,64%		117,32%	

Дворазове застосування препарату було значно ефективним. У середньому по досліді за такою схемою позакореневого підживлення приріст збору олії становив 0,27 т/га (понад 17,3 %) відносно контролю. Максимальний ефект спостерігався у гібрида МАС80.ІР (+0,39 т/га), що свідчить про високу реакцію цього генотипу на повторне листове підживлення. У гібридів Неома та МАС 87.А прибавка перевищувала середній показник за варіантом, що також є суттєвою реакцією на повторну обробку ПОЛІАМІКСОМ.

У результаті встановлено значущий вплив кратності застосування ПОЛІАМІКСУ на формування олійної продуктивності. На відміну від показника урожайності насіння, де ефект мав частково тенденційний характер, за збором олії вплив дворазового підживлення був стабільним для всіх гібридів.

Таким чином, збільшення кратності застосування препаратом ПОЛІАМІКС забезпечувало більш повну реалізацію потенціалу культури саме через підвищення показника виходу олії.

Висновки

1. Середня прибавка врожайності зерна від одноразової обробки ПОЛІАМІКСОМ становила +0,21 т/га, або +6,5 % відносно контролю;
2. Середня прибавка від дворазової обробки становила +0,47 т/га, або +14,2 % відносно контролю, що свідчить про підвищення ефективності застосування за повторного внесення;
3. За показниками виходу олії з 1 га суттєвий ефект, + 0,27 т/га або +17,3% забезпечувало дворазове підживлення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Тоцький В. М., Гангур В. В., Поляков І. А. Урожайність та якість насіння гібридів соняшнику (*Helianthus annuus* L.) залежно від системи удобрення. Scientific Progress & Innovations. 2024. № 27 (3). С. 5–11. DOI: 10.31210/spi2024.27.03.01.

2. Турак Р. О. Продуктивність соняшнику залежно від системи удобрення в умовах Західного регіону України. Український журнал природничих наук. 2025. № 12. С. 240–247. DOI: 10.32782/naturaljournal.12.2025.24.
3. Kachanova T., Manushkina T., Petrova O., Shevchuk N. Productivity of high-oleic sunflower when grown in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science. 2023. Vol. 27. № 1. P. 41–50. DOI: 10.56407/bs.agrarian/1.2023.41.
4. Сахошко М. М., Кравченко М. Й., Яценко В. М., Колосок І. О. Розвиток листової поверхні та структура продуктивності гібридів соняшнику в умовах північно-східного Лісостепу України. Вісник Сумського НАУ. Серія «Агрономія та біологія». 2019. Вип. 1–2 (35–36). С. 33–39. DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2019.1-2.5>
5. Черно О. Д., Усатюк О. В. Ріст рослин соняшнику за різних сценаріїв застосування мікродобрив. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2025. Т. 107. № 1. С. 439–444. DOI: 10.32782/2415-8240-2025-107-1-439-444
6. Балюк С. А., Медведєв В. В., Носко Б. С. Адаптація агротехнологій до змін клімату: ґрунтово-агрохімічні аспекти. Харків: Стильна топографія, 2018. 364 с.
7. Crista F., Radulov I., Imbrea F., Manea D. N., Boldea M., Gergen I., Ienciu A. A., Bănăţean Dunea I. The Study of the Impact of Complex Foliar Fertilization on the Yield and Quality of Sunflower Seeds (*Helianthus annuus* L.) by Principal Component Analysis. Agronomy. 2023. Vol. 13. № 8. P. 2074. DOI: 10.3390/agronomy1308207
8. Jarecki W. Response of oilseed sunflower (*Helianthus annuus* L.) to foliar micronutrient fertilization. Journal of Elementology. 2025. Vol. 30. № 2. P. 207–220. DOI: 10.5601/jelem.2025.30.1.3536
9. Hussain S., Khalili A., Qayyum A., Khan S. U., Mehmood A., Ahmad G., Zeng, Y. Optimizing sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids growth, achene and oil yield through soil applied sulphur and zinc. Scientific Reports. 2025. Vol. 15. № 1. P. 13829. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-96800-2>
10. Шейко І. М., Хоміна В. Я. Показники структури врожаю різностиглих гібридів соняшнику залежно від впливу мікродобрив в умовах Лісостепу західного. Аграрні інновації. 2025. № 33. С. 368–373. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.33.59>
11. Hanhur V., Kosminskyi O., Len O., Totskyi V. Influence of fertilizer on sunflower productivity and seed quality. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, 2022. № 2. P. 50–56. doi: 10.31210/visnyk2022.02.05
12. Мельник А. В., Троценко В. І., Говорун С. О. Винос основних елементів живлення рослинами соняшнику залежно від сортових особливостей, попередників і норм мінеральних добрив в умовах північно-східного Лівобережного Лісостепу України. Scientific Progress & Innovations. 2015. № 1-2. С. 25–28. DOI: 10.31210/visnyk2015.1-2.03.
13. ПОЛІАМІКС – комплексне добриво для позакореневого живлення [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://himagrostep.com/polyamix.html>
14. Міщенко Ю. Г. Методика наукових досліджень в агрономії: навчальний посібник. Суми: СНАУ. 2024. 103 с.
15. Ткачик С. О., Кищенко З. Б., Присяжнюк Л. М. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Методи визначення показників якості продукції рослинництва. Український інститут експертизи сортів рослин. Вінниця. 2016. 159 с.

Дата першого надходження статті до видання: 30.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026

УДК 635.656:631.53

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.2.15>

ЗАГАЛЬНІ ПІДХОДИ ДО УДОСКОНАЛЕННЯ ВНУТРІШНЬОГОСПОДАРСЬКОГО НАСІННИЦТВА ОВОЧЕВОГО ГОРОХУ З ВИКОРИСТАННЯМ ДОСВІДУ НАСІННИЦТВА ГОРОХУ ПОСІВНОГО

Ткаченко О.М. – старший викладач кафедри селекції та насінництва
імені професора М.Д. Гончарова,
Сумський національний аграрний університет
orcid.org/0009-0000-3140-1737

Бердін С.І. – к.с.-г.н.,
доцент кафедри селекції та насінництва імені професора М.Д. Гончарова,
Сумський національний аграрний університет
orcid.org/0000-0002-2337-4107

Бутенко С.О. – д.філос.,
доцент кафедри садово-паркового та лісового господарства,
Сумський національний аграрний університет
orcid.org/0000-0002-9925-3029

У статті розглянуто проблеми внутрішньогосподарського насінництва овочевого гороху (*Pisum sativum* L.) в Україні в контексті використання досвіду насінництва гороху посівного. Показано, що, незважаючи на значне поширення культури у світі та її високу економічну цінність, насінництво овочевого гороху на рівні товарних господарств в Україні характеризується недостатнім рівнем наукового і технологічного забезпечення. Встановлено, що внутрішньогосподарське насінництво цієї культури супроводжується низкою проблем, зокрема труднощами забезпечення високої сортової чистоти, формування однорідного насіннєвого матеріалу, нерівномірністю досягання, підвищеною чутливістю насіння до умов вирощування та зберігання.

На основі порівняльного аналізу встановлено, що система насінництва гороху посівного є більш відпрацьованою та може слугувати основою для удосконалення підходів у насінництві овочевого гороху. Обґрунтовано, що ключовими елементами підвищення ефективності є посилення технологічної дисципліни, оптимізація сівозміни, формування раціональної густоти стояння рослин, проведення багаторазових сортопрочисток, інспектування посівів, а також удосконалення технологій збирання, післязбиральної обробки та зберігання насіння.

Встановлено, що насіння овочевого гороху характеризується підвищеною чутливістю до механічних пошкоджень і відхилень умов зберігання, що зумовлює необхідність більш жорсткого контролю вологості, температурного режиму та тривалості зберігання. Показано, що існуючі нормативні вимоги не повною мірою враховують специфіку овочевих форм культури, зокрема щодо вирівняності насіння та енергії проростання.

Доведено, що використання науково обґрунтованих елементів внутрішньогосподарського насінництва гороху посівного з урахуванням біологічних особливостей овочевого гороху дозволяє підвищити якість насіннєвого матеріалу та ефективність його виробництва. Отримані результати можуть бути використані для удосконалення системи та технологій внутрішньогосподарського насінництва овочевого гороху.

Ключові слова: горох овочевий, горох посівний, насінництво, внутрішньогосподарське насінництво, технологія, збирання, зберігання, якість насіння, система контролю.



© Ткаченко О.М., Бердін С.І., Бутенко С.О., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

Tkachenko O.M., Berdin S.I., Butenko S.O. General approaches to improving on-farm seed production of vegetable pea using the experience of field pea seed production

The article examines the problems of on-farm seed production of vegetable pea (*Pisum sativum* L.) in Ukraine in the context of using the experience of field pea seed production. It is shown that, despite the wide distribution of the crop worldwide and its high economic value, vegetable pea seed production at the level of commercial farms in Ukraine is characterized by an insufficient level of scientific and technological support. It has been established that on-farm seed production of this crop is associated with a number of challenges, including difficulties in ensuring high varietal purity, formation of uniform seed material, uneven ripening, and increased sensitivity of seeds to growing and storage conditions.

Based on a comparative analysis, it has been found that the seed production system of field pea is more developed and can serve as a basis for improving approaches in vegetable pea seed production. It is substantiated that the key elements for increasing efficiency include strengthening technological discipline, optimization of crop rotation, formation of optimal plant density, multiple roguing, field inspection, as well as improvement of harvesting, post-harvest processing, and seed storage technologies.

It has been established that vegetable pea seeds are characterized by increased sensitivity to mechanical damage and deviations in storage conditions, which necessitates stricter control of moisture, temperature regime, and storage duration. It is shown that existing regulatory requirements do not fully account for the specific features of vegetable pea forms, particularly regarding seed uniformity and germination energy.

It is proven that the use of scientifically substantiated elements of on-farm seed production of field pea, taking into account the biological characteristics of vegetable pea, makes it possible to improve seed quality and production efficiency. The obtained results can be used to improve the system and technologies of on-farm seed production of vegetable pea.

Key words: vegetable pea; field pea; seed production; on-farm seed production; technology; harvesting; storage; seed quality; control system.

Постановка проблеми. Овочевий горох (*Pisum sativum* L.) є важливою культурою овочівництва, що широко використовується у харчовій промисловості та свіжому споживанні. Його значення зумовлюється високою харчовою цінністю, технологічною придатністю до переробки та стабільним попитом на внутрішньому і зовнішньому ринках. Світові площі під горохом є значними, однак частка овочевих форм у структурі виробництва залишається обмеженою, що пов'язано з підвищеними вимогами до якості продукції та технології вирощування [1, 2].

В Україні посівні площі гороху посівного суттєво перевищують площі овочевого [3], що зумовлює різний рівень наукового та технологічного забезпечення їх насінництва. Якщо система насінництва гороху посівного є відносно добре розробленою і базується на чітко регламентованих підходах до формування насіннєвого матеріалу, то внутрішньогосподарське насінництво овочевого гороху залишається менш дослідженим і характеризується рядом невирішених питань [4, 5].

До ключових проблем належать забезпечення високого рівня сортової чистоти, формування однорідного за морфологічними та фізіологічними показниками насіння, нерівномірність досягання, підвищена чутливість культури до умов вирощування та зберігання, а також недостатня адаптованість існуючих нормативних вимог до специфіки овочевих форм гороху. У виробничих умовах ці фактори призводять до зниження посівних якостей насіння, порушення синхронності розвитку рослин і, як наслідок, до зменшення ефективності використання культури [6, 7, 8].

Важливим напрямом вирішення зазначених проблем є використання науково обґрунтованих елементів технології насінництва гороху посівного, яка характеризується більшою системністю та відпрацьованістю. Разом з тим пряме перенесення цих підходів є неможливим без урахування біологічних особливостей

овочевого гороху, що зумовлює необхідність їх критичного аналізу та узагальнення [9, 10].

У зв'язку з цим актуальним є проведення порівняльного аналізу підходів до внутрішньогосподарського насінництва овочевого і посівного гороху з метою виявлення ключових проблем та обґрунтування напрямів їх вирішення.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У структурі посівних площ України горох посівний займає значно більшу частку порівняно з овочевими формами. За останні роки площі вирощування гороху посівного коливаються в межах 150–250 тис. га залежно від кон'юнктури ринку та погодних умов, зосереджуючись переважно у зоні Лісостепу та Степу України [11]. Основними регіонами вирощування є центральні та південні області, де культура використовується як цінний попередник у сівозмінах і джерело рослинного білка.

Водночас овочевий горох займає значно менші площі, які, за оцінками, не перевищують 28 тис. га і мають тенденцію до локалізації у господарствах, орієнтованих на переробку промисловість [12]. Основні посіви зосереджені у зонах Лісостепу, де поєднання ґрунтово-кліматичних умов сприяє формуванню високоякісної продукції.

Таким чином, територіальне розміщення та масштаби вирощування гороху посівного і овочевого в Україні істотно відрізняються, що обумовлює різні підходи до організації їх насінництва. Якщо для гороху посівного характерна широка географія та відпрацьована система насінництва, то овочевий горох вирощується більш локалізовано і потребує спеціалізованих підходів до формування насіннєвого матеріалу [13].

У країнах із розвиненим насінництвом овочевих культур (Франція, Нідерланди, Велика Британія, США, Канада) виробництво сертифікованого насіння овочевого гороху (*Pisum sativum* L.) є складовою інтегрованої системи «селекція – насінництво – переробка», що забезпечує стабільну якість продукції та високий рівень стандартизації [5, 6].

Внутрішньогосподарським насінництвом в цих країнах в основному займаються спеціалізовані господарства або інші сільськогосподарські виробники за умов контрактного виробництва під контролем насінницьких компаній. У країнах Європейського Союзу цей процес регламентується директивами щодо обігу та сертифікації насіння овочевих культур, які передбачають офіційний контроль сортової чистоти, схожості та фітосанітарного стану [9].

Ці детективи передбачають жорстку регламентацією технологій вирощування і включає розміщення посівів у сприятливих ґрунтово-кліматичних зонах, дотримання науково обґрунтованих сівозмін, формування вирівняного агрофону та систематичний контроль стану посівів [4, 7]. Незважаючи на samozapiľnyy тип культури, застосовуються заходи просторового розмежування як елемент фітосанітарного контролю.

Особлива увага приділяється підбору сортів із високою технологічною придатністю, зокрема вирівняністю досягання, стійкістю до хвороб і адаптованістю до механізованого збирання [7, 14].

Система контролю багаторазове інспектування посівів протягом вегетації з оцінкою сортової чистоти, засміченості та вирівняності розвитку рослин [6, 15]. Післязбиральна доробка включає сушіння, очищення та обов'язкове калібрування насіння, що забезпечує однорідність сходів і стабільність виробничих процесів [16, 17].

Зберігання насіння здійснюється у контрольованих умовах із підтриманням оптимальної вологості та температури, що дозволяє зберігати високий рівень посівних якостей і запобігати розвитку патогенів [18, 19].

Аналіз закордонного досвіду свідчить, що для підвищення ефективності внутрішньогосподарського насінництва овочевого гороху в Україні доцільним є впровадження окремих елементів промислового насінництва, зокрема підвищення рівня технологічної дисципліни, обов'язкове калібрування насіння, систематичне інспектування посівів та орієнтація на вимоги кінцевої продукції. При цьому важливим є не механічне копіювання закордонних моделей, а їх адаптація до умов конкретних господарств, що передбачає оптимізацію агрофону, посилення індивідуального добору та вдосконалення системи зберігання насіння. Такий підхід дозволяє наблизити внутрішньогосподарське насінництво до рівня сертифікованого виробництва і забезпечити формування однорідного та високоякісного насіннєвого матеріалу.

Слід зазначити, що вивчення закордонного досвіду щодо ведення внутрішньогосподарського насінництва овочевого гороху є важливим кроком для формування якісного насіннєвого матеріалу. В Україні публікації за цією культурою переважні зосереджені на питаннях агротехніки вирощування, формування врожайності та адаптації сортів до ґрунтово-кліматичних умов. В розрізі насінництва в літературі в основному висвітлюються проблеми відтворення еліти [20, 21]. Дослідження на рівні внутрішньогосподарського виробництва, як правило, розглядаються як продовження первинного насінництва [22] або як складова сортової агротехніки [23, 24].

Повертаючись до досвіду закордонної практики слід зазначити, що система контролю якості насіння у цих країнах базується не лише на нормативних показниках, але й на вимогах переробної промисловості, що суттєво підвищує стандарти якості.

Порівняння стану насінництва овочевого гороху в Україні та за кордоном свідчить про наявність суттєвих відмінностей як у рівні технологічного забезпечення, так і в організації виробництва насіння.

В Україні внутрішньогосподарське насінництво часто базується на спрощених підходах і не забезпечує достатнього рівня контролю якості насіння.

Отримані результати свідчать, що існуюча система насінництва овочевого гороху в Україні потребує удосконалення шляхом адаптації технологічних елементів, характерних для насінництва гороху посівного та закордонних моделей виробництва насіння.

Мета дослідження – обґрунтувати специфічні підходи до насінництва овочевого гороху шляхом адаптації елементів внутрішньогосподарського насінництва гороху посівного з урахуванням біологічних особливостей культури та вимог до формування однорідного і технологічно придатного насіннєвого матеріалу.

Методика досліджень базувалася на узагальненні наукових джерел, аналізі нормативної документації та систематизації елементів технології насінництва гороху овочевого і гороху посівного.

Дослідження виконано з використанням аналітичного, порівняльного та системного методів. Аналітичний метод передбачав опрацювання вітчизняних і закордонних наукових публікацій, що висвітлюють питання насінництва, біології культури та технології вирощування овочевого гороху. Порівняльний метод застосовано для зіставлення підходів до внутрішньогосподарського насінництва гороху овочевого і гороху посівного, а також для оцінки відмінностей у вимогах до якості насіння, умов вирощування та зберігання. Системний підхід дозволив інтегрувати окремі елементи технології у цілісну модель внутрішньогосподарського насінництва.

У процесі дослідження проведено аналіз нормативних документів, що регламентують якість насіння, зокрема державних стандартів України, міжнародних правил тестування насіння та вимог до сертифікації. Це дало змогу оцінити відповідність існуючих вимог специфіці овочевого гороху та виявити прогалини у нормативному забезпеченні.

Оцінку технологічних елементів внутрішньогосподарського насінництва здійснювали за такими напрямками: добір попередників і сівозміна, формування густоти стояння рослин, організація індивідуального добору та проведення сортопрочинок, інспектування посівів, визначення строків збирання, післязбиральна доробка та умови зберігання насіння. При цьому враховували біологічні особливості культури, зокрема реакцію на температурний і водний режими, нерівномірність досягання та чутливість насіння до механічних пошкоджень.

Узагальнення отриманих результатів здійснювали шляхом логіко-аналітичного синтезу, що дозволило сформулювати науково обґрунтовані підходи до адаптації елементів внутрішньогосподарського насінництва гороху посівного для умов вирощування овочевого гороху.

Результати дослідження та їх обговорення. Ефективність внутрішньогосподарського насінництва овочевого гороху (*Pisum sativum* L.) визначається комплексом технологічних заходів, спрямованих на збереження сортової чистоти та формування однорідного насіннєвого матеріалу, що забезпечує синхронний розвиток рослин у виробничих посівах [4, 16]. На відміну від первинного насінництва, яке базується на системі розсадників та виконує функцію генетичної стабілізації сорту, внутрішньогосподарське насінництво орієнтоване на відтворення насіння репродукційних категорій для власних потреб господарства і реалізується в умовах виробничих посівів [5, 7].

У цих умовах визначальним фактором є рівень технологічної дисципліни, що включає оптимізацію агрофону, організацію добору рослин, інспектування посівів, своєчасне збирання, якісну післязбиральну доробку та дотримання умов зберігання насіння. Аналіз показує, що значна частина цих елементів може бути запозичена з технології насінництва гороху посівного, однак потребує адаптації з урахуванням специфіки овочевих форм культури [4, 14].

Однією з ключових передумов формування якісного насіннєвого матеріалу є врахування біологічних особливостей культури. Овочевий горох характеризується підвищеною вимогливістю до умов вирощування, зокрема до температурного і водного режимів у критичні фази розвитку. Найбільш чутливими є періоди бутонізації та формування бобів, коли оптимальна температура становить +15–22 °С, а вологість ґрунту повинна підтримуватися на рівні 70–80 %. Підвищення температури понад +25 °С негативно впливає на процеси запліднення і призводить до зниження кількості бобів та погіршення якості насіння [25, 26].

Поряд із температурним фактором важливу роль відіграє водний режим. Для проростання насіння гороху необхідна значна кількість вологи – до 150 % від його маси, що визначає чутливість культури до дефіциту вологи на ранніх етапах розвитку [27]. Водночас у період досягання насіння надмірна вологість є небажаною, оскільки сприяє розвитку хвороб і погіршує умови збирання [28]. Таким чином, контрастність вимог до вологи на різних етапах розвитку є однією з причин ускладнення технології насінництва.

Важливим елементом внутрішньогосподарського насінництва є правильний добір попередників і дотримання сівозміни. Встановлено, що повторні посіви гороху призводять до накопичення збудників хвороб і шкідників, що негативно

впливає на посівні якості насіння. Повернення культури на попереднє місце раніше ніж через 4–5 років є недоцільним [29]. Найбільш сприятливими попередниками є просапні та овочеві культури, які забезпечують кращий фітосанітарний стан ґрунту [4].

Суттєвий вплив на формування насіннєвого матеріалу має густота стояння рослин. Встановлено, що загущення посівів призводить до зниження освітленості та інтенсивності фотосинтезу, що формує щупле та неоднорідне насіння [25]. Водночас надмірне зрідження може знижувати загальну продуктивність посіву. У зв'язку з цим у насінницьких посівах овочевого гороху доцільно застосовувати оптимізовану густоту, яка забезпечує баланс між індивідуальною продуктивністю рослин і вирівняністю насіннєвого матеріалу [10].

Особливу увагу необхідно приділяти контролю засміченості посівів. Основними джерелами засмічення є механічні домішки та біологічні фактори, включаючи мутаційну мінливість і зниження стійкості до хвороб [30, 31]. Найбільш небезпечною домішкою є пелюшка, присутність якої у насінницьких посівах є недопустимою [16]. Її своєчасне виявлення та видалення є обов'язковою умовою отримання якісного насіння.

Тому слід визнати, що ключовим технологічним елементом внутрішньогосподарського насінництва є проведення фіто– та сортових прочисток. Узагальнення практичних даних свідчить про доцільність проведення не менше чотирьох сортопрочисток [15, 31]. Така кратність дозволяє контролювати не лише морфологічні ознаки [32], але й синхронність розвитку рослин, що є критично важливим для овочевого гороху [8, 15].

Важливим елементом забезпечення якості насіннєвого матеріалу є контроль ураження насіння шкідниками, серед яких найбільш небезпечною для гороху є зернівка – *Bruchus pisorum*. Зараження відбувається переважно у польових умовах у період формування бобів, коли самки відкладають яйця на їх поверхню, а личинки проникають у насіння і завершують розвиток під час зберігання, що призводить до зниження маси, схожості та енергії проростання [18, 36]. У зв'язку з цим система захисту повинна мати комплексний характер і включати дотримання сівозміни, своєчасне збирання, знищення післяжнивних решток, а також застосування інсектицидів у період масового льоту жуків [33]. Післязбиральні заходи передбачають очищення та калібрування насіння з видаленням пошкоджених фракцій і дотримання оптимальних умов зберігання, що обмежують розвиток шкідника, а за необхідності – застосування фумігації або контрольованих газових середовищ [18, 19].

Інспектування насінницьких посівів є важливим елементом контролю якості. Воно передбачає оцінку сортової чистоти, рівня засміченості та загального стану посіву. Для насіння, що використовується у виробництві, доцільно орієнтуватися на показники сортової чистоти не нижче 98 %, що забезпечує формування вирівняних сходів і стабільних агроценозів [15]. Даний показник є однаковим, як для гороху посівного так і овочевого.

Суттєві особливості має технологія збирання насіння. І горох посівний, і овочевий характеризуються нерівномірним досяганням, однак у овочевого гороху ця особливість проявляється значно сильніше. Це обумовлює формування насіння різного ступеня зрілості в межах одного посіву і значно ускладнює визначення оптимальних строків збирання. Запізнення із збиранням призводить до втрат унаслідок осипання, тоді як передчасне збирання супроводжується підвищеною вологістю насіння і необхідністю інтенсивного сушіння [33, 34].

Особливої уваги потребує мінімізація травмування насіння під час збирання. Для овочевого гороху характерна підвищена чутливість насіння до механічних пошкоджень, що знижує його схожість і енергію проростання. У зв'язку з цим необхідне ретельне налаштування збиральної техніки з метою зменшення інтенсивності обмолоту і запобігання пошкодженню насіння [35].

Післязбиральна доробка є завершальним етапом формування якості насіння. Вона включає сушіння, очищення та калібрування. Встановлено, що оптимальна вологість насіння для зберігання категорії сертифіковане насіння овочевого гороху не повинна перевищувати 14 %, а схожість має бути не нижче 85 % при чистоті не менше 99 % [36]. Калібрування дозволяє отримати однорідні фракції насіння, що забезпечує рівномірність сходів [17, 19].

Зберігання насіння повинно здійснюватися за контрольованих умов, що виключають його зволоження та ураження шкідниками. Недотримання умов зберігання призводить до зниження посівних якостей і погіршення однорідності посівів, що особливо критично для овочевого гороху [18].

Важливим етапом забезпечення якості насіннєвого матеріалу є його зберігання, яке визначає рівень збереження посівних властивостей та стабільність формування агроценозів. Аналіз технологічних підходів показує, що базові вимоги до зберігання насіння гороху посівного та овочевого мають спільну нормативну основу, однак істотно відрізняються за рівнем жорсткості їх дотримання. Ця різниця характерна і для міжнародних стандартів [38, 39].

Порівняльний аналіз нормативних вимог посівних якостей показує, що існуючі стандарти переважно орієнтовані на горох посівний і не повною мірою враховують специфіку овочевого. Зокрема, такі показники, як вирівняність насіння, його фракційний склад та енергія проростання, не мають чіткої регламентації, хоча саме вони визначають якість продукції у овочевому виробництві [40]. Значення схожості для сертифікованого насіння овочевого гороху значно нижчі ніж посівного 85 % проти 92 %, тобто існує резерв для підвищення схожості з урахуванням насінництва посівного гороху.

Для обох форм гороху критичним є підтримання оптимальної вологості насіння, але перевищення цього рівня призводить до активізації фізіологічних процесів, розвитку мікрофлори та зниження схожості саме у насіння овочевого гороху [14, 41]. Водночас температурний режим зберігання повинен бути стабільним і виключати різкі коливання, що сприяють конденсації вологи та вторинному зволоженню насіння [42, 43].

Загалом встановлено, що насіння овочевого гороху є більш чутливим до відхилень умов зберігання порівняно з горохом посівним. Це зумовлено, з одного боку, підвищеними вимогами до однорідності посівного матеріалу, а з іншого – більшою вразливістю насіння до механічних пошкоджень, отриманих під час збирання. Навіть незначне травмування насіння у поєднанні з підвищеною вологістю при зберіганні може призводити до різкого зниження енергії проростання і польової схожості.

Для гороху посівного допускається певна варіабельність умов зберігання за умови подальшого використання насіння у товарних посівах, де незначна нерівномірність сходів не має критичного значення. На відміну від цього, у насінництві овочевого гороху навіть незначні відхилення у якості насіння призводять до порушення синхронності розвитку рослин, що безпосередньо впливає на технологічні показники продукції [32].

Особливе значення у зберіганні насіння овочевого гороху має контроль вологості повітря у сховищах. Підвищена вологість сприяє розвитку пліснявих грибів

і втраті посівних якостей, тоді як надмірне пересушування може знижувати життєздатність насіння. У зв'язку з цим необхідним є підтримання стабільного гігromeтричного режиму, що забезпечує збереження фізіологічного стану насіння [44, 45].

Важливим технологічним аспектом є також тривалість зберігання. Встановлено, що насіння овочевого гороху втрачає посівні якості швидше порівняно з горохом посівним, що обумовлює доцільність його використання у коротші строки після збирання [46, 47]. Це положення є особливо актуальним для внутрішньогосподарського насінництва, де насіння, як правило, використовується у наступному вегетаційному сезоні.

Крім того, у процесі зберігання необхідно забезпечити захист насіння від шкідників і збудників хвороб [36, 48]. Для обох форм гороху це досягається шляхом дотримання санітарних вимог, однак для овочевого гороху контроль має бути більш жорстким, оскільки навіть незначне ураження насіння може впливати на рівень його однорідності та якості сходів.

Важливим технологічним аспектом є також тривалість зберігання. Встановлено, що насіння овочевого гороху втрачає посівні якості швидше порівняно з горохом посівним, що обумовлює доцільність його використання у коротші строки після збирання. Це положення є особливо актуальним для внутрішньогосподарського насінництва, де насіння, як правило, використовується у наступному вегетаційному сезоні [46].

Крім того, у процесі зберігання необхідно забезпечити захист насіння від шкідників і збудників хвороб. Для обох форм гороху це досягається шляхом дотримання санітарних вимог, однак для овочевого гороху контроль має бути більш жорстким, оскільки навіть незначне ураження насіння може впливати на рівень його однорідності та якості сходів [48].

Узагальнення отриманих результатів та аналіз наукових джерел свідчать, що досвід внутрішньогосподарського насінництва гороху посівного (*Pisum sativum* L.) може бути ефективно використаний при організації насінництва овочевого гороху [31, 40]. Це зумовлено спільністю біологічних особливостей культури, зокрема самоzapильним типом розмноження, подібною структурою формування врожаю та загальними закономірностями розвитку рослин. Водночас встановлено, що застосування цих підходів потребує обов'язкової адаптації до специфіки овочевого напряму використання, насамперед щодо забезпечення підвищеної однорідності насіннєвого матеріалу, синхронності розвитку рослин та відповідності вимогам переробної галузі. Таким чином, інтеграція перевірених технологічних елементів насінництва гороху посівного у систему внутрішньогосподарського насінництва овочевого гороху є науково обґрунтованим і перспективним напрямом підвищення ефективності виробництва насіння.

Встановлено, що ефективність внутрішньогосподарського насінництва овочевого гороху визначається рівнем технологічної дисципліни, яка включає оптимізацію агрофону, дотримання сівозміни, формування оптимальної густоти стояння рослин, систематичне проведення сортопрочисток та інспектування посівів, а також своєчасне збирання і якісну післязбиральну доробку насіння.

Висновки. Встановлено, що існуюча нормативна база насінництва гороху посівного не повною мірою враховує специфіку овочевого, зокрема щодо вимог до вирівняності насіння, його фракційного складу та енергії проростання, що потребує подальшого удосконалення стандартів.

Обґрунтовано, що насіння овочевого гороху характеризується меншою стабільністю при зберіганні порівняно з горохом посівним, що вимагає дотримання більш жорстких умов режимів та тривалості зберігання.

Доведено, що досвід внутрішньогосподарського насінництва гороху посівного може бути ефективно використаний у насінництві овочевого гороху за умови адаптації до специфіки культури, що дозволяє забезпечити формування однорідного, технологічно придатного насіннєвого матеріалу та підвищити ефективність виробництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT [Electronic resource]. Rome : FAO, 2024. URL: <https://www.fao.org/faostat/>
2. Uskutoğlu D., Idikut L. Pea production statistics in the world and in Turkey. *Innovative research in agriculture, forest and water issues*. 2023. P. 25-38.
3. Державна служба статистики України. Посівні площі сільськогосподарських культур за їх видами. URL: <https://ukrstat.gov.ua>.
4. Яровий Г.І., Романов О.В. Овочівництво : навч посіб. Харків: ХНАУ, 2017. 376 с.
5. OECD seed schemes 2026 OECD Schemes for the Varietal Certification or the Control of Seed Moving in International Trade. 170 pp. URL: <https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/topics/policy-sub-issues/seeds/rules-and-regulation-eng.pdf>.
6. ISTA. International Rules for Seed Testing. Bassersdorf : ISTA, 2023. URL: <https://www.seedtest.org/en/publications/international-rules-seed-testing.html>.
7. FAO. Genebank standards for plant genetic resources for food and agriculture. Rome : FAO, 2013. 168 pp.
8. FAO. Quality declared seed system. 2006. 244 pp.
9. European Commission. Council Directive 2002/55/EC on the marketing of vegetable seed. Brussels. 2021. 10 pp.
10. European Commission. Common catalogue of varieties of vegetable species. URL: <https://eulawlive.com/common-catalogues-of-varieties-of-vegetable-species-and-agricultural-plant-species/>
11. Названо області-лідери за виробництвом гороху в Україні. *SuperAgronom.com*. URL: https://superagronom.com/news/14661-nazvano-oblasti-lideri-za-virobnitstvom-gorohu-v-ukrayini?utm_source=chatgpt.com.
12. Виробники зеленого горошку в Україні. *Tripoli.land*. URL: https://tripoli.land/ua/farmers/ovoshchevody/proizvoditeli-zelenogo-goroshka?utm_source=chatgpt.com.
13. Мостовенко В.М. Біологічні особливості та продуктивність гороху овочевого в умовах Лісостепу України : дис. ... канд. с.-г. наук: 210. Вінниця, 2021. 200 с.
14. Warkentin T.D., Smýka P., Xu P., McPhee K. Advances in pea breeding and genomics. *Frontiers in Plant Science*. 2024. Vol. 15. P. 1430421. DOI: 10.3389/fpls.2024.1430421
15. Bewley J.D., Bradford K.J., Hilhorst H., Nonogaki H. Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy. New York : Springer, 2013. 392 pp. DOI: 10.1007/978-1-4614-4693-4.
16. Copeland L.O., McDonald M.B. Principles of Seed Science and Technology. New York : Springer, 2012. 467 pp. DOI: 10.1007/978-1-4615-1619-4.
17. Powell A.A. Seed vigour and its assessment In: *Handbook of seed science and technology*. CRC Press, 2024. P. 603-648.
18. Walters C., Wheeler L.M., Grotenhuis J.M. Longevity of seeds stored in a genebank: species characteristics. *Seed Science Research*. 2005;15(1):1-20. DOI:10.1079/SSR2004195
19. FAO. Seeds toolkit. Module 6: Seed storage. Rome, 2018. 112 pp.
20. Стригун В.М. Сортова сертифікація насіння гороху овочевого (*Pisum Sativum* L. Partim). *Овочівництво і баштанництво*. 2012. Вип. 58. С. 356-364.

21. Стригун В.М., Чабан А.М. Відновлювальні посіви у насінництві гороху овочевого *Pisum sativum* L. *Овочівництво і баштанництво*. № 69. С. 110-120.
22. Стригун В.М., Діденко А.М. Відновлення посівних якостей насіння у насінництві гороху овочевого (*Pisum sativum* L.). *Біорізноманіття, екологія та експериментальна біологія*. 2023. Т. 24. № 2. С. 38-47. DOI: 10.34142/2708-5848.2022.24.2.05
23. Паламарчук І.І. Біологічні особливості та врожайність сортів гороху овочевого в умовах Лісостепу правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. № 3 (30). С. 175-186. DOI: 10.37128/2707-5826-2023-3-13, 2023.
24. Сиплива Н., Кулик М., Рожко І., Гайдай А. Аналіз сортових ресурсів зернобобових овочевих культур в Україні. *Аграрні інновації*. 2024. № 27. С. 93-108. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.27.14>
25. Bewley J.D., Black M. Seeds: Physiology of Development and Germination. New York : Plenum Press, 1994. 445 pp.
26. Sadras V.O., Calderini D.F. Crop physiology. *Academic Press*, 2021. 604 pp. DOI: 10.1016/C2019-0-03243-8.
27. Harrington J.F. Seed storage and longevity. *Seed Science and Technology*. 1973. Vol. 1. P. 453-461.
28. Janusauskaite D. Comparison of physiological characteristics of pea (*Pisum sativum* L.) varieties under different nutritional conditions and their relationship with meteorological parameters. *Plants*. 2025. Vol. 14. №13. P. 2020. DOI: 10.3390/plants14132020
29. Гамаюнова В.В., Єрмолаєв В.М. Якість зерна гороху посівного за впливу досліджуваних елементів технології вирощування. *Аграрні інновації*. 2024. № 26. С 15-21. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.26.2>.
30. Мостіпан М., Карнажук Р. Про причини погіршення сортів у сільськогосподарському виробництві. *Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки* : матеріали XIV Міжнародної наук.-практ. конф. Кропивницький: ЦНТУ. 2023. С. 334.
31. Rubiales D., Mikic A. Legumes in sustainable agriculture. *Critical Reviews in Plant Sciences*. Vol. 34. № 1-3. P. 2-3. DOI: 10.1080/07352689.2014.897904
32. Стригун В.М. Сучасний стан методів формування різних репродукцій у гороху овочевого (*Pisum sativum* L.). *Сортовивчення та сортознавство*. 2012. № 3 (17). С. 12-16.
33. Food and Agriculture Organization. Quality Declared Seed System. Rome : FAO, 2019. 84 p.
34. Olusola O.J., Ifechi S.M., Ekeoma U.M. Effect of time of harvest at different moisture contents on physiological and storability attributes of pigeon pea (*Cajanus cajan*). *Innovations in Agriculture*. 2023 Vol. 6. e32875. DOI: <https://doi.org/10.25081/ia.2023-09>.
35. Писаренко В.М., Піщаленко М.А., Даценко Є.В., Юровський К.І. Особливості ентомокомплексу фітофагів агроценозів гороху в Полтавській області. *Сучасні аспекти і технології у захисті рослин* : матеріали IV міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (м. Полтава, 28 листоп. 2023 р.). Полтава : ПДАУ, 2023. С. 74-77.
36. Hara P., Piekutowska M., Niedbała G. Prediction of pea (*Pisum sativum* L.) seeds yield using artificial neural networks. *Agriculture*. 2023. Vol. 13. № 3. P. 661. DOI: 10.3390/agriculture13030661.
37. Hrushetskyi S., Nebaba K. Innovative technology for modern agricultural production in the cultivation of field peas. *International Science Journal of Engineering & Agriculture*. 2025. Vol. 4. № 2. P. 39-61. DOI: 10.46299/j.isjea.20250402.04.
38. ДСТУ 7160:2020. Насіння овочевих культур. Сортові та посівні якості. Технічні умови. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2020. 25 с.
39. International Seed Testing Association. International Rules for Seed Testing. Bassersdorf : ISTA, 2023. 298 pp.

40. Food and Agriculture Organization. Genebank Standards for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. Rome : FAO, 2014. 180 pp.
41. Karkanis A., Ntatsi G., Kontopoulou C. K., Pristeri A., Bilalis D., Savvas D. Field pea in European cropping systems: Adaptability, biological nitrogen fixation and cultivation practices. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 2016. Vol. 44. № 2. P. 325-336. DOI:10.15835/nbha44210618.
42. International Seed Testing Association. Seed Health Testing Methods. Bassersdorf : ISTA, 2022. URL: <https://www.seedtest.org/en/home.html>.
43. Corbineau F. The effects of storage conditions on seed deterioration and ageing: How to improve seed longevity. *Seed*. 2024 Vol. 3. № 1. P. 56-75. DOI: 10.3390/seeds3010005.
44. Walters C., Pence V.C. The unique role of seed banking and cryobiotechnologies in plant conservation. *Plants, People, Planet*. 2021 Vol. 3. № 1. P. 83-91. DOI: 10.1002/ppp3.10121.
45. Vertucci C.W., Roos E.E., Crane J. Theoretical basis of protocols for seed storage III. Optimum moisture contents for pea seeds stored at different temperatures. *Annals of Botany*, 1994. Vol. 74. № 5. P 531-540. DOI: 10.1006/anbo.1994.1151.
46. Rani P.R., Chelladurai V., Jayas D.S., White N.D.G., Kavitha-Abirami C. V. (2013). Storage studies on pinto beans under different moisture contents and temperature regimes. *Journal of Stored Products Research*. 2013. Vol. 52. P. 78-85. DOI: 10.1016/j.jspr.2012.11.003.
47. Cojocaru A., Carbune R. V., Teliban G. C., Stan T., Mihalache G., Rosca M., Stoleru V. Physiological, morphological and chemical changes in pea seeds under different storage conditions. *Scientific Reports*. 2024. Vol. 14. № 1. P. 8191. DOI: 10.1038/s41598-024-79115-6.
48. Reed R.C., Bradford K.J., Khanday I. Seed germination and vigor: ensuring crop sustainability in a changing climate. *Heredity*. 2022. Vol. 128. № 6. P. 450-459. DOI:10.1038/s41437-022-00497-2.
49. ДСТУ 2240-93. Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості. Технічні умови. Київ : Держстандарт України, 1993. 73 с.

Дата першого надходження статті до видання: 30.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026

УДК 632 : 633.15

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.2.16>

АГРОФАРМАКОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДО ЗАХИСТУ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ ІМПЛЕМЕНТАЦІЇ ВИМОГ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ

Токарев В.М. — аспірант кафедри захисту і карантину рослин,
Уманський національний університет
orcid.org/0009-0005-3894-2583

Метою досліджень є проведення порівняльної оцінки діючих речовин агрофармакологічних препаратів різного цільового призначення для обґрунтування ефективних систем захисту кукурудзи від шкідливих організмів з урахуванням вимог Європейського Союзу.

Методологічну базу роботи склав аналіз профільних інформаційних баз даних та спеціалізованих джерел, що містять детальні відомості про властивості діючих речовин і специфіку застосування препаратів для захисту рослин.

Результати. Кукурудза, належить до культур, для яких найбільш шкідливими організмами є бур'яни. Втрати урожаю від сегетальної рослинності можуть досягати 50%. Аналіз профільних інформаційних баз даних дозволяє зробити висновок, що в умовах переходу на європейські вимоги цілком можливо адаптувати технології гербіцидного захисту відповідно до встановлених вимог. Проте, найбільш поширені в Україні діючі речовини із хімічного класу хлорацетамідів, зокрема пропізохлор, ацетохлор, S-метолахлору потрапляють під заборону, що спричиняє необхідність пошуку їх заміни у технологіях гербіцидного захисту.

Серед шкідливої ентомофауни найбільш небезпечними є дрітязники, західний кукурудзяний жук, кукурудзяний метелик. Враховуючи дозволені до використання діючі речовини в ЄС, українські товаровиробники можуть зіткнутися із певними складнощами щодо їх ефективного контролю, особливо із ґрунтовими їх представниками. Під заборону потрапляють найбільш поширені неонікотинноїдні сполуки (тіаметоксам, імідаклопрід, клотіанідин, тіаклопрід) та низка синтетичних піретроїдів (включаючи гамма-цигалотрин, бета-цифлутрин, альфа-циперметрин, біфентрин).

Хвороби кукурудзи, які набули поширення в Україні можна ефективно контролювати дозволеними в країнах ЄС хімічними сполуками без втрати урожаю та його якісних показників.

Висновки. Таким чином, навіть з урахуванням суворих обмежень ЄС щодо використання багатьох діючих речовин, сучасний асортимент дозволених пестицидів дозволяє побудувати дієву схему захисту кукурудзи та отримувати стабільно високі врожаї. Проте для досягнення результату необхідно інтегрувати новітні агротехнологічні рішення, які повністю відповідають актуальним екологічним та регламентним нормам Європи.

Ключові слова: кукурудза цукрова, шкідники, бур'яни, хвороби, гербіциди, інсектициди, протруйники, фунгіциди, шкідливі об'єкти

Tokariiev V.M. Agropharmacological approaches to corn protection in the conditions of implementation of european union requirements

The aim of this research is to conduct a comparative assessment of the active ingredients in agrochemicals intended for various purposes, in order to establish effective systems for protecting corn against pests, taking into account European Union requirements.

The methodological basis of the study was formed by an analysis of relevant databases and specialized sources containing detailed information on the properties of active substances and the specific applications of plant protection products.

Results. Corn is one of the crops for which weeds are the most harmful organisms. Yield losses due to weed growth can reach 50%. Analysis of relevant databases suggests that, in



© Токарев В.М., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

the context of the transition to European standards, it is entirely possible to adapt herbicide control technologies to meet the established requirements. However, the active substances most commonly used in Ukraine from the chloracetamide chemical class, in particular propisochlor, acetochlor and S-metolachlor, are subject to a ban, necessitating the search for their replacements in herbicide control technologies.

Amongst harmful insect pests, the most dangerous are wireworms, the western corn rootworm and the corn borer. Given the active substances currently authorised for use in the EU, Ukrainian producers may face certain challenges in effectively controlling these pests, particularly their soil-dwelling species. The ban covers the most common neonicotinoid compounds (thiamethoxam, imidacloprid, clothianidin, thiacloprid) and a number of synthetic pyrethroids (including gamma-cyhalothrin, beta-cyfluthrin, alpha-cypermethrin, bifenthrin).

Corn diseases that have become widespread in Ukraine can be effectively controlled using chemical compounds authorised in EU countries without compromising crop yield or quality.

Conclusions. Thus, particularly given the EU's strict restrictions on the use of many active substances, the current range of authorised pesticides makes it possible to develop an effective corn protection programme and achieve consistently high yields. However, to achieve these results, it is necessary to integrate the latest agrotechnological solutions that fully comply with current European environmental and regulatory standards.

Key words: sweet corn, pests, weeds, diseases, herbicides, insecticides, seed dressings, fungicides, harmful organisms.

Постановка проблеми. Серед зернових культур, що вирощуються в Україні, кукурудза посідає друге місце за площами посівів, поступаючись лише пшениці. За інформацією Державної служби статистики, у 2025 році загальна площа посівів сільськогосподарських культур перевищила 23 млн га. При цьому зернові та зернобобові культури займають близько 11,8 млн га, серед яких провідні позиції належать пшениці (5,2 млн га) та кукурудзі (4,5 млн га). Частка даних культур у структурі посівних площ становить відповідно 22,6 та 19,6% [1].

Кукурудза (*Zea mays* L.), поділяється на декілька підвидів, серед яких найбільшого поширення в Україні набули зубоподібна (*Zea mays indentata*), кремениста (*Zea mays indurata*) та цукрова (*Zea mays saccharata* Sturt.) [2].

Зазначені підвиди незважаючи на те, що належать до одного виду характеризуються деякими відмінностями, особливо цукрова кукурудза. Вона відноситься до овочевих культур і характеризується підвищеною чутливістю до ураження шкідниками та хворобами. На відміну від більш поширених у виробництві кременистих і зубоподібних форм, цукрова кукурудза відзначається підвищеною чутливістю до гербіцидів. У зв'язку з цим особливого значення набуває обґрунтований підбір діючих речовин, які забезпечують ефективний контроль шкідливих об'єктів і водночас є безпечними для культурних рослин [3].

Важливим аспектом при виборі діючих речовин для побудови системи захисту кукурудзи є те, що основна кількість вирощеного урожаю експортується на зовнішні ринки, зокрема в країни Європейського Союзу [4, 5]. А урожай цукрової кукурудзи збирається у молочній та молочно-восковій стиглості, що потребує особливих підходів для унеможливлення накопичення залишкової кількості діючих речовин засобів захисту рослин, що використовуються в технологіях агрофармакологічного захисту [3].

У найближчій перспективі українські аграрії можуть зіткнутися з серйозними труднощами, пов'язаними із необхідністю гармонізації використання засобів захисту рослин із вимогами Європейського Союзу в контексті політики спрямованої на зменшення обсягів застосування пестицидів і поступову заборону значної кількості діючих речовин, які нині широко використовуються у технологіях вирощування сільськогосподарських культур [6, 7].

Тому адаптація сучасних систем захисту рослин до європейських стандартів є критично важливою умовою забезпечення стабільності виробництва, підтримання конкурентоспроможності та збереження експортного потенціалу аграрної продукції України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Станом на сьогодні до «Державного реєстру пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні» включено значну кількість препаратів із діючими речовинами різних хімічних класів, що забезпечують ефективний контроль шкідливих об'єктів у агроценозах кукурудзи [8-14].

Попри значний обсяг наукових досліджень і накопичений практичний досвід, на сучасному етапі перед українськими агровиробниками виникає новий виклик – формування ефективних систем агрофармакологічного захисту зернових культур з урахуванням вимог Європейського Союзу щодо обмеження або вилучення окремих діючих речовин. Це обумовлює необхідність переосмислення традиційних технологічних підходів та впровадження альтернативних рішень, здатних забезпечити поєднання екологічної безпеки з високою ефективністю виробництва.

Метою досліджень є проведення порівняльної оцінки діючих речовин агрофармакологічних препаратів різного цільового призначення для обґрунтування ефективних систем захисту кукурудзи від шкідливих організмів з урахуванням вимог Європейського Союзу.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводилися шляхом опрацювання спеціалізованих інформаційних ресурсів [15, 16], в яких наведена характеристика діючих речовин та засобів захисту рослин.

Результати досліджень. Наразі Державний реєстр України [17] містить широкий перелік пестицидів та агрохімікатів, чий діючі речовини забезпечують високий рівень захисту посівів від шкідливих об'єктів. Однак адаптація українського законодавства до вимог ЄС може суттєво обмежити цей список. Такі зміни створюють ризики для стабільного вирощування кукурудзи, оскільки аграрії можуть зіткнутися з дефіцитом дозволених засобів для боротьби з бур'янами, патогенами та комахами. З огляду на це, вітчизняні господарства вже зараз інтегрують у технологічні карти ті препарати, що відповідають європейським екологічним нормам. Початковою ланкою в системі захисту культури традиційно виступає передпосівна обробка насіння фунгіцидними та інсектицидними засобами [18-19]. У таблиці 1 подано аналіз затребуваних діючих речовин для протруювання в контексті їхнього правового статусу в Україні та країнах ЄС.

Фунгіцидні діючі речовини в більшості випадків дозволені до використання в Європі, в той же час основні інсектицидні сполуки заборонені.

Як свідчать дані [20], втрати зерна кукурудзи через засміченість посівів можуть сягати 50% і більше, що робить контроль сегетальної рослинності критично важливим етапом вирощування. Сьогодні Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів України пропонує значний вибір засобів для пригнічення небажаних об'єктів. Водночас актуальним залишається питання екологізації, оскільки частина дозволених в Україні сполук уже не застосовується в країнах Європейського Союзу (табл. 2).

Із використовуваних в Україні діючих речовин гербіцидної дії переважна більшість дозволена до використання в країнах ЄС, за винятком окремих хімічних сполук, в призначених здебільшого для досходового застосування.

Таблиця 1

Фунгіцидні та інсектицидні діючі речовини протруйників кукурудзи [15, 16]

Діюча речовина	Використання	
	Україна	ЄС
Тіаметоксам	+	–
Тефлутрин	+	+
Седаксан	+	+
Флудиоксоніл	+	+
Металаксил-М	+	+
Карбоксин	+	–
Тирам	+	–
Протіоконазол	+	+
Тритіконазол	+	+
Клотіанідин	+	–
Флуокастробін	+	+

Примітка: «+» – дозволено до використання; «–» – заборонено до використання

Таблиця 2

Гербіцидні діючі речовини для захисту посівів кукурудзи [15, 16]

Діюча речовина	Використання	
	Україна	ЄС
1	2	3
Амінопіралід	+	+
Амідосульфурон	+	+
Амікарбазон	+	–
Ацетохлор	+	–
Бентазон	+	+
Бромоксиніл	+	–
Дикамба (диметиламінна сіль)	+	+
Диметенамід-П	+	+
Ізоксафлютол	+	+
Йодосульфурон-метил натрію	+	+
Клопіралід	+	+
Мезотріон	+	+
Метобромурон	+	+
МЦПА	+	+
Нікосульфурон	+	+
Пендиметалін	+	+
Петоксамід	+	+
Піридат	+	+
Пропізохлор	+	–
Темботріон	+	+
Тербутилазин	+	+
Тифенсульфурон-метил	+	+
Тієнкарбазон-метил	+	+
Топрамезон	+	–
Форамсульфурон	+	+

Закінчення табл. 2

1	2	3
Флорасулам	+	+
Флуміоксазин	+	+
Флуроксіпір	+	+
S-метолахлор	+	—
2,4Д (2-етилгексильовий ефір)	+	+

Примітка: «+» – дозволено до використання; «–» – заборонено до використання

На відміну від інших сільськогосподарських культур, кукурудза значно менше пошкоджується фітофагами, проте і вони можуть завдавати значне зниження урожаю. Основними шкідниками кукурудзи є західний кукурудзяний жук (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte), кукурудзяний метелик (*Ostrinia nubilalis*), попелиці [19]. Вони є представниками різних родин і відповідно потребують різних підходів щодо їхнього контролю

На відміну від гербіцидних діючих речовин, більшість з яких дозволені у Європейському Союзі, інсектициди в переважній більшості там заборонені (табл. 3).

Таблиця 3

Інсектицидні діючі речовини для захисту кукурудзи від шкідників [15, 16]

Діюча речовина	Використання	
	Україна	ЄС
Абамектин	+	+
Альфа-циперметрин	+	—
Ацетаміпрід	+	+
Бета-цифлутрин	+	—
Біфентрин	+	—
Гамма-цигалотрин	+	—
Дельтаметрин	+	+
Диметоат	+	—
Імідаклоприд	+	—
Індоксакарб	+	—
Клотіанідин	+	—
Лямбда-цигалотрин	+	+
Сульфоксафлор	+	+
Спінеторам	+	—
Спіромезифен	+	—
Тетраніліпрол	+	—
Тіаклоприд	+	—
Тіаметоксам	+	—
Флубендіамід	+	—
Хлорантраніліпрол	+	+
Хлорпірифос	+	—
Циперметрин	+	+

Примітка: «+» – дозволено до використання; «–» – заборонено до використання

Кукурудза належить до культур, які в незначній мірі пошкоджуються хворобами. Найчастіше зустрічаються збудники гельмінтоспоріозу, іржі, фузаріозу [18]. Враховуючи порівняно невеликі втрати урожаю від зазначених шкідливих об'єктів, в Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні включено всього декілька діючих речовин (табл. 4).

Таблиця 4

Фунгіцидні діючі речовини для захисту кукурудзи від хвороб [15, 16]

Діюча речовина	Використання	
	Україна	ЄС
Азоксистробін	+	+
Епоксиконазол	+	—
Пікоксистробін	+	—
Піраклостробін	+	+
Протіоконазол	+	+
Трифлуксизобін	+	+
Ципроконазол	+	—

Примітка: «+» – дозволено до використання; «–» – заборонено до використання

Вони належать до двох хімічних класів – стробілуїнів і триазолів та здатні контролювати хвороби кукурудзи. Проте, лише окремі з них дозволені до використання в країнах ЄС.

Висновки. Таким чином, навіть з урахуванням суворих обмежень ЄС щодо використання багатьох діючих речовин, сучасний асортимент дозволених пестицидів дозволяє побудувати дієву схему захисту кукурудзи та отримувати стабільно високі врожаї. Проте для досягнення результату необхідно інтегрувати новітні агротехнологічні рішення, які повністю відповідають актуальним екологічним та регламентним нормам Європи

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Посівні площі сільськогосподарських культур. Державна служба статистики України. URL: <https://stat.gov.ua/uk/explorer> (Дата звернення 24.04.2026).
2. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур: підручник. – 5-те вид., виправ., допов. Львів: НВФ «Українські технології», 2020. 806 с.
3. Яровий Г.І., Романов О.В. Овочівництво: навч посібник. Харків: ХНАУ. 2017. 376 с.
4. Експорт продукції АПК. UCAB Survey. URL: <https://ucab.ua/ucab-survey/eksport-produkcziyi-apk-z-ukrayiny-u-2025-roczni-sklav-2253-mlrd-shho-na-2-mlrd-menshe-pokaznyka-2024-roku/>. (Дата звернення 18.04.2026).
5. Зовнішня торгівля України товарами. Державна служба статистики України. URL: <https://stat.gov.ua/uk/publications/zovnishnya-torhivlya-ukrayiny-tovaramy-za-sichen-lypen-2025-roku-ekspres-vypusk>. (Дата звернення 18.04.2026).
6. From Farm to Fork (F2F) URL: https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2022-08/3%20Tree%20From%20Farm%20to%20Fork%20Strategy%203%20final_297x210mm_4%20B4_web_180822.pdf. (Дата звернення 21.04.2026).
7. The European Green Deal. URL: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en (Дата звернення 21.04.2026).
8. Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. URL: <https://mepr.gov.ua/upravlinnya-vidhodamy/derzhavnyj-reyestr>

pestytsydiv-i-agrohimikativ-dozvolenyh-do-vykorystannya-v-ukrayini/. (Дата звернення 18.04.2026).

9. Дем'янюк О. С., Шацман Д. О. Агроекологічна та економічна оцінка застосування ґрунтових і страхових гербіцидів при вирощуванні кукурудзи на зерно в умовах Лівобережного лісостепу України. Збалансоване природокористування. 2019. № 2. С. 57–62. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.2.2019.184147>

10. Дідур І. М., Богомаз С. О. Сучасний стан і перспективи вирощування кукурудзи в Україні. Сільське господарство та лісівництво. 2023. № 29. С. 153–161. DOI:10.37128/2707-5826-2023-13

11. Окрушко С. Є. Вплив гербіцидів та регулятора росту на забур'яненість і врожайність кукурудзи на зерно. Вісник ХНАУ. 2019. № 2. С. 110–118.

12. Шкатула Ю.М., Остапчук Р.В. Ефективність гербіцидів у посівах кукурудзи. Наукові доповіді НУБіП України. 2023. № 5/105, [https://doi.org/10.31548/dopovidi5\(105\).2023.009](https://doi.org/10.31548/dopovidi5(105).2023.009)

13. Цилюрик О. І., Десятник Л. М., Березовський С. В. Забур'яненість агроценозів кукурудзи під впливом обробітку ґрунту та удобрення в північному Степу України. Зернові культури. 2020. Т. 4, № 1. С. 152–159. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0119>

14. Мостов'як І. І., Крикунов І. В., Шувар А. М., Танасов С. С., Сеник І. І., Сидорук Г. П. Вплив фунгіцидних обробок на розвиток фузаріозних хвороб кукурудзи в умовах Лісостепу Західного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2024. Вип. 75 (1). С. 67–80. DOI: [https://doi.org/10.32636/01308521.2024-\(75\)-1-7](https://doi.org/10.32636/01308521.2024-(75)-1-7)

15. Agronomio. База знань для аграріїв. URL: <https://agronomio.com>. (Дата звернення 16.04.2026).

16. Pesticide Properties Database. URL: <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/>. (Дата звернення 16.04.2026).

17. Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. URL: <https://mepr.gov.ua/upravlinnya-vidhodamy/derzhavnyj-reyestr-pestytsydiv-i-agrohimikativ-dozvolenyh-do-vykorystannya-v-ukrayini/>. (Дата звернення 18.04.2026).

18. Марков І. Л., Башта О. В., Гентош Д. Т., Дерменко О. П., Піковський М. Й. Сільськогосподарська фітопатологія. Київ: Інтерсервіс, 2017. 573 с.

19. Рубан М. Б., Гадзало Я. М., Бобось І. М. та ін. Сільськогосподарська ентомологія. К.: Арістей. 2007. 520 с.

20. Косолап М. П., Іванюк М.Ф., Примак І. Д, Анісимова А. А., Бабенко А.І. Атлас бур'янів. Навчальний посібник. Київ. НУБіП України. 2022. 136 с.

Дата першого надходження статті до видання: 30.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026

УДК 635.63:631.559]:631.544.4:[.63:631.559]:631.544.4:[631.5:57]
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.2.17>

ОСНОВИ АГРОБІОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ОГІРКА В УМОВАХ ЗИМОВОГО ТЕПЛИЧНОГО ВИРОЩУВАННЯ

Флоренко М.П. – аспірант кафедри рослинництва,
Уманський національний університет
orcid.org/0009-0001-8356-7517

Кравченко В.С. – к.с.-г.н.,
доцент, завідувач кафедри рослинництва,
Уманський національний університет
orcid.org/0000-0003-4873-5367

Вишневецька Л.В. – к.с.-г.н.,
доцент кафедри рослинництва,
Уманський національний університет
orcid.org/0000-0001-9470-9050

У статті висвітлено агробіологічні засади підвищення продуктивності огірка (*Cucumis sativus* L.) в умовах зимових теплиць як одного з ключових напрямів розвитку сучасного овочівництва в Україні. Вирощування культур у закритому ґрунті забезпечує стабільність виробництва незалежно від кліматичних умов, сприяє подовженню вегетаційного періоду та дає можливість отримувати продукцію в осінньо-зимовий період, що є особливо важливим у ринкових умовах. За даними Державної служби статистики України, у 2024 році площа тепличних господарств сільськогосподарського призначення становила 4,2 тис. га, при цьому значна частка припадала на вирощування огірків і корнішонів, валовий збір яких досяг 106,9 тис. тонн. У зв'язку з цим актуальним є вдосконалення агротехнологій вирощування культури для підвищення її врожайності та економічної ефективності.

У дослідженні оцінено вплив різних видів живлення – органічного та мінерального – на ріст, розвиток і продуктивність огірка в умовах зимової теплиці. Як субстрат застосовували торф із внесенням пташиного посліду (1–2 кг/м²), перегною або компосту (5–7 кг/м²), а також біогумусу (3–5 кг/м²). Дослідні варіанти включали контроль (без удобрення), використання лише пташиного посліду та його поєднання з біогумусом і компостом у різних співвідношеннях. Результати однофакторного і багатфакторного аналізу показали, що найбільш ефективним є внесення 30 кг пташиного посліду разом із 3 кг біогумусу на 1 м³ субстрату, що забезпечує підвищення врожайності до 74,6% у порівнянні з контролем. Проведена багатовимірна статистична обробка підтвердила високу результативність цього поєднання.

Отримані результати свідчать про доцільність комплексного використання органічних і біологічних добрив у технології вирощування огірка в закритому ґрунті. Запропоновані підходи можуть бути ефективно впроваджені у практику фермерських господарств, особливо за умов обмеженого ресурсного забезпечення, з метою оптимізації живлення рослин, підвищення якості продукції та забезпечення сталого розвитку тепличного овочівництва в Україні.

Ключові слова: зимова теплиця, огірок, агробіологічні основи, живлення рослин, органічні добрива, тепличні технології, пташиний послід, інтенсивне овочівництво.



Florenko M.P., Kravchenko V.S., Vyshnevskaya L.V. Agrobiological foundations for increasing cucumber productivity in a winter greenhouse

As shown in the table, the most balanced combination of nutrient properties was observed in variant T2, indicating the effectiveness of a moderate dose of poultry manure combined with vermicompost. This confirms the potential of including vermicompost in the substrate composition as an important element for the biological enhancement of cucumber cultivation in winter greenhouses. The integrated use of organic fertilizers (poultry manure, compost, vermicompost), precise water management, stabilized microclimate, and controlled lighting forms the basis for sustainable intensive cucumber production. The implementation of closed-loop irrigation systems allows reducing water consumption by 30–35% and minimizes the environmental impact.

Thus, the developed agrobiological approaches make it possible to adapt global experience to the conditions of Ukrainian greenhouses, ensuring high yield and quality of production even under challenging winter conditions.

One of the key challenges of modern vegetable production under climate change conditions is ensuring a stable and high-quality harvest in winter greenhouses. Cucumber (*Cucumis sativus* L.), which is highly sensitive to growing conditions, requires precise control of major agrobiological factors, including temperature, light intensity, air humidity, nutrition system, substrate quality, and water regime.

The conducted study confirmed the effectiveness of an integrated approach to cucumber cultivation during the winter period. The use of organic fertilizers (poultry manure, vermicompost, compost) improves both yield and fruit quality. The most effective combination was 30 kg/m³ of poultry manure with 3 kg/m³ of vermicompost, which resulted in a 74.6% increase in yield compared to the control.

A rational selection of substrate and a controlled drip irrigation system, based on the principles of deficit irrigation, allows efficient use of limited water resources without reducing productivity. In Ukrainian winter greenhouses, where transpiration activity is low, maintaining optimal substrate moisture according to growth stages is critical: 70–80% of the minimum water capacity (MWC) until fruit formation, 75–80% until the first harvest, and 85–90% during the period of active fruiting.

Maintaining a stable microclimate – with temperatures of 22–26 °C during the day, 15–17 °C at night, relative humidity of 65–75%, and light intensity of 95–150 W/m² – is a decisive factor influencing photosynthetic activity, ovary formation, and root system development.

The analysis demonstrated that a technological scheme for cucumber cultivation, based on organic fertilizers, adapted water regime, stabilized microclimate, LED supplemental lighting, and localized drip irrigation with nutrient supply, ensures high productivity, resource savings (up to 30–35% of water), improved product quality, and environmental safety.

Therefore, the proposed agrobiological principles for cucumber cultivation in winter greenhouses can serve as an effective model for implementation in the Central and Western Forest-Steppe regions of Ukraine, promoting sustainable development of protected-ground vegetable production.

Key words: cucumber, winter greenhouse, agrobiological foundations, organic fertilizers, poultry manure, intensive vegetable growing, greenhouse technologies, plant nutrition.

Постановка проблеми. У сучасних умовах розвитку аграрного сектору України, зокрема галузі овочівництва закритого ґрунту, особливої актуальності набуває проблема забезпечення стабільно високих урожаїв за одночасного зниження витрат і мінімізації негативного впливу на довкілля. Огірок (*Cucumis sativus* L.) належить до провідних овочевих культур і займає важливе місце у структурі тепличного виробництва [1;2]. Його поширеність серед виробників пояснюється коротким періодом вегетації, високим рівнем продуктивності та стабільним попитом як на свіжу, так і на перероблену продукцію. За офіційними даними Державної служби статистики України, у 2024 році валове виробництво огірків і корнішонів у закритому ґрунті перевищило 106 тис. тонн, що підтверджує значний потенціал цієї галузі [3].

Водночас тепличне овочівництво функціонує в умовах низки серйозних викликів. До основних із них належать зростання вартості енергоресурсів і добрив,

зниження родючості ґрунтів, екологічні проблеми, пов'язані з надмірним внесенням мінеральних речовин, а також поширення ґрунтових інфекцій [4]. Особливо складними є умови зимового періоду, коли виникає потреба в ефективному регулюванні мікроклімату та забезпеченні рослин збалансованим живленням за умов зниженого рівня фотосинтетичної активності та впливу температурного стресу [6].

У зв'язку з цим важливим завданням є пошук і впровадження науково обґрунтованих агробіологічних підходів, спрямованих на підвищення ефективності вирощування огірка в теплицях. Це передбачає оптимізацію систем живлення рослин, поліпшення фізико-хімічних властивостей субстратів та застосування адаптивних технологій, здатних забезпечити стабільну продуктивність культури.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Упродовж останніх десятиліть у різних агрокліматичних регіонах світу спостерігаються істотні зміни в особливостях росту та розвитку сільськогосподарських культур, зумовлені підвищенням температури повітря та збільшенням концентрації вуглекислого газу в атмосфері [9]. Згідно з прогнозами, до кінця XXI століття середньорічна температура на планеті може зрости на 1,1–6,4 °C [13], що неминуче впливатиме на фізіологічні процеси рослин, зокрема огірка, який характеризується високою чутливістю до теплового та водного стресу [15].

Додатковим обмежувальним чинником є інтенсивне застосування агрохімікатів, у тому числі фунгіцидів, що негативно позначається на продуктивності та якості овочевої продукції, зокрема огірка [8]. Особливо гостро ці проблеми проявляються в регіонах із високою залежністю від аграрного виробництва та обмеженими земельними ресурсами.

У світовій науковій практиці дедалі більшої уваги набуває використання органічних добрив і біологічно активних субстратів у системах інтенсивного тепличного виробництва. Зокрема, у Китаї – країні-лідері за обсягами вирощування огірка в умовах захищеного ґрунту – обґрунтовано ефективність переходу до безґрунтових технологій із застосуванням органічних матеріалів як поживного середовища. Такі підходи сприяють зменшенню ризиків поширення ґрунтових хвороб, підвищують ефективність використання добрив, знижують залежність від мінеральних джерел живлення та відповідають екологічним вимогам [9; 10; 14].

Наукові дослідження свідчать, що поєднане застосування органічних (зокрема пташиного посліду, перегною, біогумусу) та мінеральних добрив позитивно впливає на морфометричні показники рослин, покращує засвоєння макро- і мікроелементів і забезпечує підвищення врожайності на 40–75% порівняно з традиційними системами живлення. Результати численних експериментів підтверджують, що найбільш ефективними є ті варіанти, де органічна складова активізує біологічні процеси у субстраті, тоді як мінеральна забезпечує оперативне надходження поживних речовин до рослин. Водночас важливе значення мають властивості субстрату – його повітряно-водний режим, буферність і здатність акумулювати поживні елементи [5; 12]. Такі підходи є особливо актуальними для України, де значна частина тепличної продукції вирощується у фермерських господарствах із обмеженим ресурсним забезпеченням.

Сучасні дослідження також підтверджують, що оптимізація водного режиму в тепличних умовах шляхом використання краплинного зрошення у поєднанні з регулюванням температури дозволяє істотно підвищити ефективність використання води (WUE) та покращити якісні показники плодів огірка [16]. Це набуває особливої важливості в умовах кліматичних змін, які спричиняють нерівномірний розподіл опадів і збільшення тривалості посушливих періодів.

Окрім цього, застосування сучасних біотехнологічних рішень, зокрема вермікомпосту та мікробіологічних препаратів, стимулює розвиток кореневої системи огірка, підвищує його стійкість до патогенних організмів і зменшує потребу у використанні хімічних засобів захисту рослин [9; 11]. Це сприяє підвищенню екологічної безпеки виробництва та стабільному зростанню врожайності.

У перспективі особливого значення набуває комплексний підхід, що передбачає раціональний добір субстратів, збалансовану систему живлення, оптимізацію мікрокліматичних умов у теплиці та впровадження інтегрованих методів біологічного захисту. Реалізація таких рішень дозволить забезпечити стабільне підвищення продуктивності огірка навіть за умов кліматичних викликів [10; 14].

Постановка завдання. Метою роботи є теоретичне та експериментальне обґрунтування агробіологічних засад підвищення продуктивності огірка (*Cucumis sativus* L.) у зимових тепличних умовах на основі дослідження впливу різних поєднань органічних компонентів (пташиного посліду, компосту та біогумусу) на процеси росту, розвитку та формування врожайності культури.

Виклад основного матеріалу дослідження. Одним із ключових завдань сучасного аграрного виробництва в умовах кліматичних змін є забезпечення стабільної врожайності овочевих культур у захищеному ґрунті, особливо в зимовий період. Вирощування огірка (*Cucumis sativus* L.) у зимових теплицях вимагає обґрунтованого підходу до формування системи живлення та вибору субстрату, оскільки саме ці чинники значною мірою визначають інтенсивність росту, розвиток рослин і рівень урожайності. З огляду на обмеження, пов'язані з використанням традиційних мінеральних добрив, зростає зацікавленість у застосуванні органічних компонентів, зокрема пташиного посліду, біогумусу та компосту.

Ефективна організація технології вирощування огірка в зимових тепличних умовах передбачає комплексний облік агробіологічних факторів, серед яких провідне значення мають параметри мікроклімату, водний режим, система живлення та характеристики субстрату. Для умов зимових теплиць України, особливо в Центральному та Західному регіонах, важливим є підтримання стабільного температурно-світлового режиму з урахуванням короткої тривалості світлового дня, низьких температур зовнішнього середовища та змін вологості повітря.

У період з листопада по березень оптимальними вважаються такі параметри мікроклімату: денна температура в межах 22–26 °C та нічна – не нижче 15–17 °C. Відносна вологість повітря повинна становити 65–75%, що створює сприятливі умови для перебігу фотосинтетичних процесів, формування листової поверхні та закладання зав'язі. Досягнення таких показників забезпечується застосуванням сучасних технологічних рішень – систем обігріву (водяних або інфрачервоних), вентиляції, зволоження повітря та додаткового освітлення за допомогою LED-ламп із потужністю 95–150 Вт/м² у періоди дефіциту природного світла.

Підтримання стабільного мікроклімату є визначальним чинником продуктивності огірка, оскільки відхилення від оптимальних параметрів призводить до зниження інтенсивності газообміну, порушення процесів транспірації та фотосинтезу, що негативно відображається на формуванні врожаю.

Особливості зимового вирощування огірка зумовлюють специфіку водного режиму. Хоча загальна потреба у воді в цей період нижча, ніж у весняно-літній сезон, її роль залишається критично важливою через знижену інтенсивність випаровування. Зважаючи на те, що основна частина кореневої системи огірка зосереджена у верхньому шарі субстрату (до 30 см), застосування краплинного

зрошення з точним регулюванням подачі води є необхідною умовою стабільного розвитку рослин.

У дослідженні використано підхід дефіцитного зрошення, за якого рівень водопостачання змінювався відповідно до фаз розвитку рослин: обмежений – на етапі вирощування розсади, оптимально стабільний – у період цвітіння та підвищений – у фазі плодоношення. Такий підхід дозволив підвищити ефективність використання води (WUE) без зниження врожайності, що є особливо важливим за умов обмежених ресурсів і високої вартості енергоресурсів у зимовий період.

За результатами зарубіжних досліджень [16; 7], поєднання прозорого мульчування, краплинного зрошення та елементів дефіцитного поливу забезпечує підвищення врожайності огірка до 63–65 т/га при одночасному зниженні витрат води на 30–35% (див. табл. 1).

Таблиця 1

Параметри агрокліматичного контролю в зимовій теплиці (рекомендовані)

Параметр	Оптимальне значення
Температура повітря (день)	22–26 °C
Температура повітря (ніч)	15–17 °C
Відносна вологість повітря	65–75%
Інтенсивність освітлення	95–150 Вт/м ²
Тривалість світлового дня	10–12 год (з додатковим підсвічуванням)
Глибина кореневої зони	25–30 см
Частота зрошення	щоденно, дрібнодозовано
Система поливу	Краплинна з автоматичним регулюванням

Рациональне регулювання водного режиму є одним із визначальних чинників формування високої продуктивності огірка в умовах зимових теплиць. У період вегетації, що припадає на місяці зі зниженими температурами, обмеженою тривалістю природного освітлення та підвищеною вологістю повітря, особливого значення набуває диференційований підхід до зрошення залежно від фази розвитку рослин.

Вологість субстрату підтримується в оптимальних межах, рекомендованих для культури огірка: на рівні 70–80% найменшої вологоємності (НВ) – від моменту висаджування до початку формування плодів; 75–80% НВ – у період від початку плодоутворення до першого збору врожаю; 85–90% НВ – у фазі інтенсивного плодоношення до завершення вегетаційного періоду.

Для забезпечення ефективного водопостачання необхідне поетапне збільшення норм поливу з урахуванням тривалості світлового дня, температурного режиму та біологічних особливостей розвитку культури. У зимових умовах це має особливе значення, оскільки надмірне зволоження може спричинити перезволоження субстрату, активізацію корневих гнилей та, як наслідок, зниження врожайності.

У таблиці наведено орієнтовні показники норм поливу огірка в зимовий період (листопад–березень), що дозволяють оптимізувати водний режим культури (див. табл. 2).

У середньому коефіцієнт водоспоживання огірка за умов застосування краплинного або дощувального зрошення становить 18–20 л на 1 кг сформованої продукції. При цьому частина води втрачається: близько 10–15% – через дренаж, а певна кількість – унаслідок випаровування з поверхні субстрату.

Таблиця 2

Орієнтовні норми поливу огірка у зимовій теплиці (листопад – березень)

Місяць	Кількість поливів	Норма поливу, л/м ²	Загальна витрата води, л/м ²
Листопад	3–5	5–6	15–30
Грудень	2–3	5–6	10–18
Січень	3–5	5–6	15–30
Лютий	5–7	5–6	25–42
Березень	7–9	5–8	35–72

У межах дослідження також було проведено оцінку впливу різних систем живлення – органічного та мінерального походження – на рівень продуктивності огірка в умовах зимової теплиці. Як основу субстрату використовували торф із додаванням органічних компонентів: птишиного посліду у нормах 30 або 60 кг/м³, компосту чи перегною (5–7 кг/м²), а також біогумусу в кількості 3–5 кг/м². Дослідні варіанти включали контроль (без удобрення), застосування лише птишиного посліду та комбіновані поєднання – птишиний послід із компостом або біогумусом.

Встановлено, що внесення біогумусу до торф'яного субстрату істотно змінює його фізіолого-біохімічні властивості, що має особливе значення для умов зимового тепличного вирощування. За результатами досліджень Laužiké та співавт. (2022), додавання біогумусу в межах 10–30% до торфу сприяє покращенню агрохімічних характеристик субстрату, зокрема збільшенню вмісту калію у 5,8 раза порівняно з чистим торфом, що є важливим для формування генеративних органів рослин [11].

Біометричні показники розсади, вирощеної у торфо-біогумусних сумішах, суттєво перевищували контрольні значення: рослини характеризувалися більшою висотою, збільшеною площею листової поверхні, товщим стеблом і більшою кількістю листків. Максимальні показники площі листків спостерігалися у варіанті із вмістом 30% біогумусу, що свідчить про інтенсивніший перебіг фотосинтетичних процесів.

Маса сирої листової біомаси зростала на 22,7–33,1%, а маса кореневої системи – приблизно у 1,5 раза порівняно з контролем. Відзначено також підвищення вмісту сухої речовини в листках: у варіантах із 30% біогумусу цей показник досягав 19%, тоді як у контрольному варіанті становив близько 12%.

Аналіз мінерального складу показав, що рослини, вирощені з використанням біогумусу, накопичували більшу кількість поживних елементів: вміст азоту зростав до 18,8%, фосфору – до 13,3%, калію – до 1,8 раза, а також підвищувався рівень кальцію та магнію. Найвищі концентрації азоту, калію та магнію були зафіксовані у варіанті з 30% біогумусу.

Крім того, у фазі плодоношення у рослин, вирощених на субстратах із біогумусом, відзначено підвищення показників хлорофілу, індексу біологічного азоту (NBI), NDVI та PRI, що свідчить про покращення функціонального стану фотосинтетичного апарату. Дані, отримані за допомогою приладу LI-6400XT, підтвердили максимальні значення інтенсивності фотосинтезу, внутрішньоклітинної концентрації CO₂ та транспірації саме у варіанті з 30% біогумусу.

Використання таких субстратів сприяло підвищенню загальної врожайності огірка на 7,4–11,1%, а вихід ранньої продукції зростав до 21,5% порівняно

з контролем. Найвищі показники врожайності були отримані при внесенні 20% і 30% біогумусу.

Водночас встановлено, що надмірне застосування біогумусу (30%) може призводити до певного зниження вмісту цукрів і аскорбінової кислоти в плодах, а також до підвищення концентрації нітратів. Це свідчить про необхідність оптимізації норм внесення для забезпечення балансу між продуктивністю та якістю продукції.

Загальні результати головного компонентного аналізу (PCA) підтвердили, що використання біогумусу у межах 20–30% забезпечує достовірне покращення біометричних, біохімічних і фотосинтетичних показників, сприяючи оптимальному розвитку рослин як на ранніх етапах, так і в період плодоношення.

У цілому встановлено, що комбіноване застосування органічних добрив позитивно впливає на фізико-хімічні властивості субстрату: підвищується його вологоємність, поліпшується структура та активізуються біологічні процеси. Найвищу врожайність зафіксовано у варіанті з внесенням 30 кг/м³ пташиного посліду та 3 кг/м³ біогумусу, де приріст продуктивності становив 74,6% порівняно з контролем, що підтверджено результатами однофакторного та багатовимірного статистичного аналізу. Характеристики досліджених субстратів і відповідні показники врожайності наведено в таблиці 3.

Таблиця 3

Характеристика досліджених субстратів та їх вплив на врожайність

Варіант досліджу	Склад субстрату	Урожайність, кг/м ²	Приріст до контролю, %
T1 (Контроль)	Торф без добрив	4,3	-
T2	30 кг/м ³ пташиного посліду + 3 кг/м ³ біогумусу	7,5	+74,6
T3	30 кг/м ³ пташиного посліду + 5 кг/м ³ компосту	6,9	+60,5
T4	30 кг/м ³ пташиного посліду + 5 кг/м ³ біогумусу	7,1	+65,1
T5	60 кг/м ³ пташиного посліду	6,3	+46,5

Окрім підвищення врожайності, у варіантах із комбінованим застосуванням добрив відзначено суттєве поліпшення якісних характеристик продукції. Зокрема, спостерігалось зростання вмісту сухої речовини та аскорбінової кислоти, покращення смакових властивостей і товарного вигляду плодів. Важливу роль у цьому відігравав біогумус, який сприяв активнішому розвитку кореневої системи та оптимізації водного балансу рослин, що є особливо актуальним за нестабільних умов мікроклімату зимових теплиць.

Включення біогумусу до складу субстрату позитивно впливало не лише на показники росту та врожайності огірка, але й на його фізіолого-біохімічні характеристики, які безпосередньо визначають якість плодів. Зокрема, відзначено підвищення вмісту біологічно активних речовин, у тому числі сухої речовини та аскорбінової кислоти, покращення водного обміну та активізацію ферментативних процесів.

Збагачення субстрату біогумусом сприяло інтенсивнішому розвитку кореневої системи, що проявлялося у підвищенні коефіцієнта транспірації, інтенсивності

фотосинтезу та здатності рослин до засвоєння поживних елементів. Найбільш виражений ефект спостерігався у варіантах із поєднанням біогумусу та пташиного посліду, що забезпечувало оптимальний баланс макро- і мікроелементів у кореневмісному середовищі.

У результаті досліджень встановлено, що плоди огірка, вирощені на субстратах із додаванням біогумусу, характеризувалися вищим вмістом сухих речовин і аскорбінової кислоти, більш щільною структурою м'якуша та кращими товарними показниками порівняно з контрольним варіантом. Найбільш помітні зміни якості продукції зафіксовано у варіантах T2 і T4 (див. табл. 4).

Таблиця 4

Показники субстрату та їхній взаємозв'язок із врожайністю культури

Варіант досліджу	Склад субстрату	Вміст сухої речовини, %	Вміст аскорбінової кислоти, мг/100 г	Щільність м'якуша, г/см ³	Зовнішній вигляд плодів (оцінка, балів)
T1 (Контроль)	Торф без добрив	3,5	8,2	0,42	3,8
T2	30 кг/м ³ посліду + 3 кг/м ³ біогумусу	4,8	12,6	0,49	4,7
T3	30 кг/м ³ посліду + 5 кг/м ³ компосту	4,2	10,9	0,45	4,2
T4	30 кг/м ³ посліду + 5 кг/м ³ біогумусу	4,6	11,8	0,48	4,5
T5	60 кг/м ³ пташиного посліду	4,1	10,2	0,44	4,0

Примітка: оцінка зовнішнього вигляду за 5-бальною шкалою (1 – низький, 5 – відмінний товарний вигляд).

Як видно з таблиці, оптимальне поєднання поживних властивостей субстрату спостерігалось у варіанті T2, що підтверджує ефективність комбінації помірної дози пташиного посліду з біогумусом. Це свідчить про перспективність включення біогумусу до складу субстрату як важливого елементу біологізації технології вирощування огірка в зимовій теплиці. Комплексне застосування органічних добрив (пташиний послід, компост, біогумус) у поєднанні з точним регулюванням водного режиму, стабілізацією мікроклімату та контролем освітлення створює основу для сталого інтенсивного вирощування культури. Використання закритих систем зрошення дозволяє зменшити витрати води на 30–35% та мінімізувати навантаження на довкілля.

Отже, розроблені агробіологічні підходи дозволяють адаптувати світовий досвід до реалій українських теплиць і забезпечують високу врожайність та якість продукції навіть у складних зимових умовах.

Висновки і пропозиції. Одним із ключових завдань сучасного овочівництва в умовах змін клімату є забезпечення стабільного та високоякісного врожаю у зимових теплицях. Огірок (*Cucumis sativus* L.), що характеризується високою чутливістю до умов вирощування, потребує ретельного контролю основних агробіологічних чинників: температурного режиму, рівня освітлення, вологості повітря, системи живлення, складу субстрату та водного режиму.

Проведене дослідження підтвердило ефективність комплексного підходу до організації вирощування огірка в зимовий період. Використання органічних добрив (пташиний послід, біогумус, компост) забезпечує підвищення врожайності та поліпшення якості плодів. Найбільш ефективним варіантом виявилось поєднання 30 кг/м³ пташиного посліду з 3 кг/м³ біогумусу, що забезпечило приріст урожайності на 74,6% порівняно з контролем.

Рациональний вибір субстрату та контрольована система краплинного зрошення з урахуванням принципів дефіцитного поливу дозволяють ефективно використовувати обмежені водні ресурси без втрат урожайності. У зимових теплицях України, де активність транспірації знижена, критично важливим є підтримання оптимальної вологості субстрату згідно з фазами розвитку культури: 70–80% НВ до формування плодів, 75–80% – до першого збору, 85–90% – у період активного плодоношення.

Стабільний мікроклімат, підтримуваний у межах 22–26 °С удень, 15–17 °С уночі, з відносною вологістю 65–75% та інтенсивністю освітлення 95–150 Вт/м², є вирішальним фактором для фотосинтетичної активності, формування зав'язі та розвитку кореневої системи.

Аналіз показав, що технологічна схема вирощування огірка, що базується на використанні органічних добрив, адаптованому водному режимі, стабілізованому мікрокліматі, фотопідсвічуванні та локальному краплинному поливі з добривами, забезпечує високу продуктивність, економію ресурсів (до 30–35% води), покращення якісних характеристик продукції та екологічну безпеку виробництва.

Таким чином, запропоновані агробіологічні основи вирощування огірка у зимових теплицях можуть слугувати ефективною моделлю для впровадження у виробничу практику в Центральному та Західному Лісостепу України, забезпечуючи стійкий розвиток овочівництва закритого ґрунту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Білик М. О., Евтушенко М. Д., Марютін Ф. М. Захист овочевих культур від хвороб і шкідників у закритому ґрунті. Харків : Еспада, 2003. 458 с.
2. Гіль Л. С., Пашковський А. І., Суліма Л. Т. Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту : навч. посіб. Вінниця : Нова Книга, 2008. Ч. 1 : Закритий ґрунт. 368 с.
3. Статистичні дані 2024. *Державна служба статистики України* : веб-сайт. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 20.03.02026).
4. Іваненко В. Ф. Моделювання енерговитрат і планування використання газу в тепличному господарстві. *Економіка АПК*. 2012. № 4. С. 40–48.
5. Кравченко В. А., Приліпка О. В., Янчук Н. І. Огірок: селекція, насінництво, технології. Київ : ВД ЕКМО, 2008. 176 с.
6. Онищенко О. І., Солдатенко О. М., Хареба О. В. Біологічний захист огірків. *Захист і карантин рослин*. 2006. № 52. С. 380–384.
7. Alomran A. M., Louki I. I., Aly A. A., Nadeem M. E. Impact of deficit irrigation on soil salinity and cucumber yield under greenhouse condition in an arid environment. *J. Agric. Sci. Technol.* 2013. Vol. 15. P. 1247–1259.
8. Bagi F. F., Budakov D. B., Bursic V. P., Stojšin V. B., Lazic S. D., Vukovic S. M. Efficacy of azoxystrobin for the control of cucumber downy mildew (*Pseudoperonospora cubensis*) and fungicide residue analysis. *Crop Protection*. 2014. Vol. 61. P. 74–78.
9. Hao J., Li Q., Yu H., Wang H., Chai L., Miao T., Jiang W. Comparative proteomic analysis of cucumber fruits under nitrogen deficiency at the fruiting stage. *Hortic. Plant J.* 2020. Vol. 7. P. 59–72.

10. Huang S., Tang J., Li C. Status of heavy metals in vegetable soils under different patterns of land use. *Plant Nutrition and Fertilizer Science*. 2016. Vol. 3. P. 707–718.
11. Laužikė K., Dapkienė M., Miliauskienė J., Duchovskis P., Viškelis P. Effect of Vermicompost on Morphological and Physiological Parameters of Cucumber Seedlings. *Horticulturae*. 2020. Vol. 8(11). P. 1009. URL: <https://doi.org/10.3390/horticulturae8111009> (дата звернення: 20.03.2026).
12. Liu X., Li Y., Ren X., Chen B., Zhang Y., Shen C., Wang F., Wu D. Long-Term Greenhouse Cucumber Production Alters Soil Bacterial Community Structure. *J. Soil Sci. Plant Nutr.* 2020. Vol. 20. P. 306–321.
13. Minaxi R. P., Acharya K. O., Nawale S. Impact of climate change on food security. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology*. 2011. Vol. 4. P. 125–127.
14. Patel C., Panigrahi J. Starch glucose coating-induced postharvest shelf-life extension of cucumber. *Food Chem.* 2019. Vol. 288. P. 208–214.
15. Singh M. C. Possible futuristic rainfall and temperature variability trend in central Indian Punjab. *Res Environ Life Sci.* 2016. Vol. 9. P. 100–104.
16. Yaghi T., Arslan A., Naoum F. Cucumber (*Cucumis sativus*, L.) water use efficiency (WUE) under plastic mulch and drip irrigation. *Agric. Water Manage.* 2013. Vol. 128. P. 149–157.

Дата першого надходження статті до видання: 02.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026

УДК 633.85:631.5:620.92

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.2.18>

ЕНЕРГЕТИЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ ОЗИМИХ КУЛЬТУР РОДИНИ *BRASSICACEAE* ЗАЛЕЖНО ВІД ШИРИНИ МІЖРЯДЬ В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Царук І.В. – PhD,

старший викладач кафедри агрономії,

Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і

природокористування України «Ніжинський агротехнічний інститут»

orcid.org/0000-0002-7383-1919

Риженко А.С. – PhD,

старший викладач кафедри агрономії,

Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і

природокористування України «Ніжинський агротехнічний інститут»

orcid.org/0000-0001-7850-9171

Олійні культури родини *Brassicaceae* – ріпак озимий, суріпиця озима – традиційно займають важливе місце в експортно-орієнтованому рослинництві України та є базовою сировиною для виробництва біодизелю в країнах ЄС. Водночас перспективною біоенергетичною культурою для умов Лівобережного Лісостепу є тифон, який поєднує властивості сировинної, кормової та сидеральної культури.

У статті представлено результати оцінки енергетичної продуктивності трьох озимих культур родини *Brassicaceae* – тифону сорту Оракам, ріпаку озимого сорту Мерседес, суріпиці озимої сорту Оріана – залежно від ширини міжрядь (15, 30 та 45 см) на варіантах без застосування мінеральних добрив. Дослідження проведено впродовж 2021–2023 рр. в умовах Лівобережного Лісостепу України на чорноземі опідзоленому. Експериментальні дані для тифону за всіма ширинами міжрядь, а також для суріпиці й ріпаку отримано польовим методом. Розрахунок енергетичної продуктивності виконували за методикою О. К. Медведовського; вихід енергії з одиниці продукції (ккал/кг) визначали для надземної біомаси, насіння та олії, а сумарний вихід енергії з одиниці площі (Гкал/га) розраховували з урахуванням урожайності надземної маси й насіння.

Встановлено, що енергетичний еквівалент одиниці продукції (ккал/кг) визначається насамперед видовою специфікою культури і слабо залежить від ширини міжрядь, тоді як вихід енергії з одиниці площі (Гкал/га) суттєво знижується з розширенням міжрядь у всіх трьох культур. Найвищий вихід енергії з надземної маси у тифону сорту Оракам становив 79,3 Гкал/га за ширини міжрядь 15 см, а серед досліджуваних культур максимум формував ріпак озимий сорту Мерседес – 78,8 Гкал/га. Доведено, що ріпак та тифон формують зрівняний рівень енергетичної продуктивності, а суріпиця озима поступається їм за валовим збором енергії. Розширення міжрядь з 15 до 45 см знижувало вихід енергії з надземної маси на 21,1–21,0 % у тифону та (за модельованими оцінками) на ~21,1 % у суріпиці й ріпаку.

Ключові слова: тифон, ріпак озимий, суріпиця озима, енергетична продуктивність, біомаса, біопаливо, ширина міжрядь, Лісостеп України.

Tsaruk I.V., Ryzenko A.S. Energy productivity of winter crops of the *Brassicaceae* family depending on row spacing under the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine

Oilseed crops of the *Brassicaceae* family—winter rapeseed (*Brassica napus* L.) and winter turnip rape (*Brassica rapa* L.)—traditionally occupy an important place in Ukraine's export-oriented crop production and serve as a key raw material for biodiesel production in European



© Царук І.В., Риженко А.С., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

Union countries. At the same time, tyfon (*Brassica rapa* var. *oleifera*), which combines the properties of an industrial, forage, and green manure crop, represents a promising bioenergy crop for the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine.

This study presents the results of evaluating the energy productivity of three winter crops of the Brassicaceae family—tyfon (cv. Orakam), winter rapeseed (cv. Mercedes), and winter turnip rape (cv. Oriana)—depending on row spacing (15, 30, and 45 cm) under conditions without mineral fertilization. The research was conducted during 2021–2023 in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine on podzolized chernozem soils. Experimental data for tyfon at all row spacings, as well as for turnip rape and rapeseed, were obtained using field methods. Energy productivity was calculated according to the methodology of O. K. Medvedovskyi; energy output per unit of product (kcal/kg) was determined for aboveground biomass, seeds, and oil, while total energy yield per unit area (Gcal/ha) was calculated taking into account the yields of aboveground biomass and seeds.

It was established that the energy equivalent per unit of product (kcal/kg) is primarily determined by species-specific characteristics and shows only minor dependence on row spacing, whereas energy yield per unit area (Gcal/ha) significantly decreases with increasing row spacing in all three crops. The highest energy yield from aboveground biomass in tyfon (cv. Orakam) reached 79.3 Gcal/ha at a row spacing of 15 cm, while among the studied crops, the maximum value was recorded for winter rapeseed (cv. Mercedes) at 78.8 Gcal/ha. It was demonstrated that rapeseed and tyfon provide a comparable level of energy productivity, whereas winter turnip rape shows lower gross energy yield. Increasing row spacing from 15 to 45 cm reduced energy yield from aboveground biomass by 21.1–21.0% in tyfon and (according to modeled estimates) by approximately 21.1% in both turnip rape and rapeseed.

Key words: Typhon, winter rapeseed, winter turnip rape, energy productivity, biomass, biofuel, row spacing, Forest-Steppe of Ukraine.

Актуальність теми дослідження. Сучасні виклики енергетичної безпеки України, необхідність диверсифікації джерел енергії та зменшення викидів парникових газів актуалізують пошук нових сировинних культур для біоенергетичної галузі. Олійні культури родини *Brassicaceae* – ріпак озимий, суріпиця озима – традиційно займають важливе місце в експортно-орієнтованому рослинництві України та є базовою сировиною для виробництва біодизелю в країнах ЄС. Водночас перспективною біоенергетичною культурою для умов Лівобережного Лісостепу є тифон – міжвидовий гібрид турнепсу та китайської капусти, який поєднує властивості сировинної, кормової та сидеральної культури.

Просторове розміщення рослин у посівах (ширина міжрядь) є одним із ключових агротехнічних факторів, що визначає не лише структуру урожаю та масу окремої рослини, але й сумарний вихід енергії з одиниці площі. Для обґрунтованого вибору технології переробки капустяних культур на біопаливо необхідним є порівняльний аналіз енергетичної продуктивності всіх трьох культур у повнофакторній схемі з різними варіантами ширини міжрядь.

Постановка проблеми. Питанням біоенергетичного використання олійних культур родини *Brassicaceae* присвячено роботи П. С. Вишнівського, С. Г. Гайдаша, В. В. Лихочвора, В. Ф. Петриченка, С. М. Каленської, Д. Б. Рахметова, В. А. Мазура, О. О. Мацери та інших науковців [1; 3; 4; 7]. Встановлено, що ширина міжрядь істотно впливає на формування біометричних параметрів рослин, зокрема кількість листків, діаметр стебла, число стручків та продуктивність рослини. За даними В. А. Мазура та О. О. Мацери, на ріпаку озимому за збільшення ширини міжрядь з 15 до 45 см та зменшення норми висіву спостерігається тенденція до перерозподілу продуктивності з рослин на одиницю площі [4].

Тифон у ґрунтово-кліматичних умовах України залишається малопоширеною культурою. За потенційною продуктивністю тифон переважає суріпицю озиму та перебуває на рівні ріпаку озимого, з виходом сухої речовини 13–25 т/га, що

забезпечує вихід енергії 54–113,2 Гкал/га [5; 6]. Насіння тифону має калорійність 6198–6297 ккал/кг, а вихід олії становить 989–1860 кг/га [6]. Високий вміст ерукової кислоти (23–26 %) у олії тифону робить її непридатною для харчового використання, проте незамінною як сировину для виробництва біодизелю, лаків та фарб [2; 5].

Водночас комплексна порівняльна оцінка енергетичної продуктивності тифону, ріпаку та суріпиці озимих у повнофакторній схемі за ширини міжрядь є недостатньо висвітленою, що і зумовлює актуальність проведення такого дослідження.

Мета дослідження – встановити особливості формування енергетичної продуктивності озимих культур родини *Brassicaceae* залежно від ширини міжрядь в умовах Лівобережного Лісостепу України, а також обґрунтувати оптимальні стратегії переробки цих культур на біоенергетичні цілі.

Методика досліджень. Дослідження проводили впродовж 2019–2023 рр. в умовах ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут», розташованого в межах Ніжинського району Чернігівської області, що за агрокліматичним районуванням належить до Лісостепу України. Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем опідзолений з вмістом мінерального азоту ($\text{NH}_4 + \text{NO}_3$) 18,6–29,4 мг/кг, гумусу – 3,38–3,76 %, рухомого фосфору – 106,6–120,6 мг/кг (за Чиріковим), калію – 50,04–72,2 мг/кг (за Чиріковим); рН ґрунту – 5,7–6,5.

Схема дослідження передбачала вивчення впливу культури (фактор А – тифон сорту Оракам, ріпак озимий сорту Мерседес, суріпиця озима сорту Оріана) та ширини міжрядь (фактор В – 15, 30, 45 см) на варіантах без застосування мінеральних добрив. Площа елементарної ділянки – 35 м², облікової – 25 м², повторність триразова.

Вміст олії в насінні визначали екстракційним методом з використанням апарату Сокслета (ДСТУ 8144:2015).

Розрахунок енергетичної продуктивності виконували за методикою О. К. Медведовського [9]; вихід енергії з одиниці продукції (ккал/кг) визначали для надземної біомаси, насіння та олії, а сумарний вихід енергії з одиниці площі (Гкал/га) розраховували з урахуванням урожайності надземної маси й насіння.

Статистичне оброблення даних виконували в пакеті Statistica 12.0 [10].

Результати досліджень. Аналіз виходу енергії з надземної біомаси озимих культур родини *Brassicaceae* за середньорічними значеннями за 2019–2023 рр. (рис. 1) показав, що у всіх трьох культур спостерігається стійка тенденція до зниження валового збору енергії з одиниці площі при збільшенні ширини міжрядь. Найвищий показник у тифону сорту Оракам становив 79,3 Гкал/га за ширини 15 см, у ріпаку озимого сорту Мерседес – 78,8 Гкал/га, а у суріпиці озимої сорту Оріана – 64,6 Гкал/га. За ширини міжрядь 45 см ці показники знижувались до 62,6, 62,2 та 51,0 Гкал/га відповідно.

Міжрічна варіація виходу енергії з надземної маси, відображена планками похибок на рис. 1, є значною: розмах між мінімальним та максимальним значеннями у тифону за ширини міжрядь 15 см складав 70,9–86,4 Гкал/га (15,5 Гкал/га), у ріпаку – 69,8–85,6 Гкал/га (15,8 Гкал/га), у суріпиці – 52,4–74,3 Гкал/га (21,9 Гкал/га). Найбільший розмах значень у суріпиці свідчить про її чутливість до погодних умов вегетаційного періоду. У всіх культур кращим за формуванням енергетичної продуктивності виявився вегетаційний період 2022–2023 рр., тоді як гіршим – 2019 рік.

Розширення міжрядь з 15 до 45 см супроводжувалось майже однаковим відсотковим зниженням виходу енергії у всіх досліджуваних культурах: у тифону – на

21,1 %, а за модельованими оцінками для суріпиці та ріпаку – на 21,1 та 21,1 % відповідно. Цей результат підкріплює припущення про подібний характер відгуку культур родини *Brassicaceae* на зміну просторової структури посіву та свідчить про те, що широкорядні посіви недоцільні з точки зору максимізації валового збору енергії з одиниці площі.

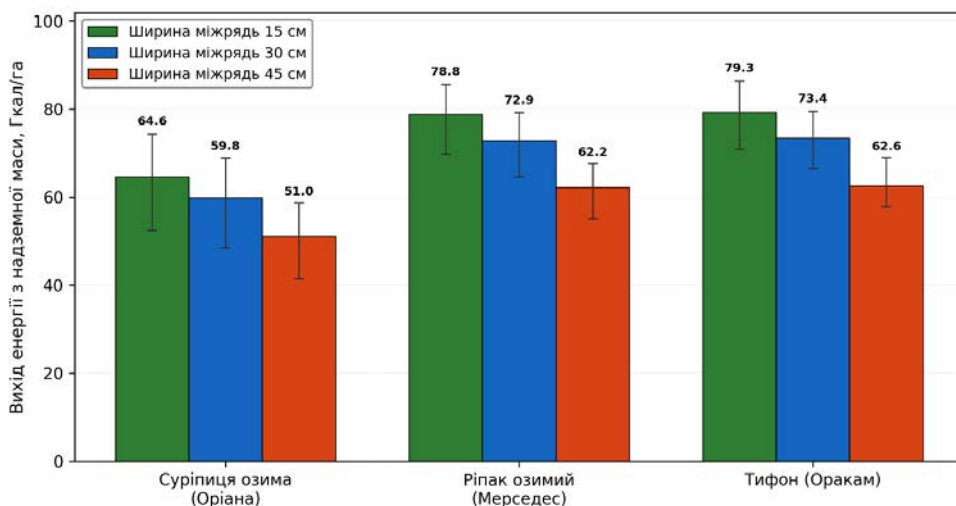


Рис. 1. Вихід енергії з надземної маси озимих культур родини *Brassicaceae* залежно від ширини міжрядь (середнє за 2019-2023 рр.)

Аналогічну тенденцію виявлено й для виходу енергії з урожаєм насіння (рис. 2). Найвищі значення спостерігали за ширини міжрядь 15 см: у ріпаку озимого – 24,3 Гкал/га, у тифону – 21,7 Гкал/га, у суріпиці – 14,2 Гкал/га. У всіх культур вихід енергії з урожаєм насіння помітно знижувався із збільшенням ширини міжрядь – на 19,4–20,4 % при переході з 15 до 45 см.

Серед досліджуваних культур максимальний вихід енергії з урожаєм насіння забезпечив ріпак озимий, що зумовлено вищою врожайністю його насіння та більшою енергетичною смністю одиниці насіння (6518 ккал/кг проти 6319 ккал/кг у тифону та 6280 ккал/кг у суріпиці). Тифон за цим показником поступається ріпаку, проте суттєво переважає суріпицю озиму, що додатково підтверджує його перспективність як біоенергетичної культури.

Аналіз виходу енергії з олії (рис. 3) демонструє, що ріпак озимий лідирує і за цим показником: 16,1 Гкал/га за ширини міжрядь 15 см проти 13,2 Гкал/га у тифону та 7,1 Гкал/га у суріпиці. Розрив між ріпаком та тифоном (близько 22 %) пов'язаний насамперед з різницею у вмісті олії в насінні (45,6 % у ріпаку проти 42,3 % у тифону), а ще більший розрив із суріпицею (33,4 % олії в насінні) робить її найменш ефективною культурою з точки зору отримання біопалива з олії.

На відміну від показників валового збору енергії з одиниці площі, енергетичний еквівалент одиниці продукції (ккал/кг) є переважно видоспецифічною характеристикою та слабо залежить від ширини міжрядь, що підтверджується даними рис. 4. Енергетичний еквівалент надземної біомаси у тифону становив 4179 ккал/кг

(середнє з трьох ширин), у суріпиці – 4090 ккал/кг, у ріпаку – 3843 ккал/кг. Натомість за калорійністю насіння та олії ріпак озимий є лідером (6518 та 9454 ккал/кг відповідно), а тифон та суріпиця формують менш енергетично насичені насіння та олію.

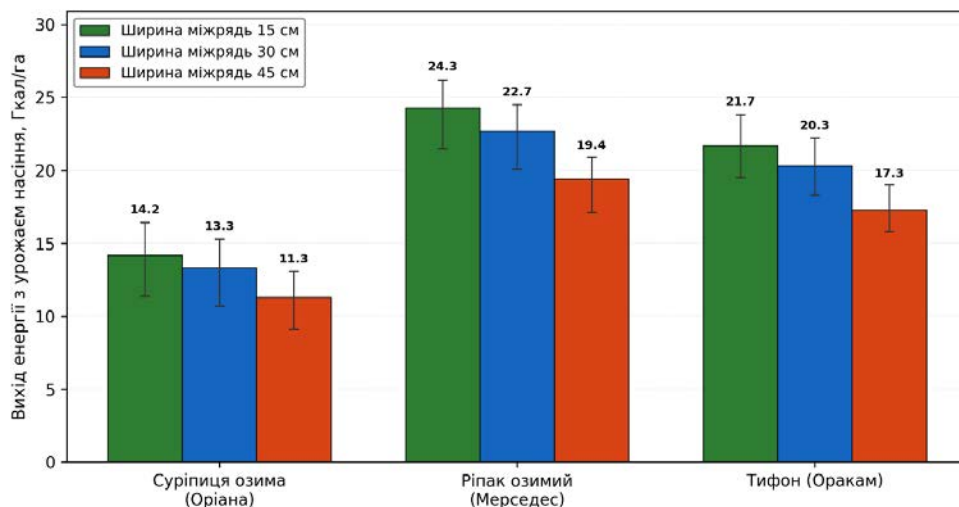


Рис. 2. Вихід енергії з урожаєм насіння озимих культур родини Brassicaceae залежно від ширини міжрядь (середнє за 2019-2023 рр.)

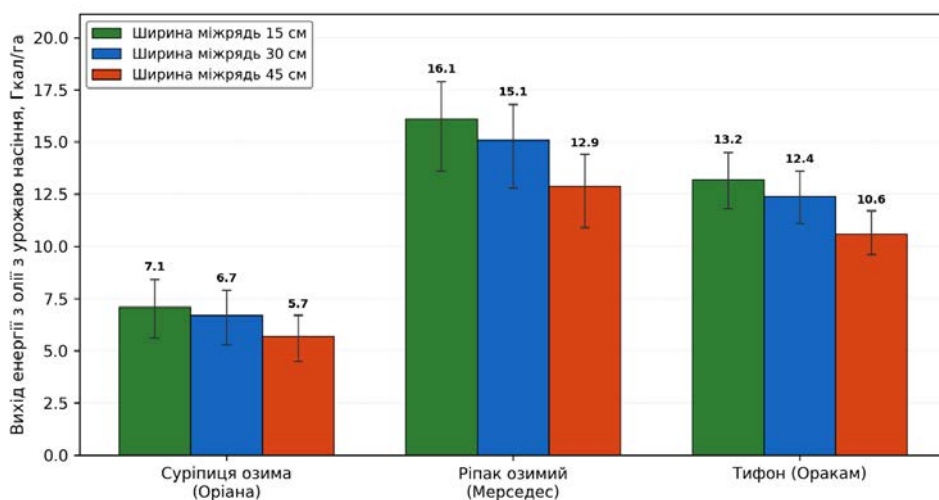


Рис. 3. Вихід енергії з олії з урожаю насіння озимих культур родини Brassicaceae залежно від ширини міжрядь (середнє за 2019-2023 рр.)

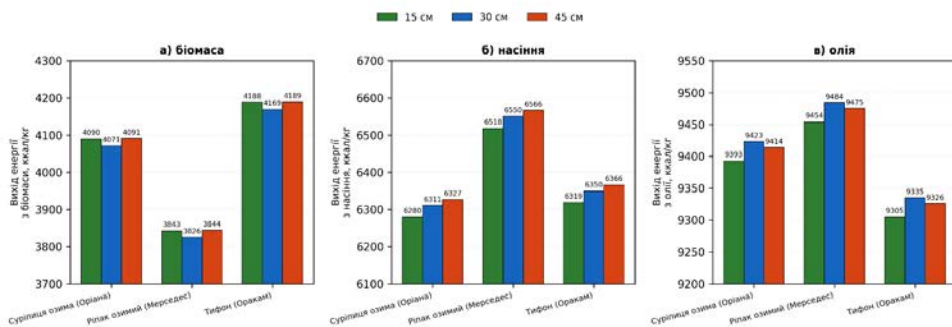


Рис. 4. Калорійність продукції озимих культур родини *Brassicaceae* залежно від ширини міжрядь (середнє за 2019-2023 рр.)

Цікаво відзначити, що калорійність біомаси та калорійність насіння формують протилежну ієрархію культур: за калорійністю біомаси перше місце посідає тифон, тоді як за калорійністю насіння – ріпак. Така поведінка показників може бути зумовлена різним співвідношенням між вмістом структурних вуглеводів, ліпідів та білків у різних частинах рослин трьох досліджуваних видів. Тифон формує енергетично цінну біомасу за рахунок збалансованого співвідношення вуглеводів та ліпідів у вегетативних органах, а ріпак концентрує енергію переважно в насінні через високий вміст олії.

Узагальнюючи отримані результати, можна стверджувати, що для всіх трьох культур родини *Brassicaceae* оптимальною з точки зору максимізації енергетичної продуктивності є ширина міжрядь 15 см. Тифон сорту Оракам формує енергетичну продуктивність на рівні ріпаку озимого сорту Мерседес за виходом енергії з надземної маси (79,3 проти 78,8 Гкал/га), що додатково обґрунтовує його перспективність як біоенергетичної культури в умовах Лівобережного Лісостепу України, особливо з огляду на менш вибагливі вимоги до агротехніки порівняно з ріпаком.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Встановлено, що енергетичний еквівалент одиниці продукції (ккал/кг) озимих культур родини *Brassicaceae* є переважно видоспецифічною характеристикою та слабо залежить від ширини міжрядь. Калорійність надземної біомаси у тифону становила 4179 ккал/кг, у сурпіці – 4090 ккал/кг, у ріпаку – 3843 ккал/кг.

Вихід енергії з одиниці площі (Гкал/га) суттєво знижується при збільшенні ширини міжрядь у всіх трьох культурах. У тифону розширення міжрядь з 15 до 45 см знижувало вихід енергії з надземної маси на 21,1 % а в сурпіці й ріпаку (~21 %).

Найвищий вихід енергії з надземної маси за ширини міжрядь 15 см формує тифон сорту Оракам (79,3 Гкал/га), що перевищує показники ріпаку озимого сорту Мерседес (78,8 Гкал/га) та сурпіці озимої сорту Оріана (64,6 Гкал/га). За виходом енергії з урожаєм насіння (24,3 Гкал/га) та з олії (16,1 Гкал/га) лідером є ріпак озимий.

Тифон сорту Оракам формує енергетичну продуктивність, зіставну з ріпаком озимим, що обґрунтовує його перспективність як біоенергетичної культури для умов Лівобережного Лісостепу України, особливо за використання надземної маси як сировини для твердого біопалива та біогазу.

Перспективи подальших досліджень полягають у комплексному економіко-енергетичному обґрунтуванні технологій переробки культур родини *Brassicaceae* в умовах Лісостепу України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Вишнівський П. С. Виробництво ріпаку – складова біоенергетики України. Агроекологічний журнал. 2019. № 3. С. 102–108.
2. Каленська С. М., Новицька Н. В., Рахметов Д. Б. та ін. Олійні капустаї культури в Україні : монографія. Київ : ЦП «Компринт», 2018. 340 с.
3. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів : НВФ «Українські технології», 2020. 1040 с.
4. Мазур В. А., Мацера О. О. Формування продуктивності ріпаку озимого залежно від елементів технології вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України. Сільське господарство та лісівництво. 2020. № 17. С. 5–17.
5. Рахметов Д. Б. Теоретичні та прикладні аспекти інтродукції рослин в Україні : монографія. Київ : «Аграр Медіа Груп», 2011. 398 с.
6. Царук І. В., Рахметов Д. Б. Тифон – нова культура багатофункціонального призначення. Таврійський науковий вісник. 2020. Вип. 112. С. 157–160. DOI: 10.32851/2226-0099.2020.112.22
7. Царук І. В., Рахметов Д. Б. Особливості формування насіннєвої продуктивності рослин тифону (*Brassica campestris* var. *oleifera* f. *biennis* D.C. × *B. rapa* L.) залежно від елементів технології вирощування. Новітні агротехнології. 2022. № 10(1). DOI: 10.47414/na.10.1.2022.265592
8. Царук І. В., Рахметов Д. Б. Продуктивність тифону за різної ширини міжрядь та удобрення. Новітні агротехнології. 2022. № 10(2). DOI: 10.47414/na.10.2.2022.270481
9. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ : Урожай, 1988. 208 с.
10. Ермантраут Е. Р., Присяжнюк О. І., Шевченко І. Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica 6.0. Київ : Поліграф Консалтинг, 2007. 55 с.

Дата першого надходження статті до видання: 27.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026

УДК 631.811:631.53.04:633.1/.3(477.63)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.2.19>

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ ТА МІКРОДОБРИВ У ПОСІВАХ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Циліорик О.І. – д.с.-г.н., професор,

зав. кафедри рослинництва,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Міністерства освіти і науки України

orcid.org/0000-0002-7479-8401

Міщенко М.Г. – PhD кафедри рослинництва,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Міністерства освіти та науки України

orcid.org/0009-0003-3462-1075

У статті представлено результати комплексних польових досліджень (2024–2025 рр.), присвячених вивченню впливу сучасних регуляторів росту та мікродобрив на морфогенез і зернову продуктивність пшениці озимої в умовах Північного Степу України. Встановлено, що в умовах наростаючої аридності клімату регіону, де середньорічна кількість опадів була на 8,4 % нижчою за норму, а гідротермічний коефіцієнт у критичні фази розвитку знижувався до 0,7–0,8, позакоренева корекція живлення є вирішальним фактором стабілізації врожайності. Доведено, що застосування досліджуваних препаратів у фазі прапорцевого листка спричиняє суттєву позитивну трансформацію архітекtonіки посіву та біометричних показників рослин. Максимальну ефективність продемонстрували амінокислотні та полікомпонентні стимулятори. Зокрема, використання препарату Аміно Ксеріон забезпечило формування найбільш потужного асиміляційного апарату: висота рослин зросла на 11,6% (до 103,1 см), а щільність продуктивного стеблостоя збільшилася на 11,7% відносно контролю, досягнувши 460 шт/м². Аналогічну високу ефективність виявлено у варіантах із застосуванням Експерт Гроу та композиції Вимпел 2 + Оракул цинк. Особливу увагу приділено аналізу структури врожаю. Встановлено, що довжина колосу на кращих варіантах зросла на 14,6–18,3%, а маса 1000 зерен досягла 46,2–46,8 г, що на 9,7–11,2% перевищує контрольні значення. Така динаміка аргументується подовженням періоду активної роботи фотосинтетичної поверхні та інтенсифікацією ретранслюкаційного потоку пластичних речовин до зернівки під дією антистресових компонентів препаратів. За результатами дворічних спостережень, усі вивчені системи стимуляції забезпечили достовірний приріст урожайності в межах 0,28–0,85 т/га (8,0–24,1%). Найвищу врожайність сформовано на варіанті Аміно Ксеріон – 4,37 т/га, що на 24,1% вище за контроль (3,52 т/га). Високі показники продуктивності також характерні для Експерт Гроу (4,31 т/га) та Кальма (4,28 т/га). Отримані дані підтверджують доцільність інтегрування амінокислотних біостимуляторів у технологію вирощування пшениці озимої для нівелювання абіотичних стресів та реалізації генетичного потенціалу сортів у посушливих умовах Степу.

Ключові слова: пшениця озима, регулятори росту, мікродобрива, Північний Степ, біометричні показники, урожайність.

Tsyliuryk O.I., Mishchenko M.H. *Efficiency of growth regulators and micronutrients application in winter wheat crops of the Northern Steppe of Ukraine*

The article presents the results of comprehensive field studies (2024–2025) dedicated to investigating the influence of modern growth regulators and micronutrients on the morphogenesis and grain productivity of winter wheat in the conditions of the Northern Steppe



© Циліорик О.І., Міщенко М.Г., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

of Ukraine. It was established that under conditions of increasing climate aridity in the region, where average annual precipitation was 8.4% lower than the norm and the hydrothermal coefficient during critical development phases decreased to 0.7–0.8, foliar nutrient correction is a decisive factor in stabilizing yields. It has been proven that the application of the studied preparations in the flag leaf phase causes a significant positive transformation of the crop architecture and plant biometric indicators. Amino acid and multi-component stimulants demonstrated maximum efficiency. In particular, the use of the Amino Xerion preparation ensured the formation of the most powerful assimilation apparatus: plant height increased by 11.6% (up to 103.1 cm), and the density of productive stems increased by 11.7% relative to the control, reaching 460 pcs/m². Similarly high efficiency was found in variants using Expert Grow and the Vympel 2 + Oracul Zinc composition. Particular attention is paid to the analysis of the yield structure. It was established that the ear length in the best variants increased by 14.6–18.3%, and the weight of 1000 grains reached 46.2–46.8 g, which exceeds the control values by 9.7–11.2%. Such dynamics are argued by the prolongation of the active photosynthetic surface operation period and the intensification of the retranslocation flow of plastic substances to the grain under the influence of the preparations' anti-stress components. According to the results of two-year observations, all studied stimulation systems provided a significant increase in yield within 0.28–0.85 t/ha (8.0–24.1%). The highest yield was formed in the Amino Xerion variant – 4.37 t/ha, which is 24.1% higher than the control (3.52 t/ha). High productivity indicators are also characteristic of Expert Grow (4.31 t/ha) and Kalma (4.28 t/ha). The obtained data confirm the feasibility of integrating amino acid biostimulants into winter wheat cultivation technology to level abiotic stresses and realize the genetic potential of varieties in the arid conditions of the Steppe.

Key words: winter wheat, growth regulators, micronutrients, Northern Steppe, biometric indicators, yield.

Постановка проблеми. Пшениця озима (*Triticum aestivum* L.) традиційно залишається фундаментом продовольчої безпеки України та головною експортною культурою, особливо в умовах Північного Степу. Проте сучасний стан зерновиробництва в цьому регіоні характеризується високим рівнем ризику через посилення аридності клімату. Часті повітряні та ґрунтові посухи, нерівномірний розподіл опадів та екстремальні температурні режими у критичні фази розвитку (вихід у трубку – налив зерна) призводять до істотного зниження реалізації генетичного потенціалу сучасних інтенсивних сортів [1–4].

В умовах дефіциту вологи та постійного подорожчання мінеральних добрив, традиційні схеми живлення часто виявляються недостатньо ефективними. Постає гостра потреба у пошуку технологічних рішень, які б дозволили не лише підвищити врожайність, а й посилити адаптивну здатність рослин. Одним із таких напрямів є інтеграція у технологію вирощування регуляторів росту та мікродобрив для позакореневого підживлення, які діють як каталізатори обмінних процесів та антистресові агенти [5, 6].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання оптимізації живлення пшениці озимої та підвищення її адаптивної здатності до несприятливих чинників довкілля постійно перебуває в центрі уваги провідних вітчизняних та зарубіжних учених. Сучасний етап розвитку агрономічної науки характеризується переходом від систем суто мінерального живлення до інтегрованих стратегій біостимуляції росту рослин [7, 8].

Дослідженнями багатьох вчених, зокрема Ю. І. Ткаліча [9–11] Т. Гринь [12] доведено, що в умовах нестійкого зволоження Північного Степу України традиційне кореневе живлення часто не може забезпечити рослини необхідною кількістю макро та мікроелементів через обмежену рухливість іонів у сухому ґрунті. У цьому контексті позакореневе підживлення розглядаються як ефективний інструмент оперативного втручання в метаболізм культури.

Особливий науковий інтерес викликає застосування препаратів на основі вільних L-амінокислот. Як зазначають дослідники, амінокислоти є готовим енергетичним резервом для синтезу білків, що дозволяє рослині суттєво економити власні ресурси, які зазвичай витрачаються на відновлення нітратного азоту. Внесення таких засобів у критичні фази розвитку (вихід у трубку, колосіння) дозволяє нівелювати наслідки температурних стресів та посухи, що є критично важливим для зони Степу [13–16].

Окремим вектором сучасних розшуків є вивчення ролі специфічних мікроелементів, таких як Цинк (Zn) та Бор (B), у поєднанні з органічними стимуляторами. Наукові праці підтверджують, що цинк відіграє ключову роль у синтезі триптофану – попередника ауксину, що безпосередньо впливає на лінійний ріст та розвиток кореневої системи. Своєю чергою, бор відповідає за пилову продуктивність та проростання пилових трубок, мінімізуючи явище череззерниці в колосі [17–20].

Водночас, незважаючи на широку апробацію багатьох стимуляторів росту, залишаються дискусійними питання ефективності новітніх полікомпонентних засобів [21, 22], таких як «Аміно Ксеріон», «Експерт Гроу» та «Кальма». Більшість наявних публікацій висвітлюють лише загальні аспекти врожайності, залишаючи поза увагою глибокий аналіз трансформації біометричних показників та архітекτονіки посіву під впливом цих препаратів у динаміці за роками.

Недостатня вивченість механізмів взаємодії конкретних діючих речовин із морфогенезом пшениці озимої в умовах жорсткого гідротермічного режиму Північного Степу обумовлює необхідність проведення подальших експериментальних досліджень та уточнення існуючих технологічних схем вирощування.

Метою роботи є встановлення закономірностей формування біометричних показників та зернової продуктивності пшениці озимої залежно від застосування сучасних систем регуляторів росту та мікродобрив за позакореневого підживлення.

Матеріали та методика досліджень. Експериментальні дослідження проводили на середньо суглинковому малогумусному чорноземі звичайному, що характеризується вмістом гумусу 3,4 %. Агрохімічний аналіз засвідчив середню забезпеченість ґрунту рухомими формами фосфору (112–118 мг/кг) та калію (96–104 мг/кг) за майже нейтральної реакції середовища (рН 6,5–6,8).

Метеорологічні умови періоду досліджень вирізнялися дефіцитом вологи: річна сума опадів (415 мм) виявилася на 8,4 % нижчою за багаторічні значення. Критичний стан водозабезпечення підтверджується падінням ГТК до рівня 0,7–0,8, що вказує на інтенсивну посуху в найважливіші фази вегетації.

Програма досліджень передбачала вивчення десятих варіантів різних препаратів мікродобрив, регуляторів та стимуляторів росту:

1. **Контроль** – без препаратів;
2. **Гумат калію** (калійна сіль гумінової кислоти) – 1,0 л/га;
3. **Вимпел 2** (солі гумінових речовин) – 1,0 л/га + **Оракул цинк** (сірка, цинк, азот, колофермин калію) – 1,0 л/га;
4. **Ярило зерновий** (карбонові кислоти, азот, бор, цинк, мідь, залізо, молібден, марганець, окис магнію, фосфор (P_2O_5)) – 1,0 л/га;
5. **Фіт цинк 120** (цинк 120 г/л, амінокислоти, молібден. рН 5–5,2) – 1,0 л/га;
6. **Фіт бор 150** (бор 140 г/л, молібден, амінокислоти) – 1,0 л/га;
7. **Експерт Гроу** (K_2O , екстракт водорості аскопілюм нодосум, органічний вуглець C) – 1,0 л/га;
8. **Кальма** (тринексапак–етил 175 г/л (клас алкалоїдів)) – 1,0 л/га;

9. **Скудеро 6:25:25** (азот, фосфор, калій, бор, залізо, мідь, марганець, цинк, молібден) – 1,0 л/га;

10. **Аміно Ксеріон** (80% вільних L-амінокислот (незамінна амінокислота лізин)) – 1,0 л/га.

На всіх варіантах використовували прилипач Квантум, що представлений поверхнево-активними речовинами на основі етоксильованих спиртів та поліетилен оксиду 75–95%. Всі препарати вносили у фазі прапорцевого листка в дозі 1,0 л/га.

Під час виконання роботи використовували загальнонаукові методи досліджень, основними з яких були: польовий – для дослідження взаємодії рослин пшениці озимої та регуляторів росту з біологічними і абіотичними факторами; вимірювально-ваговий – для встановлення динаміки росту, біометричних вимірювань, визначення елементів структури врожаю та врожайності зернової культури; метод математичної статистики: дисперсійний та кореляційний тощо [23, 24].

Виклад основного матеріалу дослідження. Аналіз результатів досліджень свідчить про високу ефективність застосування стимуляторів росту та мікродобрив в посівах пшениці озимої, що підтверджується результатами аналізу біометричних показників свідчать про те, що застосування досліджуваних стимуляторів росту та мікродобрив спричинило суттєву позитивну трансформацію морфологічної структури рослин, забезпечивши формування потужного асиміляційного апарату та покращення всіх елементів структури врожаю. При середній висоті рослин на контролі 92,4 см, використання препаратів дозволило наростити вегетативну масу, де абсолютним лідером став Аміно Ксеріон із показником 103,1 см, що відповідає приросту 10,7 см, або 11,6 %. Високі результати також продемонстрували Експерт Гроу (102,3 см) та Вимпел 2 + Оракул цинк (101,5 см), що свідчить про інтенсифікацію процесів клітинного поділу та розтягнення під впливом амінокислот і фітогормональних сполук (табл. 1).

Таблиця 1

Біометричні показники рослин пшениці озимої в середньому за 2024 – 2025 рр.

Варіанти регуляторів росту та мікродобрив	Висота рослин, см	Кількість продуктивних стебел, шт./м ²	Довжина колосу, см	Маса 1000 зерен, г
Контроль	92,4	412	8,2	42,1
Гумат калію	98,1	435	8,9	44,5
Вимпел 2 + Оракул цинк	101,5	448	9,4	45,8
Ярило зерновий	95,8	421	8,5	43,2
Фіт цинк 120	94,2	418	8,4	42,8
Фіт бор 150	97,6	430	8,8	44,1
Експерт Гроу	102,3	452	9,5	46,2
Кальма	100,8	445	9,3	45,9
Скудеро 6:25:25	96,5	428	8,7	43,9
Аміно Ксеріон	103,1	460	9,7	46,8

Особливу увагу слід приділити щільності продуктивного стеблостою, яка є одним із найбільш динамічних показників. На варіанті з Аміно Ксеріон кількість

продуктивних стебел зроста до 460 шт/м², що забезпечило прибавку в 48 шт/м², або 11,7% відносно контролю (412 шт/м²). Використання Експерт Гроу дозволило отримати додаткові 40 шт/м² (приріст 9,7%), а застосування композиції Вимпел 2 + Оракул цинк – 36 шт/м² (8,7%). Таке зростання густоти стеблостою аргументується покращенням виживання бокових пагонів та підвищенням коефіцієнта загального кущення завдяки оптимізації мікроелементного живлення в критичні періоди весняної вегетації.

Морфологічні параметри колосу також зазнали істотних змін: довжина колосу на кращих варіантах досягла 9,4–9,7 см проти 8,2 см на контролі, що в натуральному вираженні становить прибавку в межах 1,2–1,5 см (14,6–18,3%). Подовження колосового стрижня створює фізіологічне підґрунтя для кращого озерненості колосу та запобігання його абортивності. Варіант Аміно Ксеріон з довжиною 9,7 см та Експерт Гроу з 9,5 см підтверджують гіпотезу про позитивний вплив біостимуляторів на розвиток генеративних органів.

Завершальним етапом формування продуктивності є налив зерна, що відображається у показникові маси 1000 зерен. При контрольному значенні 42,1 г, застосування Аміно Ксеріон дозволило отримати 46,8 г, що забезпечило прибавку 4,7 г (11,2%). Показники варіантів Експерт Гроу (46,2 г) та Кальма (45,9 г) також свідчать про суттєвий приріст маси на рівні 4,1 г (9,7%) та 3,8 г (9,0%) відповідно. Така динаміка вказує на подовження періоду активної роботи фотосинтетичної поверхні та ефективніший ретранслокаційний потік пластичних речовин до зернівки під дією антистресових компонентів препаратів.

Таким чином, комплексне покращення біометричних параметрів – від лінійного росту до формування маси зерна – аргументує високу технологічну ефективність позакореневої корекції. Сумарний вплив препаратів дозволив оптимізувати архітектуру посіву, що стало фундаментом для отримання стабільних прибавок урожаю в складних умовах Північного Степу, де найбільш збалансовану дію на морфогенез рослин продемонстрували амінокислотні та полікомпонентні стимулятори росту.

Біометричні показники рослин пшениці озимої прямо пропорційно корелюють із стабільним зростанням урожайності зерна на всіх дослідних варіантах порівняно з контрольним показником – 3,52 т/га. Найбільш вагому прибавку зерна забезпечило використання препарату Аміно Ксеріон, де середня урожайність досягла 4,37 т/га, що у натуральному вираженні становить 0,85 т/га, або 24,1% відносно контролю. Такий результат пояснюється високою концентрацією вільних L-амінокислот, які нівелюють дію абіотичних стресів та інтенсифікують обмінні процеси в рослинному організмі (табл. 2).

Високі показники продуктивності також характерні для варіанта Експерт Гроу, де урожайність склала 4,31 т/га, що забезпечило додаткові 0,79 т/га зерна (прибавка 22,4%), завдяки активізації гормонального статусу та покращенню адаптивної здатності культури. Комбінація Вимпел 2 + Оракул цинк та препарат Кальма продемонстрували ідентичну ефективність на рівні 4,28 т/га, що дозволило отримати по 0,76 т/га прибавки, або 21,6% приросту врожаю, аргументуючи важливість цинку та регуляторів росту в процесах запліднення та формування виповненого зерна.

Застосування Гумату калію дозволило підвищити врожайність до 4,22 т/га, що відповідає прибавці у 0,70 т/га (19,9%), тоді як Фіт бор 150 забезпечив отримання 4,15 т/га із додатковими 0,63 т/га зерна, що становить 17,9% порівняно з контрольним варіантом. Менш вираженою, проте економічно вагомою була дія препаратів

Скудеро 6:25:25, Ярило зерновий та Фіт цинк 120, які забезпечили врожайність на рівнях 3,99 т/га, 3,87 т/га та 3,80 т/га відповідно. У натуральному вигляді це відповідає приростам у 0,47 т/га (13,4%), 0,35 т/га (9,9%) та 0,28 т/га (8,0%).

Таблиця 2

Урожайність пшениці озимої залежно від застосування регуляторів росту та мікродобрив в середньому за 2024–2025 рр., т/га

Варіанти регуляторів росту та мікродобрив	Роки досліджень		Середнє
	2024 р.	2025 р.	
Контроль	3,57	3,48	3,52
Гумат калію	4,19	4,25	4,22
Вимпел 2 + Оракул цинк	4,26	4,31	4,28
Ярило зерновий	3,81	3,92	3,87
Фіт цинк 120	3,75	3,85	3,80
Фіт бор 150	4,12	4,18	4,15
Експерт Гроу	4,27	4,35	4,31
Кальма	4,27	4,29	4,28
Скудеро 6:25:25	3,95	4,02	3,99
Аміно Ксеріон	4,33	4,41	4,37

Загальна позитивна динаміка, особливо помітна у 2025 році, свідчить про високу окупність витрат на позакореневе підживлення, що дозволяє не лише стабілізувати виробництво зерна в умовах мінливого клімату Північного Степу, а й суттєво наростити валові збори за рахунок оптимізації фізіологічних процесів у рослинах. Використання зазначених технологічних рішень дозволяє лабільно реагувати на дефіцит елементів живлення та забезпечувати сталий приріст продуктивності в межах від 8,0% до 24,1%.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Застосування досліджуваних стимуляторів росту, зокрема препарату Аміно Ксеріон та комплексу Експерт Гроу, забезпечило інтенсифікацію ростових процесів, що призвело до формування потужного вегетативного апарату. Це підтверджується зростанням висоти рослин на 11,6 % (до 103,1 см) та підвищенням щільності продуктивного стеблостою на 11,7 % (до 460 шт/м², прибавка 48 шт/м² відносно контролю), що створило фізіологічне підґрунтя для високої фотосинтетичної активності посівів.

Позакоренева корекція живлення сприяла суттєвому покращенню генеративних параметрів: довжина колосу на кращих варіантах зросла на 1,2–1,5 см (14,6–18,3 %), а маса 1000 зерен досягла 46,2–46,8 г, що на 9,7–11,2 % перевищує контрольні значення. Така динаміка свідчить про подовження активності фотосинтетичної поверхні та ефективнішу ретранслокацію пластичних речовин до репродуктивних органів під дією антистресових компонентів препаратів.

Усі вивчені системи стимуляції забезпечили достовірний приріст урожайності в межах 0,28–0,85 т/га (8,0–24,1 %), де максимальний результат сформовано на варіанті Аміно Ксеріон – 4,37 т/га. Висока ефективність амінокислотних та полікомпонентних біостимуляторів (прибавка 17,9–24,1 %) аргументує доцільність їх інтегрування в технологію вирощування пшениці озимої для стабілізації врожайності та реалізації генетичного потенціалу сорту в умовах Північного Степу.

З огляду на отримані результати, подальші наукові дослідження у цьому напрямку доцільно зосередити на вивченні впливу досліджуваних стимуляторів росту та мікродобрих на показники якості зерна (вміст білка, клейковини, склоподібності), що дозволить комплексно оцінити ефективність позакореневої корекції не лише за кількісними, а й за якісними параметрами. Актуальним залишається питання детального вивчення економічної ефективності застосування амінокислотних та полікомпонентних препаратів з урахуванням сучасних ринкових цін на агрохімікати та зернову продукцію. Це дасть змогу обґрунтувати доцільність інвестицій у ці технологічні рішення для господарств різних форм власності. Крім того, науковий інтерес становить дослідження взаємодії зазначених систем стимуляції з різними способами основного обробітку ґрунту та попередниками в сівозміні, а також їхньої ролі у формуванні посухостійкості пшениці озимої за умов посилення аридності клімату в Північному Степу України. Глибоке вивчення фізіологічних механізмів адаптації рослин під впливом амінокислотних комплексів дозволить розробити ще більш лабільні та точні регламенти застосування препаратів у критичні фази органогенезу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Kalenska S., Kalenski V., Kachura I., Gonchar L., Matvienko A. Role of fertilizers and growth regulators in the improvement of winter wheat resistance to stress and yield. *Nährstoff- und Wasserversorgung der Pflanzenbestände unter den Bedingungen der Klimaerwärmung : Internationale wissenschaftliche Konferenz* (October 2012). 2012. P. 65–71.
2. Циліурік О. І. Вплив попередників, добрив та погодних умов на продуктивність та якість зерна озимої пшениці в умовах підзони північного Степу України. *Наукові праці Полтавської державної аграрної академії*. 2005. Вип. 4 (23). С. 230–235.
3. Буряк Ю. І., Чернобаб О. В., Огурцов Ю. Є., Клименко І. І. Ефективність застосування регуляторів росту і мікродобрива в процесі розмноження насіння сортів пшениці озимої та ячменю ярого. *Селекція і насінництво*. 2015. Вип. 107. С. 145–153.
4. Циліурік О. І. Вплив способів основного обробітку чистого пару на агрофізичні властивості та водний режим ґрунту. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2009. Вип. 71. С. 31–36.
5. Ласло О. О., Нагорна С. В. Екологізація технології вирощування пшениці озимої за використання композиційних сумішей регуляторів росту та комплексних добрив. *Аграрні інновації*. 2022. Вип. 13. С. 93–96.
6. Циліурік О. І. Сучасні системи мульчувального обробітку ґрунту в Північному Степу : монографія. Одеса : Олді+, 2023. 344 с.
7. Огурцов Ю. Є. Урожайність рослин пшениці озимої та ячменю ярого залежно від застосування регуляторів росту рослин і мікродобрива на різних фонах живлення. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2015. Вип. 2.
8. Вінюков О., Балян А. В., Ліхушина Г., Бондарева О., Скнипа Н. Л. Економічна ефективність використання регуляторів росту при вирощуванні зернових культур на різних фонах живлення в посушливих умовах східної частини Північного Степу України. *Вісник аграрної науки*. 2024. Т. 102, № 5. С. 61–69.
9. Ткаліч Ю. І. Вплив мікродобрив і стимуляторів росту рослин на продуктивність соняшнику у Північному Степу України. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2016. Вип. 23. С. 169–177.
10. Tkalic Y. I., Tsyliuryk O. I., Masliiov S. V., Kozechko V. I. Interactive effect of tank-mixed post emergent herbicides and plant growth regulators on corn yield. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. Vol. 8, No. 1. P. 961–965.

11. Tkalich Y. I., Tsyliuryk O. I., Kokhan A. V., Yevtushenko H. O., Gonzalez P. H. Efficacy of growth regulators for maize fields. *Agrology*. 2023. Vol. 6, No. 4. P. 97–103.
12. Гринь Т. Врожай та якість пшениці озимої залежно від різного рівня удобрення і використання регулятора росту. *Дні студентської науки у Львівському національному університеті ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*. С. 123.
13. Вінюков О. О., Бондарева О. Б., Ліхущина Г. А., Лапко О. Б. Вплив амінокислотних регуляторів росту на ріст та розвиток рослин пшениці озимої різних різновидів. *Аграрні інновації*. 2025. Вип. 30. С. 35–40.
14. Tsyliuryk O. I., Horshchar V. I., Izhboldin O. O., Kotchenko M. V., Rumbakh M. Y., Hotvianska A. S., Chornobai V. H. The influence of biological products on the growth and development of sunflower plants (*Helianthus annuus* L.) in the northern steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. Vol. 11, No. 3. P. 106–116.
15. Ahmad N., Virk A. L., Hussain S., Hafeez M. B., Haider F. U., Rehmani M. I. A., ... Asif A. Integrated application of plant bioregulator and micronutrients improves crop physiology, productivity and grain biofortification of delayed sown wheat. *Environmental Science and Pollution Research*. 2022. Vol. 29, No. 35. P. 52534–52543.
16. Nadim M. A., Awan I. U., Baloch M. S., Khan E. A., Naveed K., Khan M. A. Response of wheat (*Triticum aestivum* L.) to different micronutrients and their application methods. *J. Anim. Plant Sci.* 2012. Vol. 22, No. 1. P. 113–119.
17. Iancu P., Soare M., Păniță O. F. Effect of micronutrients applied to winter wheat. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. 2024. Vol. 67, No. 1. P. 429–436.
18. Galstyan M., Matevosyan L., Zadayan M., Ghukasyan A., Harutyunyan S., Sargsyan K., ... Osipova R. Assessment of the impact of micro fertilizers on winter wheat and winter barley crops under the Sevan basin conditions. *Bioactive Compounds in Health and Disease*. 2024. Vol. 7, No. 4. P. 199–210.
19. Hamnér K., Weih M., Eriksson J., Kirchmann H. Influence of nitrogen supply on macro- and micronutrient accumulation during growth of winter wheat. *Field crops research*. 2017. Vol. 213. P. 118–129.
20. Mester T. N., Pepó P. Evaluation of the use of leaf fertilizers and growth regulators in winter wheat: A review. *Acta Agraria Debreceniensis*. 2025. Vol. 2. P. 77–82.
21. Zain M., Khan I., Qadri R. W. K., Ashraf U., Hussain S., Minhas S., ... Bashir M. Foliar application of micronutrients enhances wheat growth, yield and related attributes. *American Journal of Plant Sciences*. 2015. Vol. 6, No. 7. P. 864.
22. Szczepaniak W., Nowicki B., Belka D., Kazimierowicz A., Kulwicki M., Grzebisz W. Effect of foliar application of micronutrients and fungicides on the nitrogen use efficiency in winter wheat. *Agronomy*. 2022. Vol. 12, No. 2. P. 257.
23. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А. Методика польового дослідження : навчальний посібник. Одеса : Олді Плюс+, 2024. 448 с.
24. Методики випробування і застосування пестицидів / за ред. С. О. Трибеля. Київ : Світ, 2001. 448 с.

Дата першого надходження статті до видання: 16.03.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026

УДК 635.15:631.5

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.2.20>

РОЛЬ ГІДРОТЕРМІЧНИХ УМОВ У ФОРМУВАННІ ЛІНІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ НАСІННЯ СОРТІВ РЕДЬКИ ОЛІЙНОЇ

Цицюра Я.Г. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії,

Вінницький національний аграрний університет

orcid.org/0000-0002-9167-833X

У статті відмічено особливості формування морфометричних параметрів насіння з позиції сталості та мінливості у хрестоцвітних видів рослин та роль цього показника у забезпеченні рентабельного та доцільного насінництва культур. Наведено результати впливу на морфометрію насіння змінних гідротермічних режимів у період його формування та визначено частину невирішеної наукової проблеми для актуалізації цілей публікації у співставленні до загальної проблематики промислового насінництва поширених хрестоцвітних культур.

Наведено результати дослідження впливу гідротермічних умов на формування морфометричних параметрів насіння редьки олійної та їх варіабельність залежно від сорту і років вирощування. Встановлено, що за рівнем сприятливості погодних умов у період формування та наливу насіння роки досліджень ранжувались у такому порядку: 2018–2015–2017–2016–2013–2020–2021–2022–2024–2019–2023–2014.

Середні значення довжини насіння варіювали в межах 3,278–4,058 мм, ширини – 2,487–3,209 мм, товщини – 1,856–2,629 мм. Найвищі морфометричні показники встановлено у сорту Сабіна (довжина – 4,058 мм, ширина – 3,209 мм, товщина – 2,629 мм). Коефіцієнт варіації для довжини становив 16,5–18,9%, ширини – 15,3–17,3%, товщини – 17,1–20,7%, що свідчить про середній і підвищений рівень мінливості ознак.

Виявлено тісні позитивні кореляційні зв'язки між лінійними параметрами насіння: між довжиною і шириною ($r = 0,90$), довжиною і товщиною ($r = 0,87$), шириною і товщиною ($r = 0,87$). Встановлено регресійні залежності: $W = 0,802 \cdot L - 0,039$; $T = 0,732 \cdot L - 0,386$; $T = 0,827 \cdot W - 0,113$.

Доведено, що гідротермічні умови істотно впливають на формування насіння, причому найбільший рівень детермінації встановлено для кількості опадів: для довжини – 52,85%, ширини – 43,30%, товщини – 59,91%. Показано, що ширина насіння є найменш чутливою ознакою до змін умов середовища, тоді як товщина характеризується найбільшою варіабельністю. Отримані результати підтверджують високу залежність морфологічного розвитку насіння редьки олійної від гідротермічних факторів та можуть бути використані у селекції та вдосконаленні технологій вирощування культури.

Ключові слова: морфометричні параметри насіння, довжина, ширина, товщина, варіабельність насіння, кореляція, гідротермічні умови.

Tsytsiura Ya.G. The role of hydrothermal conditions in the formation of linear parameters of oilseed radish variety seeds

The article highlights the specific features of the formation of seed morphometric parameters from the perspective of stability and variability in cruciferous plant species, as well as the role of this indicator in ensuring economically viable and efficient seed production of crops. The results of the influence of variable hydrothermal conditions during the seed formation period on seed morphometry are presented, and a portion of the unresolved scientific problem is identified in order to refine the objectives of the publication in relation to the broader issues of industrial seed production of widely cultivated cruciferous crops.

The article presents the results of a study on the influence of hydrothermal conditions on the formation of morphometric parameters of oilseed radish seeds and their variability depending



© Цицюра Я.Г., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

on cultivar and years of cultivation. It was established that, according to the favorability of weather conditions during the period of seed formation and filling, the years of study are ranked as follows: 2018–2015–2017–2016–2013–2020–2021–2022–2024–2019–2023–2014.

The average seed length varied within 3.278–4.058 mm, width – 2.487–3.209 mm, and thickness – 1.856–2.629 mm. The highest morphometric values were recorded for the cultivar Sabina (length – 4.058 mm, width – 3.209 mm, thickness – 2.629 mm). The coefficient of variation for length was 16.5–18.9%, width – 15.3–17.3%, and thickness – 17.1–20.7%, indicating a moderate to increased level of variability.

Strong positive correlations between seed linear parameters were identified: between length and width ($r = 0.90$), length and thickness ($r = 0.87$), and width and thickness ($r = 0.87$). Regression relationships were established: $W = 0.802 \cdot L - 0.039$; $T = 0.732 \cdot L - 0.386$; $T = 0.827 \cdot W - 0.113$. It was proven that hydrothermal conditions significantly affect seed formation, with the highest level of determination observed for precipitation: 52.85% for length, 43.30% for width, and 59.91% for thickness. It was shown that seed width is the least sensitive trait to environmental changes, while thickness is characterized by the highest variability. The obtained results confirm the strong dependence of oilseed radish seed morphological development on hydrothermal factors and can be used in breeding and improvement of cultivation technologies.

Key words: morphometric parameters of seeds, length, width, thickness, variability of seeds, correlation, hydrothermal conditions.

Постановка проблеми. Ефективне насінництво будь-якої сільськогосподарської культури ґрунтується на вивченні адаптивних механізмів формування насіння з позиції гідротермічних режимів території, рівня мінливості його морфометрії та хімічного складу [1, с. 110–111]. Важливим залишаються також питання властивостей насіння для планування комплексу операцій та добору відповідних машин для його сортування, калібрування та різних рівнів переробки [2, с. 322]. Врахування вказаних двох напрямків гарантує сталу насінницьку практику та рентабельне насінництво [3, с. 2–3].

Разом із тим, практика насінництва поширених хрестоцвітих видів рослин стикається з низкою обмежуючих факторів. До них віднесено: високу матрикальну мінливість плодів і насіння в межах суцвіття [4, с. 301–302], тривалий період цвітіння та формування насіння на різних рівнях галуження квітконоса чи суцвіття [5, с. 1162–1163], низька стійкість до осипання та відповідно високі втрати насіння (характерно для певних видів хрестоцвітих [6, с. 2–3], дрібна морфометрія насіння, що створює проблеми у якості збиральних робіт та послідовних процесах первинної та вторинної обробки насінневого вороху [7, с. 1–3], низький допустимий інтервал рівня вологості насіння для збереження його технологічних та посівних якостей, зумовлений швидкими темпами зігрівання насіння за його підвищеної вологості та спряженим гідролізом рослинних олій [8, с. 3]. Визначені чинники істотно обмежують ефективність та технологічність ведення насінництва хрестоцвітих видів рослин та зумовлюють необхідність у застосуванні додаткових агротехнологічних заходів таких як десикація, застосування регуляторів росту для гармонізації цвітіння, проведення процесів технологічної обробки насіння у єдиному циклі збиральних робіт, застосування спеціальних додаткових модулів до класичної збиральної техніки тощо [9, с. 2; 10, с. 3].

Не дивлячись на важливість саме насінництва редьки олійної у силу відмічених напрямків її використання, дані по морфологічних та фізичних параметрах насіння редьки олійної фактично відсутні у науковій літературі. Це підкреслює актуальність проведених досліджень та оцінок з позиції оптимізації технології насінництва хрестоцвітих видів рослин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Формування морфологічних параметрів насіння хрестоцвітих культур (родина Brassicaceae) є складним біологічним

процесом, що значною мірою залежить від гідротермічних умов у період генеративного розвитку рослин [11, с. 1805–1806]. Температура та вологозабезпечення виступають ключовими абіотичними факторами, які визначають процеси ембріогенезу, накопичення запасних речовин та морфогенезу насіння [12, с. 11–13].

Згідно з сучасними дослідженнями, у фазі формування та наливу насіння рослини є особливо чутливими до забезпечення теплом і вологою. Недостатнє або надлишкове зволоження, а також температурні коливання призводять до формування морфологічно неоднорідного насіння, що негативно впливає на його посівні якості та продуктивність майбутніх рослин [13, с. 441–442]. Для хрестоцвітих культур характерна висока варіабельність розмірів, маси та структури насіння, яка значною мірою обумовлена саме умовами вирощування.

Важливу роль у дослідженні впливу гідротермічних факторів відіграють моделі гідротермічного часу, які дозволяють оцінити взаємодію температури та водного потенціалу середовища [14, с. 843]. Встановлено, що температура та водний режим є визначальними факторами, які регулюють швидкість проростання, енергію проростання та морфологічні характеристики насіння. Оптимальні значення цих параметрів забезпечують формування повноцінного зародка та насінної оболонки, тоді як стресові умови призводять до порушення розвитку [15, с. 18–19].

Особливу увагу у сучасних дослідженнях приділяють впливу високих температур на формування насіння хрестоцвітих. Встановлено, що підвищення температури в період розвитку насіння призводить до прискорення ембріогенезу, однак супроводжується дефектами розвитку зародка, зниженням маси насіння та погіршенням його якості. Крім того, високі температури можуть знижувати вміст запасних речовин і змінювати морфологічну структуру насіння [16, с. 3–5].

Гідротермічні умови також впливають на анатомічну будову насіння. Сучасні методи, зокрема рентгенівська мікроскопія, дозволяють детально досліджувати внутрішню структуру насіння (зародок, сім'ядолі, насінну оболонку) та встановлювати залежність між умовами вирощування і морфологічними параметрами. Виявлено, що зміни у водному режимі можуть впливати на товщину оболонки, щільність тканин і об'єм насіння [17, с. 8–11].

Окрім температури, важливим фактором є водозабезпечення. Дефіцит вологи в період формування насіння призводить до зменшення його розмірів, маси та життєздатності. Водночас надлишкова вологість може спричинити порушення дозрівання та підвищувати ризик пошкодження насіння. Насіння хрестоцвітих культур має тонку гігроскопічну оболонку, яка легко реагує на зміну вологості, що впливає на його морфологічні та фізіологічні властивості [18, с. 7–8].

Сучасні дослідження також підкреслюють роль взаємодії генотипу та умов середовища у формуванні морфологічних характеристик насіння. Навіть за однакових умов вирощування різні генотипи можуть формувати насіння з різними морфометричними параметрами, що свідчить про складну природу цього процесу [19, с. 5–6; 20, с. 3–4].

Таким чином, аналіз наукових джерел свідчить, що гідротермічні умови є одним із ключових факторів, які визначають морфологічні параметри насіння хрестоцвітих культур. Вони впливають на розміри, масу, анатомічну структуру та якість насіння, а також на його посівні властивості. Оптимізація температурного та водного режимів у період формування насіння є важливим напрямом підвищення якості насіннєвого матеріалу та ефективності вирощування культур родини Brassicaceae.

Метою дослідження було дослідження питань морфометрії та фізичних властивостей насіння редьки олійної з метою гарантування ефективного

насінництва культури та удосконалення процесу технологічної переробки насіння на промисловій основі.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження питань поставлених на вивчення проводили впродовж 2013–2024 рр. на дослідному полі Вінницького національного аграрного університету (N 49°11'31", E 28°22'16") на сірих лісових ґрунтах. Середній агрохімічний потенціал дослідного поля у межах ротації дослідів за вказаний період оцінок: вміст гумусу 2,75% легкогідролізованого азоту 77,8 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору 169,5 мг/кг ґрунту, обмінного калію 105,4 мг/кг ґрунту, рН_{KCl} 5,7.

Зразки насіння відбирались щороку у чотирьохразовій повторності з посівів 10 сортів редьки олійної одного строку сівби (8–12 квітня) за норми висіву 1.5 млн. шт./га схожих насінин при ширині міжрядь 30 см на фоні передпосівного удобрення N₆₀P₆₀K₆₀.

Сорти редьки олійної мали різне еколого-географічне походження та різний характер адаптивності до умов зони досліджень [21, с. 194–195] (Табл. 1) що дозволило оцінити характер внутрішньосортової мінливості основних морфологічних параметрів насіння.

Таблиця 1

Сортовий склад редьки олійної з оцінкою географічного походження за середньобагаторічним гідротермічним режимом території та адаптивністю за показником селекційної цінності (S_v)

Сорт	Параметри гідротермічних режимів зони селекції сорту за вегетаційний період		Селекційна цінність (S_v) за урожайністю насіння (оцінка за період 2015–2020 (відповідно до [21, с. 194–196]))
	Амплітуда температур, °C	ГТК	
Ніка	+6...+32	0.890...2.115	10.53
Сабіна	+6...+32	0.830...1.892	10.10
Сніжана	+8...+30	1.120...2.230	10.49
Тамбовчанка	+8...+25	1.230...2.370	9.38
Альфа	+5...+22	0.975...1.150	6.81
Ольга	+5...+18	0.890...2.410	8.96
Журавка	+5...+35	1.050...2.870	12.46
Райдуга	+5...+35	0.590...1.480	10.32
Либідь	+5...+35	0.590...1.480	8.32
Рамонта	+5...+26	0.968...1.835	12.72

Для досліджень використано насіння зібране на фазу коричневого стручка (ВВСН 87–88 [22, с. 14–18]) за рівня вологості насіння для умов сухого стандартного зберігання для олійних хрестоцвітих культур (9.5%).

Показник селекційної цінності (S_v) розраховували відповідно до рекомендацій [23, с. 68; 24, с. 4–5] застосовувши рівняння (1):

$$S_v = \bar{Y}_i \frac{\bar{Y}_{i(\min)}}{\bar{Y}_{i(\max)}} \quad (1)$$

де $\bar{Y}_i$ – середня урожайність за період оцінок для даного генотипу, $\bar{Y}_i(\min)$, $\bar{Y}_i(\max)$ – відповідно мінімальна та максимальна облікована урожайність для даного генотипу за період оцінок.

Облік параметрів насіння (довжина (L, мм) та ширина (W, мм) проводили у середовищі програми Digimizer image analysis software (v 4.2) (MedCalc software Ltd., Бельгія). Для визначення лінійних розмірів насіння відбиралось 15 г насіння (обсяг, що відповідав прогнозованій кількості за m1000 не менше 500 насінин для кожного повторення) з формуванням масиву генеральної вибірки на рівні 2000 насінин щороку (відповідно до [25, с. 36–38]). Обсяг рівномірно розподілявся по скануючій поверхні із застосуванням сканера CanoScan LIDE 700F з відповідним йому програмним забезпеченням. Товщину (T, мм) насіння визначали із застосуванням цифрового товщиноміра Mitutoyo 547-401 (Японія).

Рівень мінливості морфологічних ознак та згрупованих показників велась за шкалою варіювання відповідно до значення коефіцієнта варіації (C_v) [26, с. 181]: дуже низький ($C_v < 7\%$); низький ($C_v = 8\text{--}12\%$); середній ($C_v = 13\text{--}20\%$); підвищений ($C_v = 21\text{--}30\%$); високий ($C_v = 31\text{--}40\%$); дуже високий ($C_v > 40\%$).

Статистична оцінка результатів досліджень була проведена за використання спектру загальноприйнятих статистичних методів дисперсійного та кореляційних методів аналізу з використанням пакету статистичної програми Statistica 10.0 [27, с. 56–95].

Ступінь інтегрального зв'язку з основними показниками базових факторів системи дослідження оцінювали за значенням коефіцієнта детермінації зв'язку (d_{xy}) (рівняння 2):

$$d_{yx} = r_{ij}^2 \times 100, \quad (2)$$

де r_{ij} – коефіцієнт кореляції між i -м та j -м показником.

За період від початку цвітіння до коричневої стиглості стручка було застосовано такі показники гідротермічних умов як: середньодобова температура ($^{\circ}\text{C}$), опади (мм), гідротермічний коефіцієнт (ГТК) (рівняння 3), (Рис. 1, Табл. 1).

$$ГТК = \frac{\sum R}{0.1 \times \sum t_{>10}} \quad (3)$$

де: $\sum R$ – сумарна кількість опадів (мм) за період із середньодобовою температурою повітря вище 10°C ; $\sum t_{>10}$ – сума ефективних температур за той самий період. За значенням ГТК (гідротермічного коефіцієнта) умови зволоження класифікують так: понад 1,6 – надмірно вологі; 1,3–1,6 – вологі; 1,0–1,3 – помірно посушливі; 0,7–1,0 – посушливі; 0,4–0,7 – дуже посушливі.

Виклад основного матеріалу дослідження. Беручи до уваги результати тривалих досліджень з оцінки сприятливості гідротермічних параметрів для оптимальних ростових процесів рослин редьки олійної та формування врожаю листостеблової маси та насіння [28, с. 220–222] зростання загальної сприятливості погодних умов у період формування та наливу насіння редьки олійної у напрямку зниження кліматичних ризиків було розміщено у такому ранжованому порядку років періоду досліджень: 2018–2015–2017–2016–2013–2020–2021–2022–2024–2019–2023–2014.

Узагальнені параметри морфометрії типового насіння редьки олійної представлено на рис. 2.

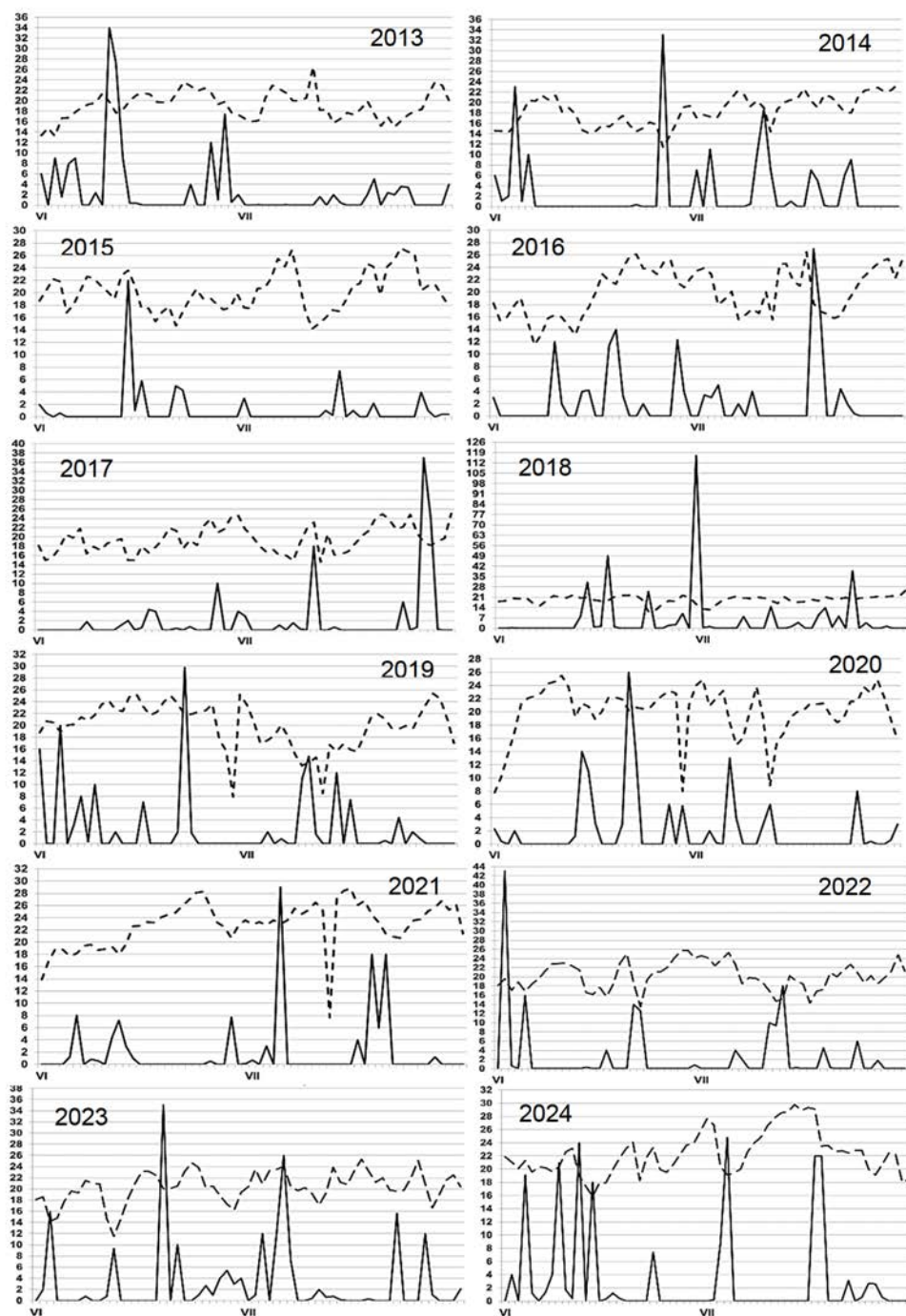


Рис. 1. Щодобова динаміка гідротермічних умов за період цвітіння-формування насіння (BBCH 57–87) у рядьки олійної, 2013–2024 рр.

Таблиця 2

**Середньомісячні показники гідротермічного режиму періоду
від початку цвітіння (ВВСН 57) до повної стиглості насіння (ВВСН 87)
у редьки олійної, 2013–2024**

Роки Місяці	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
ГТК												
VI	1,484	1,527	0,714	1,239	0,503	4,295	1,555	1,473	0,530	1,737	1,499	1,661
VII	0,851	1,324	0,316	1,070	1,503	1,736	0,998	0,648	1,077	0,909	1,364	1,190
Сума опадів, мм												
VI	91,3	76,5	41,3	72,2	28,9	248,1	100,2	88,9	34,5	104,5	90,0	104,0
VII	53,0	82,5	20,7	68,1	92,0	106,3	57,4	40,2	79,9	56,9	90,3	87,5
Середньодобова температура, °С												
VI	20,5	16,7	19,3	19,4	19,2	19,3	21,5	20,1	21,7	20,1	20,0	20,9
VII	20,0	20,1	21,1	20,5	19,8	19,8	18,5	20,0	23,9	20,2	21,4	23,7



Рис. 2. Особливості загальної морфометрії насінини редьки олійної, 2013–2024 рр.

На рис. 2 помітні сім'ядольні виступи, підсім'ядольне коліно на нижній частині насінини та зародковий корінець) на верхній частині насінини. Відповідно до цього сама насінини розділена на дві симетричних сім'ядольних долі розділених неглибокою западиною елементів гіпокотила та колеоризи. Вираженість цих елементів найбільш помітна на насінні середньої зони стручка, а найменш помітна на насінні з верхніх зон стручка та верхніх зон генеративної частини рослини.

Аналіз отриманого масиву даних свідчить про наявність істотної міжсорткової мінливості морфометричних параметрів насіння, зокрема довжини, ширини та товщини, а також рівня їх варіабельності (табл. 3).

Таблиця 3

Варіювання основних морфометричних параметрів насіння сортів редьки олійної, на підставі зведеного масиву даних за 2013–2024 рр.

Показники	Сорти									
	Ніка	Сабіна	Сніжана	Тамбов-чанка	Альфа	Ольга	Журавка	Райдуга	Либідь	Рамонга
Довжина (L), мм (середня)	3,489 ^b	4,058 ^a	3,602 ^b	3,819 ^a	3,305 ^d	3,278 ^d	3,459 ^c	3,307	3,289 ^d	3,596 ^c
Max,	3,892	4,659	4,189	4,568	3,844	3,879	4,345	4,211	4,101	4,269
Min,	2,841	3,09	2,758	2,918	2,096	2,215	2,602	2,657	2,512	2,714
C _v , %*	18,678	16,513	17,835	17,398	17,921	18,116	18,883	18,428	18,895	18,274
Ширина (W), мм (середня)	2,639 ^d	3,209 ^a	2,744 ^d	3,055 ^b	2,487 ^b	2,526 ^b	2,803 ^b	2,741	2,687 ^d	2,961 ^b
Max,	3,619	3,967	3,712	3,842	3,309	3,457	3,830	3,742	3,621	3,975
Min,	2,208	2,236	2,069	2,117	1,968	1,874	1,989	2,055	1,874	2,111
C _v , %*	15,503	15,397	15,969	15,865	15,809	15,766	16,881	16,864	17,267	16,785
Товщина (T), мм (середня)	2,291 ^d	2,629 ^a	2,203 ^d	2,305 ^c	1,932 ^b	1,856 ^b	2,100 ^d	2,198	2,096 ^d	2,303 ^c
Max,	3,218	3,811	3,307	3,697	2,897	3,050	3,495	3,364	3,257	3,745
Min,	1,809	2,059	1,687	2,109	1,456	1,289	1,542	1,678	1,559	1,699
C _v , %*	18,555	17,151	20,032	17,722	20,455	20,183	20,333	20,601	20,687	19,944

Примітка: рівні значущості порівняно з національним стандартним сортом «Райдуга»: a – 0,1%; b – 1%; c – 5%; d – різниця неістотна. * – варіювання у межах загального масиву проаналізованих показників за період 2013–2024 рр.

Середні значення довжини насіння варіювали в межах 3,278–4,058 мм. Максимальний показник встановлено у сорту Сабіна (4,058 мм), що достовірно перевищує більшість інших сортів. До групи з високими значеннями також належать сорти Тамбовчанка (3,819 мм) та Сніжана (3,602 мм). Найменші значення зафіксовано у сортів Ольга (3,278 мм), Либідь (3,289 мм) та Альфа (3,305 мм).

Розмах варіювання (Max–Min) свідчить про значну індивідуальну мінливість ознаки в межах сортів. Коефіцієнт варіації (Cv) перебував у межах 16,5–18,9%, що характеризує середній рівень мінливості та свідчить про достатню стабільність прояву ознаки.

Середні значення ширини насіння змінювалися від 2,487 до 3,209 мм. Найбільшу ширину насіння встановлено у сорту Сабіна (3,209 мм), який достовірно перевищував інші варіанти. Високі значення також характерні для сортів Тамбовчанка (3,055 мм) та Рамонта (2,961 мм).

Найменші показники відмічено у сортів Альфа (2,487 мм) та Ольга (2,526 мм), що вказує на формування більш дрібного насіння за цим параметром.

Коефіцієнт варіації становив 15,3–17,3%, що є дещо нижчим порівняно з довжиною і свідчить про більш стабільний прояв цієї ознаки.

Товщина насіння варіювала в межах 1,856–2,629 мм. Максимальне значення встановлено у сорту Сабіна (2,629 мм), що підтверджує його лідерство за всіма досліджуваними морфометричними показниками. До групи з відносно високими значеннями також належать сорти Рамонта (2,303 мм) та Тамбовчанка (2,305 мм).

Найменшу товщину насіння сформували сорти Ольга (1,856 мм) та Альфа (1,932 мм), що узгоджується з їх нижчими показниками довжини та ширини.

Варіабельність ознаки була найвищою серед досліджуваних параметрів: коефіцієнт варіації становив 17,1–20,7%, що свідчить про значну чутливість товщини насіння до умов формування.

Узагальнюючи результати, слід зазначити, що сорт Сабіна характеризується найбільшими розмірами насіння за всіма досліджуваними показниками (довжина, ширина, товщина), що може свідчити про його високий потенціал формування повноцінного насіннєвого матеріалу.

Сорти Тамбовчанка та Рамонта також демонструють відносно високі морфометричні показники і можуть бути віднесені до групи середньо-крупнонасінних форм.

Натомість сорти Альфа, Ольга та Либідь характеризуються меншими розмірами насіння, що може впливати на їх посівні якості та енергію проростання.

Встановлено, що ширина насіння є більш стабільною ознакою, тоді як товщина характеризується найбільшою варіабельністю. Це свідчить про різний ступінь генетичної та екологічної обумовленості окремих морфометричних параметрів. Відповідно до аналогічних вивчень сталості складових лінійного розміру насіння у хрестоцвітих видів [7, с. 2–3; 9, с. 7–9; 15, с. 19–20; 19, с. 5–7] результати проведених досліджень для редьки олійної засвідчили вищі показники варіювання у співставленні до таких культур як ріпак озимий і ярий та гірчиця біла. З огляду на висновки [4, с. 302–305; 30, с. 5–6] це вказує по-перше на вищий рівень матричної мінливості насіння сортів редьки олійної, а по-друге підтверджує вищу залежність морфологічного розвитку насіння цієї культури від гідротермічних параметрів у період формування та наливу зерна.

Проведений кореляційний аналіз показав наявність тісних позитивних зв'язків між усіма морфометричними параметрами насіння. Найбільш сильний зв'язок встановлено між довжиною та шириною насіння ($r = 0,90$), що свідчить про їх узгоджене формування. Високі коефіцієнти кореляції також відмічені між довжиною і товщиною ($r = 0,87$) та шириною і товщиною ($r = 0,87$). Встановлені залежності засвідчують високий рівень параметральних взаємозв'язків між базовими лінійними параметрами насіння у редьки олійної у середньому на 15–23% вищі за показником відносного співставлення аналогічних показників коефіцієнту кореляції для ряду хрестоцвітих видів рослин відповідно до проведених попередніх їх оцінок [3, с. 5–7; 7, с. 8–9; 8, с. 7; 14, с. 843–845; 19, с. 8–9]. Такі результати додатково вказують на вищому рівні тісноти взаємовпливу у формуванні основних лінійних параметрів та високу чутливість до зміни одного із них при

модифікаційній мінливості інших двох. Це підтверджує комплексний характер формування морфологічних ознак насіння у сортів редьки олійної та їх спільну залежність від генетичних і екологічних факторів. Дані узагальнення позитивно співвідносяться із розрахованою системою рівнянь залежностей:

- ширини від довжини (W від L): $W=0,802 \cdot L-0,039$;
- товщини від довжини (T від L): $T=0,732 \cdot L-0,386$;
- товщини від ширини (T від W): $T=0,827 \cdot W-0,113$.

Залежність лінійних параметрів насіння редьки олійної від гідротермічних умов в період його формування підтверджується також результатами оцінки розмаху і варіювання морфопараметрів у розрізі років оцінки для загального масиву даних. До прикладу по параметру товщини насіння у сорту Журавка даний показник мав істотні відмінності як по середньому значенню, так і по рівню варіювання (рис. 3).

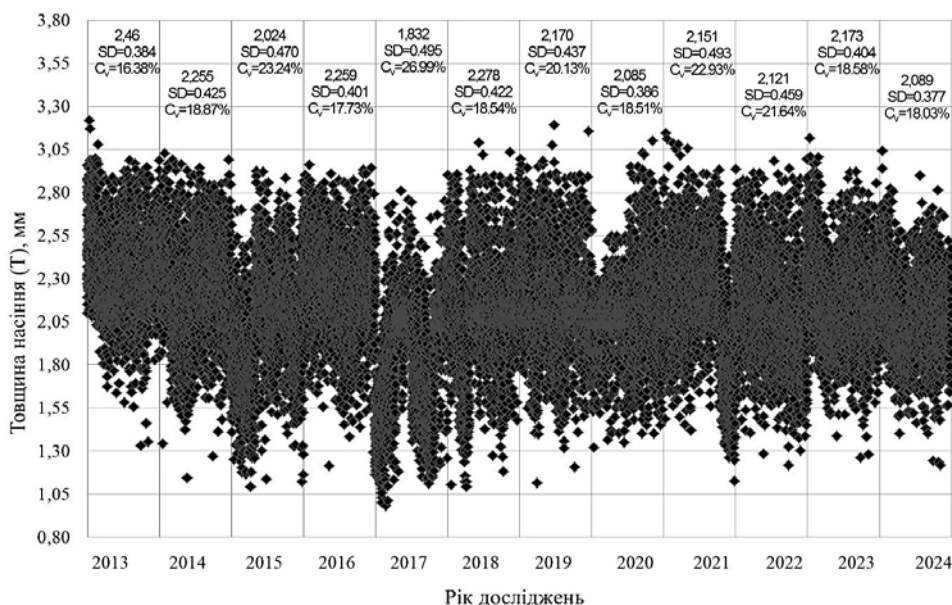


Рис. 3. Масив розмаху значень параметру товщини насіння у розрізі років досліджень в сорту Журавка, 2013–2024 рр. (для річного масиву кількості насіння $N = 2000$ шт. у групі)

Відповідно до представлених даних міжрічний рівень варіювання показника товщини насіння склав значення 23,85%, що відповідає підвищеному його рівню. При цьому річна амплітуда розмаху показника мали річну виражену специфічність за коефіцієнтом варіації від 17,73% для умов 2016 року та 26,99% для умов 2017 року. При цьому також встановлено, що нижня межа варіювання мала вищу амплітуду, ніж верхня межа з коефіцієнтом співвідношення у значенні 1,37. Такий характер, з огляду на ряд оцінок [7, с. 8; 12, с. 20–21; 15, с. 21; 29, с. 16–19] вказує на зростання частки насіння дрібних лінійних розмірів за зниження загальної оптимальності гідротермічних параметрів фенологічного періоду формування та наливу насіння редьки олійної.

Вище зроблені висновки позитивно співвідносяться з отриманими результатами дитермінаційним виразом кореляційного аналізу у співставленні основних погодних параметрів та облікованих показників морфометрії насіння у єдиному масиві даних для вивчаємих сортів редьки олійної (рис. 4).

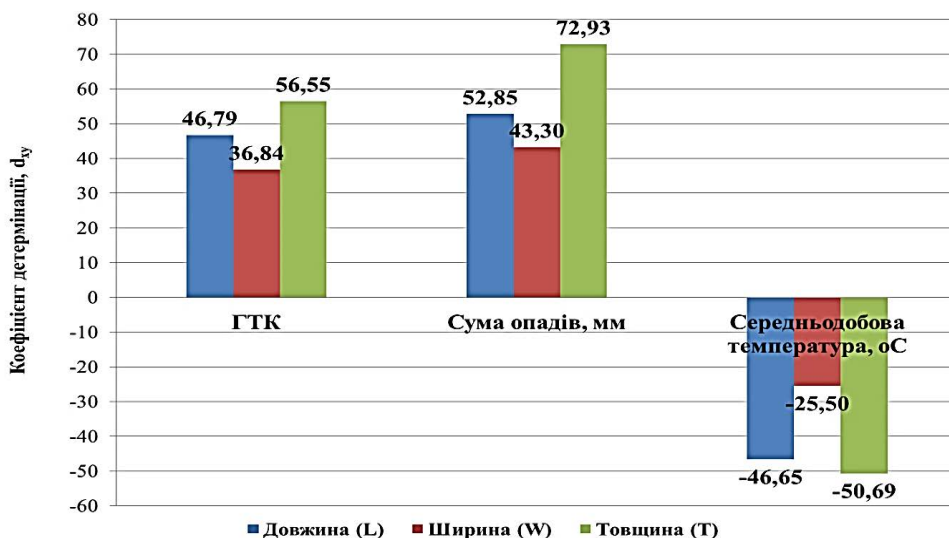


Рис. 4. Коефіцієнт детермінації залежності лінійних параметрів насіння редьки олійної від гідротермічних параметрів періоду його формування і наливу у єдиному масиві даних (комбінація сорти $\times$ роки $\times$ повторення при $N=480$)

За результатами проведеної оцінки рівень впливу гідротермічних умов за період формування насіння у редьки олійної був істотно відмінним для різних облікованих морфологічних параметрів. Тісноту впливу було розміщено у такому порядку зростання за об'єктом результуючого формування ознаки ширина (W) – довжина (L) – товщина (T).

Сам характер впливу мав прямоформуючий характер для параметрів ГТК та суми опадів та обернено формуючий для показника середньодобової температури за період формування і наливу насіння.

Вказані гідротермічні показники періоду мали різну силу впливу за показником коефіцієнту детермінації кореляційного зв'язку (d_{xy}) проте максимальний вплив було відмічено за показником кількості опадів. Для показника довжини насінини 52,85%, ширини насінини 43,30% та товщини насінини 59,91%. Найменша чутливість для редьки олійної по відношенню до гідротермічних умов періоду формування і наливу насіння відмічена для показника ширини насіння у відносному співставленні з коефіцієнтом 0,72 до параметру довжини насінини та 0,63 до параметру товщини насінини.

Висновки і перспективи подальших досліджень. У результаті проведеного дослідження встановлено істотний вплив гідротермічних умов на формування морфометричних параметрів насіння редьки олійної та їх варіабельність. Виявлено значну міжсорткову диференціацію за довжиною, шириною і товщиною насіння, при цьому сорт Сабіна характеризується стабільним лідерством за всіма

досліджуваними показниками, тоді як сорти Альфа, Ольга та Либідь формують дрібніше насіння.

Доведено, що ширина насіння є відносно стабільною ознакою, тоді як товщина відзначається найбільшою чутливістю до умов середовища. Встановлено тісні позитивні кореляційні зв'язки між усіма лінійними параметрами насіння, що свідчить про їх узгоджене формування та комплексну генетично-екологічну обумовленість.

Підтверджено визначальну роль гідротермічних факторів, зокрема прямоформуючого характеру впливу з кількістю опадів (при коефіцієнті детермінації $d_{xy}=52,02\%$) і оберненоформуючого характеру з рівнем середньодобової температури ($d_{xy}=-40,95\%$), у процесах формування насіння, де найбільший вплив спостерігається на показник товщини. Отримані результати свідчать про високу чутливість культури до змін погодних умов та можуть бути використані для обґрунтування селекційних підходів і оптимізації технологій вирощування редьки олійної в умовах кліматичної мінливості.

Подальші наукові дослідження доцільно спрямувати на поглиблене вивчення механізмів формування морфометричних параметрів насіння редьки олійної з урахуванням взаємодії генетичних особливостей сортів і змінних гідротермічних умов. Перспективним є розширення спектра досліджуваних генотипів із метою виявлення джерел стабільності та адаптивності до кліматичних коливань. Важливим напрямом є деталізація впливу окремих погодних чинників (температурних стресів, нерівномірності опадів, екстремальних явищ) на формування як морфометричних показників, так і посівних якостей насіння. Доцільним також є застосування сучасних методів математичного моделювання та прогнозування для оцінки змін продуктивності та якості насіннєвого матеріалу в умовах кліматичних змін. Окрему увагу слід приділити дослідженню фізіолого-біохімічних процесів формування насіння, а також встановленню зв'язку між морфометричними параметрами та показниками схожості, енергії проростання і врожайності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Kumar S., Sripathy K.V., Udaya Bhaskar K., Vinesh B. Principles of Quality Seed Production. In: Dadlani, M., Yadava, D.K. (eds) Seed Science and Technology. Springer, Singapore. 2023. P. 109–131 https://doi.org/10.1007/978-981-19-5888-5_6
2. Baalbaki R Editorial. *Seed Science Technology*. 2021. Vol. 49. № 3. P. 321–330. <https://doi.org/10.15258/sst.2021.49.3.11>
3. Hampton J. G., Conner A. J., Boelt B., Chastain T. G., Rolston P. Climate Change: Seed Production and Options for Adaptation. 2016. *Agriculture*. Vol. 6. № 3. 33. <https://doi.org/10.3390/agriculture6030033>
4. Tsytsiura Y.H. Matrix quality variability of oilseed radish (*Raphanus sativus* L. var. *oleiformis* Pers.) and features of its formation in technologically different construction of its agrophytocenosis. *Agronomy Research*. 2021. Vol. 19. № 1. P. 300–326 <https://doi.org/10.15159/ar.21.003>
5. Tsytsiura Y.H. Evaluation of the efficiency of oil radish agrophytocenosis construction by the factor of reproductive effort. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2019. Vol. 25. № 6. P. 1161–1174.
6. Liu L., Javed H.H., Hu Y., Luo Y.Q., Peng X., Wu Y.C. Research progress and mitigation strategies for pod shattering resistance in rapeseed. *PeerJ*. 2024. Vol. 12, e18105. <https://doi.org/10.7717/peerj.18105>
7. Wiwart M., Kurasiak-Popowska D., Suchowilska E., Wachowska U., StuperSzablewska K. Variation in the morphometric parameters of seeds of spring and

- winter genotypes of *Camelina sativa* (L.) Crantz. *Industrial Crops Production*. 2019. Vol. 139. 111571. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111571>
8. Jannat A., Ishikawa-Ishiwata Y., Furuya J. 2022. Does Climate Change Affect Rapeseed Production in Exporting and Importing Countries? Evidence from Market Dynamics Syntheses. *Sustainability*. 2022. Vol. 14. № 10. 6051. <https://doi.org/10.3390/su14106051>
9. Raboanatahiry N., Li H., Yu L., Li M. Rapeseed (*Brassica napus*): Processing, Utilization, and Genetic Improvement. *Agronomy*. 2021. Vol. 11. № 9. 1776. <https://doi.org/10.3390/agronomy11091776>
10. Sokólski M., Załuski D., Szatkowski A., Jankowski K.J. Winter Oilseed Rape: Agronomic Management in Different Tillage Systems and Seed Quality. *Agronomy*. 2023. Vol. 13. № 2. 524. <https://doi.org/10.3390/agronomy13020524>
11. Rajasekhar M., Edukondalu L., Smith D.D., Veeraprasad G. Effect of Hydrothermal Treatment on Milling Characteristics of Finger Millet. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2018. Vol. 7. № 10. P. 1804–1811. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.710.206>
12. Sander H. van Delden On seed physiology, biomechanics and plant phenology in *Eragrostis tef*. Thesis PhD. Wageningen University, Wageningen, the Netherlands. 2011. 186 p.
13. Fernández-Pascual E., Mattana E., Pritchard H.W. Seeds of future past: climate change and the thermal memory of plant reproductive traits. *Biological Reviews*. 2019. Vol. 94. P. 439–456. <https://doi.org/10.1111/brv.12461>
14. Tsytsiura Y. 2022. The influence of agroecological and agrotechnological factors on the generative development of oilseed radish (*Raphanus sativus* var. *oleifera* Metzg.). *Agronomy Research*. Vol. 20. № 4. P. 842–880. <https://doi.org/10.15159/ar.22.035>
15. Prakhova T.Y., Prakhov V.A., Brazhnikov V.N., Brazhnikova O.F. Oil seed crops-biodiversity, value and productivity. *Journal of Farming*. 2019. Vol. 3. P. 18–23.
16. Final Report Summary – ECOSEED. Impacts of Environmental Conditions on Seed Quality. URL: <https://cordis.europa.eu/project/id/311840/reporting/es> (дата звернення 27.04.2026).
17. Vinogradova A. Possibilities of Oil Radish Cultivation. Thesis. Degree Programme in Natural Recourses, Agriculture and Rural Enterprises. Seinäjoki University of Applied Sciences. 2024. 52 p.
18. Zhou Y., Shang W., Hui Y., Shi C., Gao J., Zhang Y., Liu J., Cheng, D., Zhu K. Construction of an Accurate Wheat-Grain Model Based on X-ray Tomography and Bonding Parameters by Discrete Element. *Applied Sciences*. 2023. Vol. 13. 9265. <https://doi.org/10.3390/app13169265>
19. Manzoor A., Bashir M.A., Naveed M.S., Cheema K.L., Cardarelli M. Role of Different Abiotic Factors in Inducing Pre-Harvest Physiological Disorders in Radish (*Raphanus sativus*). *Plants*. 2021. Vol. 10. № 10. 2003. <https://doi.org/10.3390/plants10102003>
20. Zhu F., Paul P., Hussain W., Wallman K., Dhatt B.K., Sandhu J., Irvin L., Morota G., Yu H., Walia H. SeedExtractor: An Open-Source GUI for Seed Image Analysis. *Frontiers in Plant Science*. 2021. Vol. 11. 581546. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.581546>
21. Tsytsiura Y. Assessment of the relation between the adaptive potential of oilseed radish varieties (*Raphanus sativus* L. var. *oleiformis* Pers.) and chlorophyll fluorescence induction parameters. *Agronomy Research*. 2023. Vol. 20. № 1. P. 193–221. <https://doi.org/10.15159/ar.23.001>
22. Test Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability of Fodder Radish (*Raphanus sativus* L. var. *oleiformis* Pers.). 2017. TG/178/3, UPOV, Geneva. 19 p.
23. Kaletnik G., Kulyk M., Pryshliak N., D'omin D., Rozhko I. Adaptive properties of plants and yield of energy crops under different growing conditions: A case study

from Ukraine. *Journal of Ecological Engineering*. 2025 Vol. 26. № 7. 67–76. <https://doi.org/10.12911/22998993/203134>

24. De Jong G. 1994. The Fitness of Fitness Concepts and the Description of Natural Selection. *The Quarterly Review of Biology*. Vol. 69. № 1. P. 3–29. <https://doi.org/10.1086/418431>

25. DSTU 4138-2002. Seeds of agricultural crops. Methods of quality determination. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. 2003. 173 p.

26. Pélabon C., Hilde C.H., Einum S., Gamelon M. On the use of the coefficient of variation to quantify and compare trait variation. *Evolution Letters*. 2020. Vol. 4. P. 180–188. <https://doi.org/10.1002/evl3.171>

27. Wong J. Handbook of statistical analysis and data mining applications. Cambridge, Academic Press. 2018. 589 p. <https://doi.org/10.1016/C2012-0-06451-4>

28. Tsytsiura Y.H. Modular-vitality and ideotypical approach in evaluating the efficiency of construction of oilseed radish agrophytocenoses (*Raphanus sativus* var. *oleifera* Pers.). *Agraarteadus*. 2020. Vol. 31. № 2. P. 219–243. <https://doi.org/10.1519/jas.20.27>

29. Shukla B.D., Srivastava P.K., Gupta R.K. Oilseeds processing technology. Central institute of agricultural engineering. Nabi Bagh, Berasia Road, BHOPAL-462 018, INDIA. 1992. 251 p.

30. Sabelli P.A., Larkins B.A. New insights into how seeds are made. *Frontiers in Plant Science*. 2015. Vol. 26. № 6. 196. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00196>

Дата першого надходження статті до видання: 30.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026

УДК 633.358:631.526.32:631.8

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.2.21>

ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ ВРОЖАЮ ТА НАСІННЄВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ГОРОХУ ЗА ПОШИРЕННЯ КОМПЛЕКСУ ШКІДЛИВИХ ОРГАНІЗМІВ

Юркевич Є.О. – д.с.-г.н., професор,
професор кафедри польових і овочевих культур,
Одеський державний аграрний університет
orcid.org/0000-0002-8868-5256

Дробіт О.С. – к.с.-г.н., ст. дослідник,
провідний науковий співробітник відділу первинного та елітного насінництва,
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України,
доцент кафедри польових і овочевих культур,
Одеський державний аграрний університет
orcid.org/0000-0002-3633-5828

Патик С.М. – к.с.-г.н.,
провідний науковий співробітник відділу первинного та елітного насінництва,
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0009-0003-8542-5971

Гайдаш О.Л. – к.с.-г.н., ст. дослідник,
завідувач лабораторії методів селекції та первинного насінництва,
Державна установа «Інститут зернових культур
Національної академії аграрних наук України»
orcid.org/0000-0001-6736-0367

У публікації висвітлено результати трирічних експериментальних досліджень за 2023–2025 рр. із вивчення реакції гороху посівного на зміну строків сівби та систем фунгіцидного захисту. Горох є високомаржинальною та стратегічно важливою культурою в сучасному землеробстві. Його цінність обумовлена не лише високим вмістом рослинного білка, а й здатністю поліпшувати родючість ґрунту завдяки азотфіксації. Рентабельність культивування даної бобової рослини в посушливих регіонах безпосередньо зумовлена впровадженням інтегрованих систем захисту. Висока продуктивність агрофітоценозів досягається завдяки синергічному поєднанню раціональних агротехнічних заходів, зокрема дотримання плодозмін та оптимальних термінів сівби, із застосуванням сучасних фунгіцидів. Такий підхід мінімізує інфекційний тиск на рослини, дозволяє раціоналізувати витрати на хімічні засоби та забезпечує стабільну врожайність в умовах кліматичної нестабільності. Розробка схем захисту, що базуються на моніторингу фенофази *Pisum sativum* L., дозволяє досягти значного біологічного ефекту при зниженні екологічного навантаження на довкілля.

Автором проаналізовано особливості формування структури врожаю та насіннєвої продуктивності культури під впливом зазначених факторів. Визначено оптимальні параметри поєднання агротехнічних та хімічних чинників, що забезпечують стабілізацію врожайності в екстремальних умовах півдня України. Результати досліджень підтверджують, що продуктивність гороху визначається поєднанням строків сівби та вибору фунгіцидів. Оптимальним періодом для висіву є третя декада березня, яка за ефективного



© Юркевич Є.О., Дробіт О.С., Патик С.М., Гайдаш О.Л., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

захисту забезпечує формування 6,34 бобів на рослині та рекордну масу тисячі насінин – 278,12 г. Використання фунгіцидів у всіх варіантах дало математично достовірний приріст урожайності. Найвищу ефективність виявила комбінація трифлуксистробін + протіоконазол (0,5 л/га), що дозволило отримати до 4,28 г насіння з однієї рослини. Друге місце за результативністю посіла схема з флутріафолам та карбендазімом, тоді як препарати на основі азоксистробіну продемонстрували нижчі показники виповненості зерна.

Ключові слова: горох, продуктивність, строки сівби, шкідливі організми, засоби захисту, ефективність дії.

Yurkevych Ye.O., Drobit O.S., Patyk S.M., Haidash O.L. Formation of yield structure and seed productivity of peas during the spread of a complex of harmful organisms

*The publication highlights the results of a three-year experimental study (2023–2025) on the response of field peas to variations in sowing dates and fungicidal protection systems. Pea is a high-margin and strategically significant crop in modern agriculture. Its value is driven not only by high plant protein content but also by its ability to improve soil fertility through nitrogen fixation. The profitability of cultivating this legume in arid regions is directly linked to the implementation of integrated protection systems. High productivity of agrophytocenoses is achieved through a synergistic combination of rational agrotechnical measures (specifically, crop rotation and optimal sowing dates) with the application of modern fungicides. Such an approach minimizes the infectious pressure on plants, rationalizes the costs of chemical agents, and ensures stable yields under climatic instability. Developing protection schemes based on monitoring the phenophases of *Pisum sativum* L. allows for a significant biological effect while reducing the environmental load.*

The author analyzed the formation of yield structure and seed productivity of the crop under the influence of these factors. Optimal parameters for combining agrotechnical and chemical factors were identified, ensuring yield stabilization in the extreme conditions of Southern Ukraine. The research results confirm that pea productivity is determined by the interaction between sowing dates and the choice of fungicides. The optimal sowing period is the third decade of March, which, with effective protection, ensures the formation of 6.34 pods per plant and a record 1,000-seed weight of 278.12 g. The use of fungicides in all variants provided a mathematically significant yield increase. The highest efficiency was demonstrated by the combination of trifloxystrobin + prothioconazole (0.5 L/ha), which allowed for a seed yield of up to 4.28 g per plant. The scheme featuring flutriafol and carbendazim ranked second in effectiveness, while azoxystrobin-based products demonstrated lower grain filling parameters.

Key words: peas, productivity, sowing dates, harmful organisms, protection products, effectiveness of action.

Актуальність теми дослідження. Основними структурними елементами врожаю гороху, що належить до зернобобових культур, є сукупність біометричних показників, які формують кінцеву продуктивність посіву. До них належать густота стояння рослин на одиницю площі, кількість бобів на одній рослині, озерненість бобів (кількість насінин у бобі) та загальна кількість насінин з однієї рослини. Важливу роль також відіграють якісні та вагові характеристики, зокрема маса насіння з однієї рослини, що відображає її індивідуальну продуктивність, та маса 1000 насінин, яка є ключовим індикатором виповненості зерна та його насінневих кондицій. Усі ці елементи перебувають у тісному кореляційному зв'язку та суттєво змінюються під впливом агрокліматичних умов, строків сівби та ефективності систем захисту рослин [1, с. 316; 2, с. 6; 3, с. 175].

Максимальна насіннева продуктивність досягається за умови оптимального поєднання всіх елементів структури. Оскільки різні структурні компоненти закладаються на певних етапах онтогенезу, їх успішна реалізація потребує специфічних агротехнічних умов та відповідного ресурсного забезпечення у критичні фази росту [4, с. 432; 5, с. 75].

Строки сівби визначають гідротермічний режим під час критичних фаз онтогенезу, безпосередньо впливаючи на закладання репродуктивних органів.

Зокрема, посів в оптимальні терміни дозволяє рослинам ефективно використовувати весняні запаси вологи та пройти фазу цвітіння до настання пікових літніх температур, що мінімізує абортивність зав'язі та максимізує кількість бобів на рослині. Водночас фунгіцидний захист виступає ключовим інструментом збереження закладеного потенціалу через контроль патогенної мікрофлори та пролонгацію роботи фотосинтетичної поверхні [6, с. 61].

Найбільш виражений позитивний вплив на структуру спостерігається за синергічної дії факторів: вчасний посів створює кількісну основу врожаю, а фунгіцидна обробка гарантує реалізацію вагових показників насіння. Будь-яке відхилення від оптимальних термінів посіву або ігнорування систем захисту призводить до деградації асиміляційної поверхні та формування дрібного, малопродуктивного зерна [7, с. 692; 8, с. 267; 9, с. 6].

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю адаптації технології вирощування гороху до стрімких кліматичних змін та зростаючої аридності півдня України. В умовах стабільного підвищення температур та дефіциту вологи традиційні підходи до захисту рослин і термінів сівби потребують перегляду для забезпечення стабільної врожайності. Оскільки критична спека та інтенсивний розвиток грибкових захворювань суттєво обмежують реалізацію генетичного потенціалу культури, виникає гостра потреба у науковому обґрунтуванні синергічної взаємодії оптимальних строків сівби та сучасних систем фунгіцидного захисту [10, с. 57; 11, с. 92].

Постановка проблеми. Насьогодні горох посівний (*Pisum sativum* L.) є ключовим об'єктом сучасного агровиробництва, що зумовлено його високою білковою цінністю та роллю незамінного попередника в сівозмінах. Пріоритетним напрямом інтенсифікації галузі є розкриття біологічного потенціалу сортів, проте в аридних умовах півдня України цей процес стримується комплексом дестабілізуючих факторів. Найбільшу загрозу для продуктивності культури становить ураження посівів патогенами грибкової природи, які в умовах мінливого клімату стають основним лімітуючим чинником стабільного виробництва зерна [1, с. 43; 5, с. 78; 12, с. 75].

Забезпечення сприятливого агрофізичного фону та оптимальних умов вегетації є фундаментальним аспектом поєднання високої врожайності гороху з максимальним збереженням сортових характеристик. Ефективність виробництва насіннєвого матеріалу безпосередньо залежить від адаптації технологічних прийомів, зокрема оптимізації строків сівби та регламентів застосування фунгіцидів [3, с. 174; 12, с. 75; 13, с. 91].

Методика досліджень. Метою дослідження було виявити закономірності формування структури врожаю та насіннєвої продуктивності гороху залежно від строків сівби та застосування фунгіцидів в умовах півдня України. Методологія дослідження ґрунтувалася на польовому методі для оцінки впливу строків сівби та фунгіцидів, а також на візуально-лабораторних дослідженнях фітосанітарного стану посівів [14, с. 52]. Структуру врожаю та насіннєву продуктивність визначали вимірювально-ваговим методом згідно з ДСТУ 4138-2002. Ефективність фунгіцидів оцінювали порівняльно-розрахунковим методом, а вірогідність результатів підтверджували математично-статистичним аналізом даних [15, с. 118].

Польові дослідження проводилися протягом трирічного періоду (2023–2025 рр.) на землях господарства ТОВ «Айсберг», що територіально розташоване у с. Гребеники Роздільнянського району Одеської області. Клімат району проведення

досліджень характеризується як помірно-континентальний із вираженою тенденцією до зростання аридності.

Регіон відзначається значними ресурсами тепла, тривалим безморозним періодом та недостатнім, нестійким зволоженням. Протягом періоду проведення досліджень спостерігалися часті повітряно-грунтові посухи та нерівномірний розподіл опадів, що створювало екстремальні умови для вегетації гороху, особливо в критичні фази цвітіння та наливу зерна.

Дослідження проводили на чорноземах звичайних, які відзначаються високою поглинальною здатністю та нейтральною або слабколужною реакцією ґрунтового розчину (рН 7,0–7,5), що є оптимальним для функціонування бульбочкових бактерій гороху.

При формуванні схеми досліду було застосовано метод розщеплених ділянок із дотриманням принципу рендомізації (випадкового розміщення). Такий підхід забезпечив об'єктивність порівняння впливу строків сівби та систем фунгіцидного захисту. Дослідження проводили за двофакторною схемою, де фактор А охоплював три строки сівби: другу та третю декади березня, а також першу декаду квітня. Фактор В передбачав вивчення ефективності систем фунгіцидного захисту, що включали контрольний варіант без застосування хімічних засобів та чотири схеми обробки препаратами з різним поєднанням діючих речовин: трифлуксистробін у комбінації з протіоконазолом (0,5 л/га), суміш флутріафолу з карбендазімом (0,6 л/га), бінарну композицію ципроконазолу з азоксистробіном (0,5 л/га), а також монопрепарат на основі азоксистробіну (0,6 л/га).

Результати досліджень. Дослідження структури врожаю гороху за період 2023–2025 рр. підтвердили вирішальну роль термінів висіву та фунгіцидних обробок у формуванні продуктивності. Найкращі біометричні показники зафіксовано за сівби в третій декаді березня: у поєднанні з інтенсивним захистом це забезпечило формування 6,34 бобів на рослині та масу 1000 насінин на рівні 278,12 г. Використання фунгіцидів у всіх варіантах дало математично доведений приріст відносно ділянок без обробки. Найвищу ефективність продемонструвала суміш трифлуксистробіну та протіоконазолу (0,5 л/га), що забезпечило максимальну озерненість та масу насіння з однієї рослини (4,28 г). Дещо меншу продуктивність показав варіант із флутріафолом та карбендазімом, тоді як схеми на основі азоксистробіну мали нижчий вплив на вагу насіння (табл. 1).

Встановлено тісну кореляційну залежність між урожайністю насіння гороху та основними компонентами його структури. Що дозволило розробити поліноміальні математичні моделі, що описують залежність продуктивності культури від досліджуваних структурних показників. Так з'ясовано чітку позитивну залежність між кількістю бобів на одній рослині та врожайністю насіння гороху (рис. 1).

Зі збільшенням кількості бобів спостерігається зростання врожайності, що свідчить про ефективне формування генеративних органів і їхній вагомий внесок у загальний урожай. Отримана регресійна модель адекватно описує досліджуваний процес, що підтверджується високим коефіцієнтом детермінації ($R^2 = 0,9656$), який вказує на тісний зв'язок між показниками. Таким чином, збільшення кількості бобів є важливим фактором підвищення продуктивності рослин гороху та має суттєве практичне значення для вдосконалення технологій вирощування культури.

Виявлено виражений прямий зв'язок між кількістю насінин у бобі та врожайністю насіння гороху (рис. 2). Побудована регресійна модель коректно відображає досліджувану залежність, що засвідчується високим значенням коефіцієнта

детермінації та свідчить про сильний взаємозв'язок між досліджуваними показниками. Отже, збільшення кількості насінин у бобі виступає важливим чинником зростання продуктивності рослин гороху і має вагоме практичне значення для вдосконалення елементів технології вирощування культури.

Таблиця 1

Структурні показники рослин гороху посівного залежно від факторів досліді (середнє за 2023–2025 рр.)

Фактор А, строк сівби	Фактор В, фунгіцид	Бобів, шт./рослину	Насінин у бобі, шт.	Маса насіння, г/рослину	Маса 1000 насінин, г
II декада березня	1*	5,14	4,17	2,98	235,08
	2*	6,07	4,54	4,15	264,87
	3*	5,98	4,48	4,10	253,40
	4*	5,89	4,33	3,82	238,64
	5*	5,92	4,39	3,99	241,29
III декада березня	1	5,21	4,28	3,07	246,83
	2	6,34	4,62	4,28	278,12
	3	6,25	4,54	4,21	267,03
	4	6,13	4,42	4,12	251,90
	5	6,18	4,49	4,17	255,87
I декада квітня	1	5,02	4,05	2,74	214,73
	2	5,78	4,43	3,97	241,09
	3	5,67	4,37	3,93	228,62
	4	5,59	4,26	3,86	216,95
	5	5,63	4,31	3,89	219,34
НІР ₀₅	за фактором А	0,52	0,34	0,28	0,51
	за фактором В	0,45	0,23	0,21	0,59

Примітка*: 1 – контроль (без обробки); 2 – трифлуксистробін + протіоконазол (0,5 л/га); 3 – флутріафол + карбендазім (0,6 л/га); 4 – ципроконазол + азоксистробін (0,5 л/га); 5 – азоксистробін (0,6 л/га).

Результати проведеного регресійного аналізу підтверджують наявність тісного позитивного зв'язку між масою насіння та показниками насіннєвої продуктивності гороху посівного (рис. 3). Надзвичайно високий коефіцієнт детермінації свідчить про те, що 98,25 % варіабельності врожайності в межах досліді пояснюється саме зміною маси насіння, що підкреслює визначальну роль цього показника у формуванні загальної продуктивності. Згідно з графічними даними, закономірне зростання маси насіння від 2,7 г до 4,3 г забезпечує підвищення врожайності з 1,7 т/га до 2,6 т/га. Така висока щільність зв'язку вказує на те, що застосовані у дослідженні агротехнічні чинники – строки сівби та фунгіцидний захист реалізують свій вплив на врожайність саме через оптимізацію процесу накопичення маси зерна.

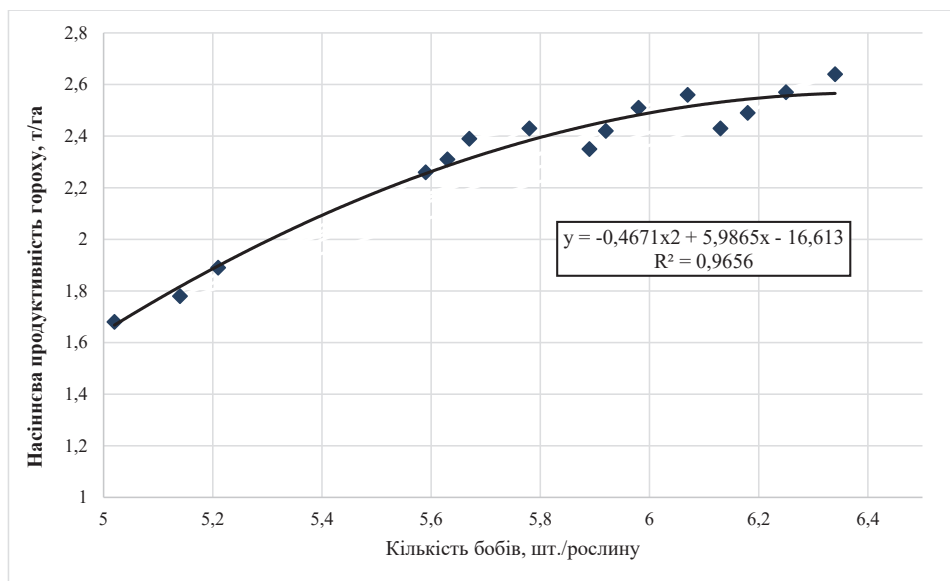


Рис. 1. Кореляція (r) між кількістю бобів на одній рослині та врожайністю насіння гороху (середнє за 2023–2025 рр.)

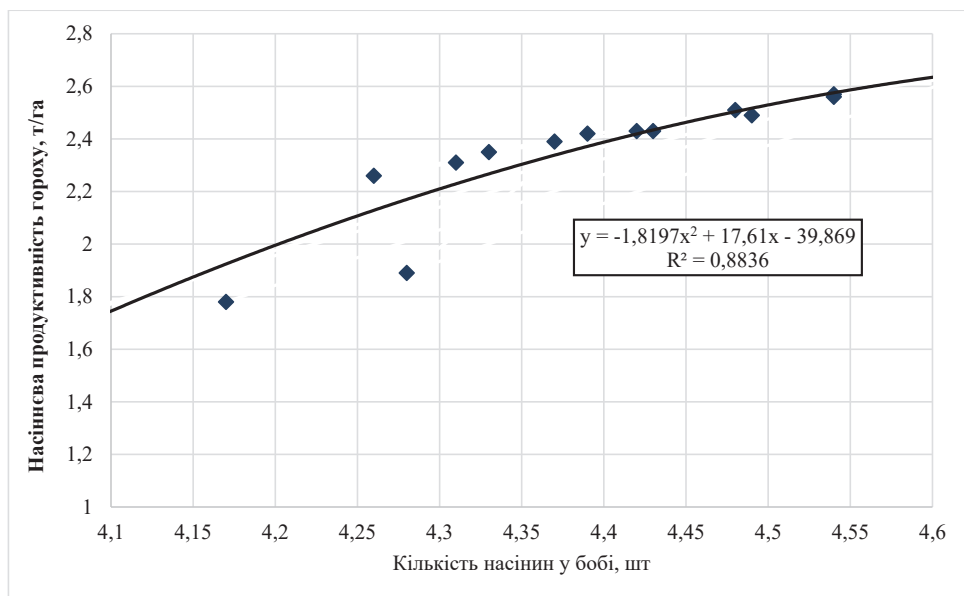


Рис. 2. Кореляція (r) між кількістю насінин у бобі та врожайністю насіння гороху (середнє за 2023–2025 рр.)

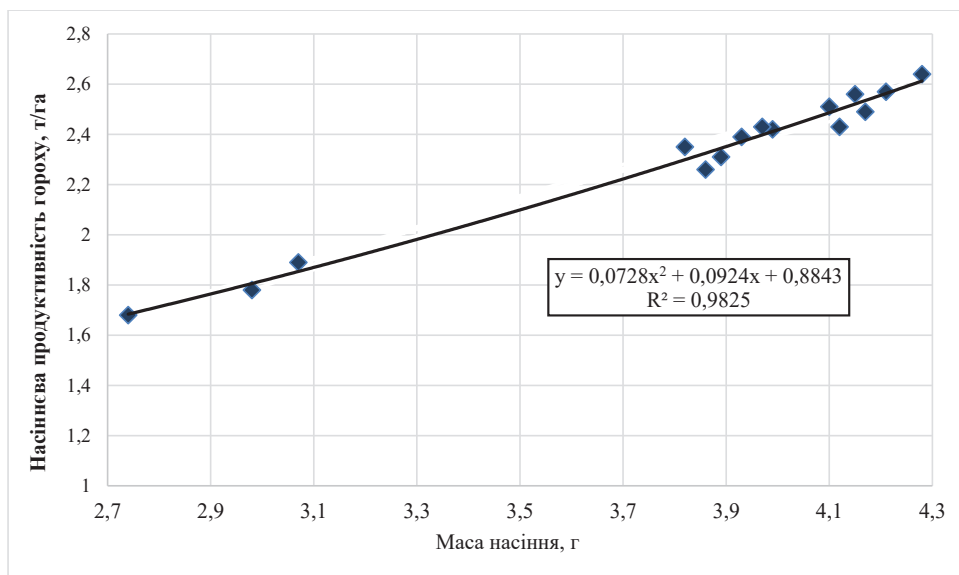


Рис. 3. Кореляція (r) між масою насіння з однієї рослини та врожайністю насіння гороху (середнє за 2023–2025 рр.)

Математичний аналіз взаємозв'язку між масою 1000 насінин та врожайністю гороху вказує на наявність помірної кореляційної залежності (рис. 4). Описана модель апроксимується поліномом, проте коефіцієнт детермінації становить $R^2 = 0,3933$. Це означає, що лише 39,3% варіабельності насіннєвої продуктивності пояснюється зміною маси 1000 насінин, тоді як більша частина результату (понад 60%) залежить від інших біометричних показників та зовнішніх чинників. Попри значне розсіювання емпіричних точок відносно лінії регресії, спостерігається загальний висхідний тренд: при зростанні маси 1000 насінин з 215 г до 278 г рівень урожайності підвищується з 1,7 т/га до 2,7 т/га. Такий характер зв'язку підкреслює, що в умовах дослідів маса 1000 насінин є вагомим, проте не єдиним визначальним елементом структури врожаю.

Разом з тим агротехнічні заходи (строки сівби та фунгіциди) мають бути спрямовані на збереження всіх елементів структури врожаю, а не лише на збільшення ваги окремої насінини. Дослідження 2023–2025 років показали, що врожайність гороху на півдні України найбільше залежить від поєднання оптимальних строків сівби та вибору фунгіцидів. Найкращим періодом для посіву виявилася третя декада березня, коли середня врожайність насіння склала 2,40 т/га, що було більше, ніж за сівби в другій декаді березня (2,32 т/га) та в першій декаді квітня (2,21 т/га) (табл. 2).

Використання захисних препаратів у всіх випадках було ефективним, адже без обробки вдавалося зібрати лише 1,78 т/га. Найкращий результат забезпечив фунгіцид на основі трифлуксиробіну та протіоконазолу – з ним урожайність зросла до 2,54 т/га, що на 42,7 % перевищує показники контролю. Суміш флутріафолу з карбендазімом також показала високу стабільність (2,49 т/га), тоді як варіанти з азоксистробіном сприяли отриманню дещо меншої врожайності гороху (2,35–2,41 т/га). Абсолютний рекорд насіннєвої продуктивності культури – 2,64 т/га зафіксовано за сівби в III декаді березня та використання трифлуксиробіна + протіоконазола.

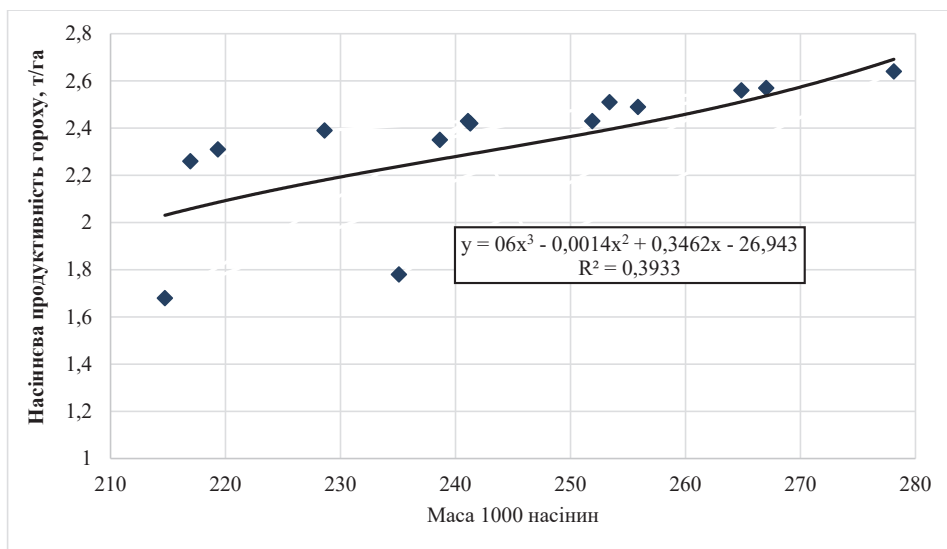


Рис. 4. Кореляція (r) між масою 1000 насінин та врожайністю насіння гороху (середнє за 2023–2025 рр.)

Таблиця 2

Насіннева продуктивність гороху залежно від строків сівби та застосування фунгіцидів, т/га (середнє за 2023–2025 рр.)

Фактор А, строк сівби	Фактор В, обробка фунгіцидом	Урожайність, т/га		
		середнє за 2023–2025 рр.	за фактором А	за фактором В
1	2	3	4	5
II декада березня	контроль (без обробки)	1,78	2,32	1,78
	трифлуксистробін + протіоконазол (0,5 л/га)	2,56		2,54
	флутріафол + карбендазим (0,6 л/га)	2,51		2,49
	ципроконазол + азоксистробін (0,5 л/га)	2,35		2,35
	азоксистробін (0,6 л/га)	2,42		2,41
III декада березня	контроль (без обробки)	1,89	2,40	
	трифлуксистробін + протіоконазол (0,5 л/га)	2,64		
	флутріафол + карбендазим (0,6 л/га)	2,57		
	ципроконазол + азоксистробін (0,5 л/га)	2,43		
	азоксистробін (0,6 л/га)	2,49		

Закінчення табл. 2

1	2	3	4	5
І декада квітня	контроль (без обробки)	1,68	2,21	
	трифлуксистробін + протіокназол (0,5 л/га)	2,43		
	флутріафол + карбендазим (0,6 л/га)	2,39		
	ципроконазол + азоксистробін (0,5 л/га)	2,26		
	азоксистробін (0,6 л/га)	2,31		
Оцінка істотності часткових відмінностей				
НІР ₀₅ , т/га: А = 0,03; В = 0,06				
Оцнка істотності середніх (головних) ефектів				
НІР ₀₅ , т/га: А = 0,04; В = 0,09				

Висновки та перспективи подальших досліджень. Протягом усього періоду досліджень підтверджено синергічну дію факторів інтенсифікації. Результати проведених польових дослідів показують, що фунгіцидний захист посівів гороху в умовах півдня України оптимізує фітосанітарний стан посівів, що сприятиме отриманню оптимальних показників структури та максимального врожаю зерна культури. На формування продуктивності культури впливали всі чинники досвіду.

Застосування фунгіцидів сприяло підвищенню зернової продуктивності культури в середньому на 32,0–42,7 %. Якщо розглядати вплив факторів досвіду на врожайність зерна гороху, слід зазначити, що оптимальним терміном сівби гороху є ІІІ декада березня, коли була отримана найбільша середня врожайність гороху – 2,40 т/га, більш ранній та пізній термін призводили до зниження даного показника.

Серед препаратів з фунгіцидною дією, отримання максимальної середньої врожайності – 2,56 т/га сприяло використанню препарату з діючою речовиною: трифлуксистробін + протіокназол нормою 0,5 л/га. Для отримання максимальної продуктивності гороху на півдні України рекомендовано поєднувати сівбу в ІІІ декаді березня з інтегрованим захистом, де пріоритет слід надавати фунгіцидам з комбінованим вмістом стробілуринів та триазолів (зокрема системі трифлуксистробін + протіокназол).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Цицюра Я. Г., Шкатула Ю. М., Забарна Т. А., Пелех Л. В. Інноваційні підходи до фіторемедіації та фіторекультивациї у сучасних системах землеробства: монографія. Вінниця: ТОВ «Друк», 2022. 1200 с.
2. Влащук А.М., Дробіт О.С., Місевич О.В., Конащук О.П., Кляуз М.А. Продуктивність нуту залежно від елементів технології в умовах півдня України. *Аграрні інновації*. 2021. № 7. С. 5–9. <http://agrarian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian/article/view/137/113>
3. Raisa Vozhehova, Sergii Kokovikhin, Oleksandr Misievych, Anatolii Vlashchuk, Mykola Pryshchepo, Liudmyla Shapar, Pavlo Lykhovyd, Olesya Drobіt, Olena Konashchuk, Viktor Naidionov. Influence of herbicides on seed productivity and sowing qualities of white melilot in the steppe zone of Ukraine. *AgroLife Scientific Journal*. 2019. Vol. 8, No. 2. P. 174–181. <https://agrolifejournal.usamv.ro/index.php/agrolife/article/view/254/253>

4. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Рослинництво. Нові технології вирощування сільськогосподарських культур. Львів : Українські технології, 2019. 806 с.
5. Мазур, В. А., Ткачук, О. П., Дідур, І. М., Панцирева, Г. В. Обливісті технології вирощування малопоширених зернобобових культур: монографія. Вінниця: Твори, 2021. 172 с.
6. Влашук А. М., Дробіт О. С., Шапарь Л. В., Коблай О. О., Шабля О. С. Сучасні тенденції вирощування бобових кормових культур на півдні України за умов зміни клімату. *Вісник Аграрної науки*. Київ, 2024. № 4 (853). С. 60-67. https://agrovisnyk.com/pdf/ua_2024_04_09.pdf
7. Charudattan R., Dinooor A. Biological control of weeds using plant pathogens: accomplishments and limitations. *Crop Protection*. 2000. Vol. 19, Iss. 8–10. P. 691–695. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(00\)00092-2](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(00)00092-2)
8. Гирка А. Д., Ткаліч І. Д., Сидоренко Ю. Я., Бочевар О. В., Ільєнко О. В. Особливості формування зернової продуктивності рослин різних сортів гороху в умовах Північного Степу України. *Зернові культури*. 2018. Том 2. № 2. С. 267–273. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0035>
9. Вожегова Р.А., Пілярська О.О., Марченко Т.Ю., Влашук А.М., Дробіт О.С., Пілярський В.Г. Водоспоживання та урожайність посівів нуту залежно від застосування гербіцидів в умовах південного степу України. *Зрошуване землеробство*. 2024. Вип. 81. С. 5–11. <http://izpr.ks.ua/archive/2024/81/3.pdf>
10. Deytieux V., Nemecek T., Knuchel R. F. et al. Is the weed management efficient for reducing environmental impacts of crop systems? A case study based on life cycle assessment. *European Journal of Agronomy*. 2012. Vol. 36, Iss. 1. P. 55–65. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2011.08.004>
11. Lack of efficacy of transgenic pea (*Pisum sativum* L.) stably expressing antifungal genes against *Fusarium* spp. in three years of confined field trials / J. Kahlon et al. *GM Crops & Food*. 2018. Vol. 9, № 2. P. 90–108. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29590003/>
12. Вожегова Р.А., Влашук А.М., Дробіт О.С., Боровик В.О., Влашук О.А. Насіння продуктивність нуту на незрошуваних землях півдня України. *Вісник аграрної науки*. 2023. № 12 (849). С. 75–81. https://agrovisnyk.com/pdf/ua_2023_12_10.pdf
13. Трибель С. О., Сігарьова Д. Д., Секун М. П., Іващенко О. О. Методологія і практика захисту рослин. Київ : Світ, 2001. 384 с.
14. Методика польового дослід (зрошуване землеробство) / Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Херсон: Гринь Д.С., 2014. 448 с.
15. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві. Херсон : «Айлант», 2013. 381 с.

Дата першого надходження статті до видання: 30.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026

ТВАРИННИЦТВО, КОРМОВИРОБНИЦТВО, ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ПЕРЕРОБКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

ANIMAL HUSBANDRY, FEED PRODUCTION,
STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTS

УДК 636.2.034.082

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.2.22>

ГОСПОДАРСЬКИ КОРИСНІ ОЗНАКИ КОРІВ РІЗНИХ ГЕНЕРАЦІЙ

Кочук-Яценко О.А. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури,

Поліський національний університет

orcid.org/0000-0001-5794-5580

Леонець С.О. – аспірант кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури,

Поліський національний університет

orcid.org/0009-0006-5997-8152

Захарчук Д.В. – доктор філософії

orcid.org/0000-0003-3026-4253

У статті наведено результати дослідження господарські корисних ознак корів-первісток симентальської породи різних генерацій в умовах ПП «Галекс-Агро» Новоград-Волинського району Житомирської області.

Встановлено, що з кожною наступною генерацією рівень молочної продуктивності зростає. За більшістю досліджених ознак імпортоване поголів'я поступалося первісткам I-III генерацій і лише за тривалістю лактації та вмістом білка в молоці переважало їх. Встановлено, що вплив фактора «генерація» на ознаки молочної продуктивності невисокий (до 9,6 %).

Результати досліджень свідчать про поступове покращення відтворювальної здатності корів-первісток у процесі зміни генерацій. Порівняно з показниками імпортованого поголів'я у корів III генерації вік 1-го осіменіння скоротився на 21,3 дні ($P < 0,05$), тривалість сервіс-періоду зменшилася на 37,1 дні ($P < 0,001$), міжотельного періоду – на 34,0 дні ($P < 0,001$). Коефіцієнт відтворної здатності підвищився на 0,07 ($P < 0,001$), індекс адаптації – на 5,5 ($P < 0,001$), вихід телят на 100 корів – на 6,5 гол ($P < 0,001$). Вплив фактора «генерація» на мінливість відтворювальної здатності корів неістотний (до 3,4 %).

Встановлено, що імпортовані корови характеризувалися більшими висотними промірами, водночас у наступних генераціях формувалася більш розтягнутий і масивний тип тілобудови. Навскісна довжина тулуба у корів I-III генерацій перевищувала показник



© Кочук-Яценко О.А., Леонець С.О., Захарчук Д.В., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

імпортованих тварин на 4,8-6,9 см ($p<0,001$), ширина в клубах – на 2,4-2,9 см ($p<0,001$), у кульшах – на 2,0-2,6 см ($p<0,001$), у сідничних горбах – на 1,3-2,4 см ($p<0,001$), тоді як коса довжина заду зменшилась на 3,6 – 4,1 см ($p<0,001$). Фактор «генерація» суттєво впливає на навскісну довжину заду (49,0 %), ширину в клубах (25,4 %), кульшах (23,5 %) та сідничних горбах (16,1 %).

Аналіз індексів будови тіла свідчить, що корови-первістки різних генерацій відзначалися характерним для комбінованої худоби типом будови тіла. У корів I-III генерацій індекс розтягнутості підвищився на 4,7-6,7 % ($P<0,001$), індекс масивності – на 2,7-4,0 % ($P<0,001-0,01$), натомість індекс компактності знизився на 1,7%-3,8 % ($P<0,001-0,01$), що свідчить про формування більш видовженого, менш компактного, але об'ємного типу. Сила впливу фактора «генерація» на індекси будови тіла становить від 1,6 до 21,8 %.

Ключові слова: корови-первістки, симентальська порода, генерація, молочна продуктивність, відтворювальна здатність, екстер'єр, сила впливу.

Kochuk-Yashchenko O.A., Leonents S.O., Zakharchuk D.V. Economically useful traits of cows of different generations

The article presents the results of a study of economically useful traits of first-calf Simmental cows of different generations in the conditions of the private enterprise "Galex-Agro" of the Novohrad-Volynskyi district of the Zhytomyr region.

It was found that with each subsequent generation the level of milk productivity increased. In most of the studied traits, the imported livestock was inferior to the first-calf of the I-III generations and only in terms of the duration of lactation and the protein content in milk it exceeded them. It was found that the influence of the factor «generation» on the traits of milk productivity is low (up to 9,6 %).

The results of the research indicate a gradual improvement in the reproductive capacity of primiparous cows in the process of changing generations. Compared to imported animals, in cows of the III generation, the age at first insemination decreased by 21,3 days ($P<0,05$), the duration of the service period decreased by 37,1 days ($P<0,001$), the calving interval – by 34,0 days ($P<0,001$). The coefficient of reproductive capacity increased by 0,07 ($P<0,001$), the adaptation index – by 5,5 ($P<0,001$), the yield of calves per 100 cows – by 6,5 ($P<0,001$). The influence of the factor «generation» on the variability of the reproductive capacity of cows is insignificant (up to 3,4%).

It was found that imported cows were characterized by greater height measurements, while in subsequent generations a more elongated and massive body type was formed. The oblique length of the body in cows of the I-III generations exceeded the indicator of imported animals by 4,8-6,9 cm ($P<0,001$), the width in the hips by 2,4-2,9 cm ($P<0,001$), in the hips – by 2,0-2,6 cm ($P<0,001$), in the gluteal tubercles by 1,3-2,4 cm ($P<0,001$), while the oblique length of the rump decreased by 3,6-4,1 cm ($P<0,001$). The factor «generation» significantly affects the oblique length of the rump (49,0%), width in the hips (25,4%), hips (23,5%) and gluteal tubercles (16,1%).

Analysis of body structure indices shows that first-calf cows of different generations were characterized by a body structure type characteristic of combined cattle. In cows of I-III generations, the stretch index increased by 4,7-6,7 % ($P<0,001$), the mass index by 2,7-4,0 % ($P<0,001-0,01$), while the compactness index decreased by 1,7-3,8 % ($P<0,001-0,01$), which indicates the formation of a more elongated, less compact, but larger-bodied type. The effect of the «generation» factor on body conformation indices varies from 1,6 to 21,8 %.

Key words: first-calf cows, Simmental breed, generation, milk productivity, reproductive ability, exterior, force of influence.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Скотарство є однією з провідних галузей агропромислового комплексу України, яка забезпечує населення цінними продуктами харчування – молоком та яловичиною. Рівень розвитку даної сфери безпосередньо впливає на продовольчу безпеку нашої держави та економічну стабільність аграрного сектору [1 с. 102]. У сучасних умовах інтенсифікації виробництва особливого значення набуває вдосконалення господарськи корисних ознак корів, які визначають ефективність функціонування галузі.

Результати селекції молочної худоби суттєво залежать від якості відбору та підбору тварин попередніх поколінь. Одним із важливих напрямів є оцінювання

генетичної подібності селекційних ознак між жіночими предками та їх потомками [2 с. 82]. За даними Н. М. Кузів та ін. [3 с. 131] сила впливу надою матерів на надій дочок, залежно від селекції і лактації, становила 28,14-34,06 %, на вміст жиру в молоці –15,87-27,11 % і на кількість молочного жиру – 24,66-31,47 %. Зайцев Є. М. [4 с. 36], Підпала Т. В. та Зайцев Є. М. [5 с. 134], Федорович Є. І. та ін. [6 с. 119], Филь С. І. та ін. [7 с. 55], у своїх дослідженнях при порівнянні продуктивності корів різних генерацій встановили, що матері за рівнем молочної продуктивності поступалися своїм потомкам. Натомість Козир В. С. із співавторами [8 с. 130] відмічали зниження надоїв та виходу молочного жиру у голштинських корів з кожною наступною генерацією, що спричинено впливом ряду генетичних та адаптаційних факторів. Федорович Є. І. із співавторами [9 с. 20] встановили, що за більшістю досліджуваних ознак репродуктивної здатності між коровами та їх потомками різних генерацій спостерігалася достовірна різниця, при цьому кожне наступне покоління тварин відзначалося кращою репродуктивною функцією ніж попереднє. За повідомленням Федорович Є. І. та ін. [10 с. 68], корови-первістки за всіма досліджуваними ознаками екстер'єру переважали своїх потомків різних генерацій, що автори пояснюють меншим віком першого отелення у дочок, онучок та правнучок, порівняно із коровами-матерями.

Останніми десятиліттями в Україні спостерігається тенденція до активного використання імпортованого племінного поголів'я та генетичного матеріалу провідних світових порід, що посприяло підвищенню рівня молочної продуктивності та поліпшенню селекційних ознак [11 с. 110, 12 с. 330, 13 с. 72]. Однак варто зазначити, що фенотип тварин формується внаслідок складної взаємодії генотипу та умов середовища, зокрема годівлі, системи утримання та клімату [14 с. 55, 15 с. 1, 16 с. 27]. Тому особливого значення набуває вивчення здатності імпортованої худоби та її потомків адаптуватись до нових господарсько-кліматичних умов, що безпосередньо впливає на реалізацію їх генетичного потенціалу та стабільність прояву господарськи корисних ознак.

Постановка завдання. З огляду на вищезазначене метою дослідження було порівняльне вивчення господарськи корисних ознак корів-первісток симентальської породи різних генерацій.

Методи дослідження. Дослідження проведені на базі ПП «Галекс-Агро» Новоград-Волинського району Житомирської області, яке займається розведенням симентальської породи. Дане стадо сформоване шляхом імпорту племінних нетелей з наступним використанням чистопородних симентальських бугаїв чеської селекції.

У господарстві використовується безприв'язна система утримання. Доїння корів здійснюється на доїльній установці типу «Ялинка». Раціони для корів складають з урахуванням їх фізіологічного стану та рівня продуктивності тварин. У ПП «Галекс-Агро» добре налагоджений автоматизований племінний та зоотехнічний облік із використанням автоматизованих інформаційних систем «Dairy Plan C21» та СУМС «Орсек».

Оцінку молочної продуктивності корів здійснювали шляхом проведення щомісячних контрольних доїнь з одночасним визначенням у добових зразках молока вмісту жиру. Відносну молочність обчислювали діленням 4%-го за вмістом жиру молока, отриманого за 305 днів або скорочену лактацію (не менше 240 днів) на 100 кг живої маси корови.

Відтворну здатність корів вивчали за віком 1-го осіменіння(міс), 1-го отелення (міс), тривалістю (днів) сервіс-періоду (СП), періоду тільності (ПТ), міжотельного періоду (МОП), періоду сухостою (ПС).

Коефіцієнт відтворювальної здатності (KB3) визначали за формулою [17 с. 176]: $KB3 = 365 \div \text{МОП}$, де 365 – кількість днів у році; МОП – тривалість міжотельного періоду, міс.

Вихід телят на 100 корів визначали за формулою [17 с. 176]:

$BT = (365 \times 100) \div (СП + ПТ)$, де 365 – кількість днів у році; СП – тривалість сервіс-періоду, днів; ПТ – тривалість періоду тільності, днів.

Індекс плодючості розраховували за формулою [17 с. 176]:

$ПТ = 100 - (K + 2 \times \text{МОП})$, де K – вік корови при першому отеленні, міс.; МОП – тривалість міжотельного періоду, міс.

Індекс адаптації тварин розраховували за Й. З. Сірацьким зі співавторами [18 с. 76]:

$I = (365 - \text{МОП}) \div \text{МЖ} \times 27,40$, де 365 – кількість днів у році; МОП – тривалість міжотельного періоду, міс; МЖ – молочний жир; 27,40 – коефіцієнт.

Особливості екстер'єру та конституції тварин досліджували на 2-3 місяцях лактації за загальноприйнятими методиками.

Ступінь впливу фактора «генерація» на господарські корисні ознаки корів визначали через співвідношення факторіальної дисперсії до загальної з використанням однофакторного дисперсійного аналізу. Статистичну обробку отриманих результатів здійснювали методами математичної статистики і біометрії з використанням програмного забезпечення «STATISTICA-13,0» та Microsoft Excel [19].

Виклад основного матеріалу дослідження. Аналіз показників молочної продуктивності первісток різних генерацій виявив закономірне підвищення рівня молочної продуктивності при одночасному скороченні тривалості лактації із кожною наступним поколінням (табл. 1).

Таблиця 1

Молочна продуктивність корів-первісток різних генерацій ($\bar{x} \pm S.E.$)

Показники, одиниці виміру	Генерації			
	імпорт	I генерація	II генерація	III генерація
Кількість тварин	263	522	510	221
Тривалість лактації, дн.	371,6 $\pm$ 6,43	363,7 $\pm$ 4,44	348 $\pm$ 4,31	334,7 $\pm$ 5,52
Надій за лактацію, кг	6487 $\pm$ 145,9	6460 $\pm$ 85,3	6863 $\pm$ 97,9	7117 $\pm$ 149,4
Надій за 305 дн, кг	5247 $\pm$ 66,4	5436 $\pm$ 49,4	6015 $\pm$ 63,4	6375 $\pm$ 103,2
Вміст жиру у молоці, %	4,05 $\pm$ 0,016	4,13 $\pm$ 0,018	4,16 $\pm$ 0,014	4,18 $\pm$ 0,019
Молочний жир, кг	212,2 $\pm$ 2,74	225,0 $\pm$ 2,30	249,6 $\pm$ 2,67	266,2 $\pm$ 4,28
Вміст білка у молоці, %	3,49 $\pm$ 0,007	3,45 $\pm$ 0,011	3,46 $\pm$ 0,01	3,48 $\pm$ 0,009
Молочний білок, кг	183,5 $\pm$ 2,35	187,8 $\pm$ 1,85	207,8 $\pm$ 2,21	222,2 $\pm$ 3,64
Молочний жир і білок, кг	395,8 $\pm$ 5,02	412,8 $\pm$ 4,12	457,4 $\pm$ 4,88	488,4 $\pm$ 7,81
Відносна молочність, кг	871 $\pm$ 12,3	933 $\pm$ 10,2	1015 $\pm$ 11,3	1068 $\pm$ 17,2

Найдовшу тривалість лактації виявлено у імпортованих корів – 371,6 днів. У первісток I, II та III генерацій цей показник був меншим відповідно на 7,8 ($P > 0,05$), 23,6 ($P < 0,01$) та 36,9 днів ($P < 0,001$). При цьому різниця між I генерацією та наступними поколіннями була статистично значущою і становила 15,7 та 29,1 днів відповідно ($P < 0,001-0,05$).

За надосм за повну лактацію імпортовані корови практично не відрізнялися від первісток I генерації (+27 кг; $P > 0,05$), однак статистично значуще поступалися

тваринам II та III генерацій на 376 кг ($P<0,05$) та 630 кг ($P<0,01$) відповідно. Більш виражені відмінності встановлено за надоем за 305 днів лактації, де імпортовані тварини поступалися I-III генераціям відповідно на 189; 768 та 1128 кг ($P<0,001-0,05$). Вміст жиру у молоці перевищував рівень предків на 0,09-0,14 % ($P<0,001$). Натомість за вмістом білка спостерігалася протилежна тенденція: імпортовані тварини переважали первісток I та II генерацій на 0,04 та 0,03 % ($P<0,01$), що, ймовірно, пов'язано з генетичними особливостями вихідного поголів'я та меншою інтенсивністю добору за цією ознакою.

За кількістю отриманого молочного жиру, молочного білка та їх сумарним показником у досліджених генерацій спостерігаються аналогічні закономірності як і за надоем. Перевага первісток наступних генерацій над імпортованими становила: за молочним жиром – 12,8-54,0 кг ($P<0,001$), молочним білком – 4,3-38,7 кг ($P<0,001...>0,05$), сумарною кількістю молочного жиру і білка – 17,1–92,6 кг ($P<0,001-0,01$). Відносна молочність також зростала у напрямі генераційної зміни, перевищуючи показники імпортованих корів на 62, 144 та 197 кг ($P<0,001$), що свідчить про підвищення ефективності конверсії поживних речовин корму у продукцію та є важливою ознакою селекційного прогресу.

Варто також зазначити, що при міжгруповому порівнянні корів I, II та III генерацій за дослідженими показниками молочної продуктивності у 21 із 24 випадків (87,5 %) встановлено статистично значущі відмінності, що підтверджує високий рівень диференціації за рівнем молочної продуктивності між поколіннями.

Однофакторним дисперсійним аналізом встановлено відносно невисокий, однак у більшості випадків статистично значущий вплив фактора «генерація» на мінливість ознак молочної продуктивності корів (табл. 2). Вищий (6,9-9,6 %) та статистично значущий ($P<0,001$) вплив зафіксовано на надій за 305 днів лактації, молочний жир, молочний білок, сумарну кількість молочного і білка, відносну молочність.

Таблиця 2

Сила впливу генерацій на показники молочної продуктивності

Ознака		Генерації		
		F	P	$\eta^2 \pm S.E., \%$
Число ступенів свободи	факторіальне	3		
	випадкове	1524		
Тривалість лактації, дн.		7,77	0,0000	1,5 $\pm$ 0,197 ^c
Надій за лактацію, кг		6,77	0,0002	1,3 $\pm$ 0,197 ^c
Надій за 305 дн, кг		47,81	0,0000	8,6 $\pm$ 0,195 ^c
Вміст жиру у молоці, %		7,77	0,0000	1,5 $\pm$ 0,197 ^c
Молочний жир, кг		53,86	0,0000	9,6 $\pm$ 0,195 ^c
Вміст білка у молоці, %		2,06	0,1036	0,4 $\pm$ 0,197
Молочний білок, %		45,62	0,0000	8,2 $\pm$ 0,196 ^c
Молочний жир і білок, кг		50,63	0,0000	9,1 $\pm$ 0,195 ^c
Відносна молочність, кг		37,65	0,0000	6,9 $\pm$ 0,196 ^c

Примітка: Результати статистично значущі при a – $P<0,05$, b – $P<0,01$, c – $P<0,001$.

Неістотний (до 1,5 %), але статистично значущий ($P<0,001$) вплив встановлено на тривалість лактації, надій за повну лактацію та вміст жиру в молоці. Вплив

даного фактора на вміст білка в молоці був мінімальним (0,4 %) і статистично незначущим.

Показники відтворювальної здатності корів-первісток різних генерацій наведено в таблиці 3. Встановлено, що найвищі значення віку 1-го осіменіння та 1-го отелення зафіксовано у корів I генерації і становили відповідно 602,8 та 904,0 днів, що перевищує аналогічні показники імпортованого поголів'я на 30,8 та 49,4 днів ($P<0,001$). Ймовірно, це зумовлено адаптацією тварин до нових господарсько-кліматичних умов.

У наступних генераціях простежується чітка тенденція до зниження цих показників. Зокрема, у корів II генерації вік першого осіменіння зменшився на 23,5 днів ($P<0,001$) порівняно з I генерацією і практично не відрізнявся від рівня імпортованих тварин (різниця 7,3 дні; $P>0,05$). Водночас вік першого отелення у цій групі залишався вищим за імпорт на 40,3 дні ($P<0,001$).

Найменші значення досліджених показників встановлено у корів III генерації. Так, вік першого осіменіння у них був меншим на 52,1 дні ($P<0,001$) порівняно з I генерацією та на 21,3 дні ($P<0,05$) – відносно імпорту. Аналогічна тенденція спостерігалася і за віком першого отелення, який зменшився на 38,3 дні ($P<0,001$) порівняно з I генерацією і наблизився до показника імпортованих тварин (різниця 11,1 днів; $P>0,05$).

Таблиця 3

Відтворювальна здатність корів-первісток різних генерацій ($\bar{x} \pm S.E.$)

Показники, одиниці виміру	Генерації			
	імпорт	I генерація	II генерація	III генерація
Кількість тварин	208	464	423	171
Вік 1-го осіменіння, днів	572 $\pm$ 6,17	602,8 $\pm$ 4,94	579,3 $\pm$ 4,29	550,7 $\pm$ 5,85
Вік 1-го отелення, днів	854,6 $\pm$ 6,17	904,0 $\pm$ 5,94	894,9 $\pm$ 5,43	865,7 $\pm$ 7,88
<i>Тривалість, днів:</i>				
сервіс-періоду	157,3 $\pm$ 7,35	156 $\pm$ 5,35	139,4 $\pm$ 4,96	120,1 $\pm$ 6,77
сухостійного періоду	76,5 $\pm$ 2,9	79,5 $\pm$ 2,16	81,9 $\pm$ 2,02	79,6 $\pm$ 2,85
міжотельного періоду	439,5 $\pm$ 7,34	439,3 $\pm$ 5,28	423,7 $\pm$ 4,88	405,5 $\pm$ 6,81
тільності	282,4 $\pm$ 0,13	282,9 $\pm$ 0,2	284 $\pm$ 0,3	284,3 $\pm$ 0,64
Коефіцієнт відтворної здатності	0,86 $\pm$ 0,011	0,87 $\pm$ 0,008	0,89 $\pm$ 0,007	0,93 $\pm$ 0,011
Індекс адаптації	-9,9 $\pm$ 1,06	-9,2 $\pm$ 0,67	-7,0 $\pm$ 0,63	-4,4 $\pm$ 0,78
Вихід телят	86,8 $\pm$ 1,17	87,7 $\pm$ 0,85	89,9 $\pm$ 0,79	93,3 $\pm$ 1,14
Індекс плодючості	43,1 $\pm$ 0,53	41,5 $\pm$ 0,39	42,8 $\pm$ 0,38	45 $\pm$ 0,5

Тривалість сервіс-періоду у корів I генерації практично не відрізнялась від показника імпортованих тварин (156,0-157,3 днів), тоді як у II та III генераціях відмічено його скорочення відповідно на 16,7-17,9 ($P<0,05$) та 35,9-37,1 днів ($P<0,001$). Аналогічна тенденція спостерігалася і щодо міжотельного періоду, який III генерації був меншим на 34 дні ($P<0,001$) порівняно з імпортованими коровами та I генерацією. Сухостійний період істотно не змінювався у процесі

генераційних змін (76,5–81,9 днів), а тривалість тільності залишалася у межах фізіологічні норми (282,4–284,3; $P < 0,001-0,05$).

Однією з ключових характеристик репродуктивної функції є коефіцієнт відтворювальної здатності. Встановлено, що у корів імпортного поголів'я та I генерації цей показник перебував на практично однаковому рівні (0,86–0,87). У тварин II генерації відмічено його підвищення на 0,03 ($P < 0,05$) відносно імпортованих корів, а у III генерації на 0,07 ($P < 0,001$). Аналогічна закономірність встановлена і за індексом адаптації, який підвищився відповідно на 2,9 ($P < 0,05$) та 5,5 ($P < 0,001$).

Вихід телят на 100 корів мав тенденцію до зростання: у корів II генерації він перевищував показник імпорту на 3,1 ($P < 0,05$), а у III – на 6,5 гол ($P < 0,001$).

Індекс плодючості у корів усіх генерацій відповідав середньому рівню (41,5–45,0), при цьому найвище значення відмічено у тварин III генерації.

При міжгруповому порівнянні корів I–III генерацій за усіма дослідженими показниками у 23 із 30 випадків (76,6 %) встановлено статистично значущі відмінності.

За результатами однофакторного дисперсійного аналізу встановлено, що вплив фактора «генерація» на мінливість відтворювальної здатності корів був невисоким (0,2–3,4 %), проте статистично значущим для більшості ознак, за винятком тривалості міжотельного періоду. Найбільшу частку впливу генерацій (2,0–3,4%) виявлено на показники віку 1-го осіменіння, віку 1-го отелення та індекс плодючості (табл. 4).

Таблиця 4

Сила впливу генерацій на показники відтворювальної здатності

Ознака		Генерації		
		F	P	$\eta^2 \pm S.E., \%$
Число ступенів свободи	факторіальне	3		
	випадкове	1524		
Вік 1-го осіменіння, днів		14,73	0,0000	$3,4 \pm 0,24^c$
Вік 1-го отелення, днів		11,75	0,0000	$2,7 \pm 0,24^c$
<i>Тривалість, днів:</i>				
сервіс-періоду		6,09	0,0004	$1,4 \pm 0,24^c$
сухостійного періоду		6,62	0,0002	$1,5 \pm 0,24^c$
міжотельного періоду		0,76	0,5175	$0,2 \pm 0,24$
тільності		5,39	0,0011	$1,3 \pm 0,24^b$
Коефіцієнт відтворювальної здатності		5,95	0,0005	$1,4 \pm 0,24^c$
Індекс адаптації		7,26	0,0001	$1,7 \pm 0,24^c$
Вихід телят		6,01	0,0005	$1,4 \pm 0,24^c$
Індекс плодючості		8,49	0,0000	$2,0 \pm 0,24^c$

Примітка: Результати статистично значущі при $a - P < 0,05$, $b - P < 0,01$, $c - P < 0,001$.

Аналіз промірів тіла корів-первісток показав, що імпортовані тварини відрізнялися від потомків наступних генерацій (табл. 5).

Таблиця 5

Проміри будови тіла корів-первісток різних генерацій ($\bar{x} \pm S.E.$)

Показники, одиниці виміру	Генерації			
	імпорт	I генерація	II генерація	III генерація
Кількість тварин	226	57	156	77
Проміри, см: висота в холці	135,5 $\pm$ 0,21	134,6 $\pm$ 0,71	133,4 $\pm$ 0,31	133,9 $\pm$ 0,43
висота в крижах	142,3 $\pm$ 0,23	140,6 $\pm$ 0,64	139,6 $\pm$ 0,35	139,9 $\pm$ 0,5
обхват грудей	205,1 $\pm$ 0,47	207,5 $\pm$ 1,09	207,3 $\pm$ 0,69	206,3 $\pm$ 1,07
глибина грудей	73,7 $\pm$ 0,15	71,2 $\pm$ 0,62	71,1 $\pm$ 0,3	71,5 $\pm$ 0,38
ширина грудей	50,8 $\pm$ 0,17	51,2 $\pm$ 0,47	51,2 $\pm$ 0,26	50,9 $\pm$ 0,35
довжина грудей	80,7 $\pm$ 0,22	79,9 $\pm$ 0,87	80,4 $\pm$ 0,48	80,1 $\pm$ 0,53
навискісна довжина тулуба	171,7 $\pm$ 0,33	176,8 $\pm$ 1,07	176,5 $\pm$ 0,77	178,6 $\pm$ 0,84
навискісна довжина задуги	56,6 $\pm$ 0,11	53 $\pm$ 0,27	52,5 $\pm$ 0,19	53,1 $\pm$ 0,2
ширина в клубках	51,6 $\pm$ 0,13	54,1 $\pm$ 0,33	54 $\pm$ 0,19	54,5 $\pm$ 0,23
ширина в кульшах	48,5 $\pm$ 0,12	50,9 $\pm$ 0,28	50,5 $\pm$ 0,18	51,1 $\pm$ 0,24
ширина в сідничних горбах	32,7 $\pm$ 0,13	34 $\pm$ 0,3	34,6 $\pm$ 0,19	35,2 $\pm$ 0,28

Висота в холці імпортованих тварин перевищувала показник корів I генерації на 0,8 см, II – на 2,0 см ($P < 0,001$), III – на 1,6 см ($P < 0,01$), а висота в крижах – відповідно на 1,7; 2,7; 2,4 см ($P < 0,001-0,05$). Перевага імпортованого поголів'я простежується і за глибиною грудей, де різниця склала 2,2-2,5 см ($P < 0,001$). За такими показниками як ширина та довжина грудей, істотних міжгрупових відмінностей не встановлено. Варто відмітити, що у корів I-III генерацій спостерігається збільшення деяких лінійних та поперечних розмірів тулуба. Навскісна довжина тулуба перевищувала показник імпортованих тварин на 4,8-6,9 см ($p < 0,001$), ширина в клубках – на 2,4-2,9 см ($p < 0,001$), у кульшах – на 2,0-2,6 см ($p < 0,001$), у сідничних горбах – на 1,3-2,4 см ($p < 0,001$). Натомість навскісна довжина задуги у імпорту була більшою на 3,6 -4,1 см ($p < 0,001$), що вказує на зміну пропорцій задньої частини тулуба у наступних поколіннях. Між I-III генераціями статистично значуща різниця у промірах виявлена лише у 2 випадках (6 %) із 33 порівнянь, що вказує на відносну стабільність показників у межах наступних генерацій.

Результати дисперсійного аналізу свідчать, що фактор «генерація» має статистично значущий вплив на більшість промірів будови тіла, проте його сила істотно варіює залежно від ознаки (табл. 6).

Найвищий рівень впливу (49,0 %) зафіксовано для навскісної довжини задуги. Високі значення частки впливу (16,1-25,4 %) також встановлено для ширини в сідничних горбах, кульшах та клубках. Менш виражений вплив (5,3-12,4 %) спостерігається на проміри висоти в холці, висоти в крижах, глибини грудей та навскісної довжини тулуба. Мінімальний вплив (1,6 %) генераційні зміни чинять на обхват грудей.

Оцінка екстер'єру худоби лише за промірами тіла не дає повного уявлення про пропорційність і гармонійність її розвитку. Більш інформативною є оцінка на основі індексів, які як відносні величини, відображають співвідношення промірів і дають змогу глибше проаналізувати тип будови тіла, вікові зміни та їх зв'язок із продуктивністю.

Таблиця 6

Сила впливу генерацій на показники промірів будови тіла

Ознака		Генерації		
		F	P	$\eta^2 \pm S.E., \%$
Число ступенів свободи	факторіальне	3		
	випадкове	512		
Проміри, см: висота в холці		9,49	0,0000	5,3 $\pm$ 0,58 ^c
висота в крижах		15,29	0,0000	8,2 $\pm$ 0,58 ^c
обхват грудей		2,78	0,0406	1,6 $\pm$ 0,59 ^a
глибина грудей		23,01	0,0000	11,9 $\pm$ 0,58 ^c
ширина грудей		0,54	0,6572	0,3 $\pm$ 0,59
довжина грудей		0,56	0,6410	0,3 $\pm$ 0,59
навискісна довжина тулуба		24,18	0,0000	12,4 $\pm$ 0,58 ^c
навискісна довжина заду		164,29	0,0000	49,0 $\pm$ 0,44 ^c
ширина в клубках		57,98	0,0000	25,4 $\pm$ 0,55 ^c
ширина в кульшах		52,50	0,0000	23,5 $\pm$ 0,55 ^c
ширина в сідничних горбах		32,75	0,0000	16,1 $\pm$ 0,57 ^c

Примітка: Результати статистично значущі при $a - P < 0,05$, $b - P < 0,01$, $c - P < 0,001$.

Аналіз індексів будови тіла свідчить корови досліджених генерацій характеризувалися типом будови тіла, притаманним тваринам комбінованого напрямку продуктивності. У процесі генераційних змін відмічено послідовну зміну пропорцій екстер'єру тварин у напрямку подовження тулуба та збільшення його об'єму (табл. 7).

Таблиця 7

Індекси будови тіла корів-первісток різних генерацій ($x \pm S.E.$)

Показники, одиниці виміру	Генерації			
	імпорт	I генерація	II генерація	III генерація
Кількість тварин	226	57	156	77
Індекси, %: довгоногості	45,5 $\pm$ 0,09	46,9 $\pm$ 0,51	46,6 $\pm$ 0,22	46,5 $\pm$ 0,29
розтягнутості	126,7 $\pm$ 0,20	131,5 $\pm$ 0,91	132,2 $\pm$ 0,58	133,4 $\pm$ 0,60
перерослості	105 $\pm$ 0,07	104,5 $\pm$ 0,29	104,6 $\pm$ 0,14	104,4 $\pm$ 0,18
грудний	68,9 $\pm$ 0,18	72,0 $\pm$ 0,83	72,1 $\pm$ 0,40	71,3 $\pm$ 0,49
компактності	119,4 $\pm$ 0,20	117,5 $\pm$ 0,97	117,7 $\pm$ 0,58	115,6 $\pm$ 0,69
масивності	151,4 $\pm$ 0,27	154,3 $\pm$ 10	155,3 $\pm$ 0,49	154 $\pm$ 0,64
широкогрудості	37,5 $\pm$ 0,11	38,0 $\pm$ 0,37	38,4 $\pm$ 0,2	38,0 $\pm$ 0,25
шилозадості	157,7 $\pm$ 0,49	159,3 $\pm$ 1,37	156,3 $\pm$ 0,81	155,4 $\pm$ 1,10

Так, індекс довгоногості у корів I–III генерацій вищий на 1,0–1,4% ($P < 0,001$ – $0,01$) у порівнянні з імпортом, що свідчить про відносне збільшення висоти кінцівок. Про гармонійність розвитку екстер'єру, зокрема у довжину, свідчить індекс

розтягнутості. За цим індексом тварини I-III генерацій переважали імпорт на 4,7-6,7 % ($P < 0,001$).

Показники, що характеризують розвиток тулуба, також мають тенденцію до зростання: індекс масивності потомків перевищував імпорт на 2,7-4,0 % ($P < 0,001-0,01$), а грудний індекс – на 2,4-3,1% ($P < 0,001$). Водночас індекс компактності знизився на 1,7% ($P < 0,01$) у корів II генерації та на 3,8% ($P < 0,001$) – у III генерації. Різниця за індексами перерослості, широкогрудості та шилозадості незначна і у більшості випадків статистично незначуща. У цілому корови досліджених генерацій характеризувалися типом будови тіла, притаманним тваринам комбінованого напрямку продуктивності.

За результатами дисперсійного аналізу фактор «генерація» чинить суттєвий вплив (21,8 %) на індекс розтягнутості у корів (табл. 8).

Таблиця 8

Сила впливу генерацій на індекси будови тіла

Ознака		Генерації		
		F	P	$\eta^2 \pm S.E., \%$
Число ступенів свободи	факторіальне	3		
	випадкове	512		
Індекси, %:				
довгоногості		0,0000	0,0000	5,1 $\pm$ 0,58 ^c
розтягнутості		0,0000	0,0000	21,8 $\pm$ 0,56 ^c
перерослості		0,0089	0,0089	2,2 $\pm$ 0,59 ^b
грудний		0,0000	0,0000	10,7 $\pm$ 0,58 ^c
компактності		0,0000	0,0000	5,4 $\pm$ 0,58 ^c
масивності		0,0000	0,0000	9,3 $\pm$ 0,58 ^c
широкогрудості		0,0020	0,0020	2,8 $\pm$ 0,59 ^b
шилозадості		0,0408	0,0408	1,6 $\pm$ 0,59 ^a

Примітка: Результати статистично значущі при $a - P < 0,05$, $b - P < 0,01$, $c - P < 0,001$.

Помірний вплив (5,1-10,7 %) зафіксовано на індекс довгоногості, перерослості, компактності та масивності. Мінімальний вплив (1,6-2,8%) даний фактор чинить на індекс розтягнутості, широкогрудості та шилозадості.

Висновки.

1. Встановлено, що кожна наступна генерація корів-первісток симентальської породи в умовах ПП «Галекс-Агро» відзначалася кращою молочною продуктивністю, відтворювальною здатністю та екстер'єрно-конституційними параметрами, що, на нашу думку, пояснюється комплексною дією адаптаційних процесів до локальних умов утримання, та реалізацією генетичного потенціалу внаслідок цілеспрямованого добору.

2. Імпортоване поголів'я корів статистично значуще поступалося потомкам наступних генерацій за надоем за повну лактацію і за 305 днів, вмістом жиру в молоці, кількістю молочного жиру, білка та їх, сумарною кількістю, відносною молочністю, водночас переважало їх за тривалістю лактації і вмістом білка.

3. Відтворювальна здатність суттєво покращилась у первісток II та III генерацій, що відображає успішний процес адаптації до нових господарсько-кліматичних

умов. Загалом обстежене поголів'я тварин характеризується середньою плодючістю, що підтверджують значення індексу (41,5-45,0) та виходу телят на 100 корів (86,8-93,3 гол).

4. У процесі генераційної зміни встановлено тенденцію до формування більш компактного типу будови тіла корів, що проявляється у зниженні висотних промірів та зміні пропорцій тулуба. Водночас відмічено подовження тулуба і покращення розвитку тазової частини. Генераційні зміни суттєво вплинули на навскісну довжину заду ($\eta_x^2 = 49,0 \%$), ширину в клубах ($\eta_x^2 = 25,4 \%$), кульшах ($\eta_x^2 = 23,5 \%$) та сідничних горбах ($\eta_x^2 = 16,1 \%$).

5. Аналіз індексів будови тіла свідчить, що корови-первістки досліджених генерацій відзначалися характерним для комбінованої худоби типом будови тіла. Найбільш виражений вплив генерацій встановлено для індексу розтягнутості ($\eta^2 = 21,8 \%$), грудного ($\eta_x^2 = 10,7 \%$) та масивності ($\eta_x^2 = 9,3 \%$).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Сегеда С., Третяк І. Статистичний аналіз виробництва продукції тваринництва в Україні. *Економіка і організація управління*. 2025. С. 102-117. DOI: <https://doi.org/10.31558/2307-2318.2024.4.11>.
2. Шпиль І.В., Федорович Є.І., Кузів М.І., Федорович В.В. Кузів Н.М. Прояв ознак молочної продуктивності корів залежно від продуктивності їх матерів та матерів батьків. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво*. Вип. 1 (52). С. 82-88. DOI: <https://doi.org/10.32782/bsnau.lvst.2023.1.12>
3. Кузів Н. М., Федорович Є. І., Кузів М. І. Вплив матерів на молочну продуктивність дочок чорно-рябої породи зарубіжної селекції. *Біологія тварин*. 2018. Т. 20. № 3. С. 131.
4. Зайцев Є. М. Господарські корисні ознаки корів голштинської породи різної селекції. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво*. 2018. Вип. 2 (34). С. 36-39.
5. Підпала Т. В., Зайцев Є. М. Оцінка молочної продуктивності корів голштинської породи різних генетико-екологічних поколінь. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво*. 2017. Вип. 5/1 (31). С. 134-138.
6. Федорович, Є.І., Ільницька О. Ю, Бабік Н. П. Молочна продуктивність високопродуктивних корів та їх потомків прикарпатського внутрішньопородного типу української червоно-рябої молочної породи. *Розведення і генетика тварин*. 2016. Вип. 52. С. 119-128.
7. Филь С.І., Федорович Є. І., Боднар П. В. Молочна продуктивність корів та їх нащадків різних поколінь. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво*. 2018. Вип. 7 (35). С. 55-60.
8. Козир В. С., Коваленко В. П., Геккієв А. Д. Продуктивність голштинів різної генетико-екологічної генерації і української чорно-рябої молочної породи в умовах Степової зони України. *Розведення і генетика тварин*. 2017. Вип. 53. С. 130-139.
9. Відтворювальна здатність корів та їх потомків різних генерацій / Є. І. Федорович та ін. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво*. 2019. Вип. 4 (39). С. 20-27. DOI: <https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2019.4.3>.
10. Федорович Є. І., Филь С. І., Боднар П. В. Екстер'єрні особливості корів та їх потомків різних генерацій у високопродуктивних стадах. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2019. Т. 21, № 91. С. 68-75. DOI: [10.32718/nvlvet-a9113](https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9113).

11. Войтенко С. Л. Генетичні ресурси сільськогосподарських тварин України на початку третього тисячоліття. *Розведення і генетика тварин*. 2019. Вип. 58. С. 110–119. DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.58>.
12. Почукалін А. Є., Прийма В. С., Різун О. В. Тенденції в активній частині популяції молочної худоби: стан та динаміка. *Науковий вісник «Асканія-Нова»*. 2021. No 14. С. 324–333. DOI: <https://doi.org/10.33694/2617-0787-2021-1-14-324-333>.
13. Прийма С. В., Полупан Ю. П., Даниленко В. П. Ефективність господарського використання корів різних країн та стад селекції. *Розведення і генетика тварин*. 2021. Вип. 62. С. 72–86. DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.62>.
14. Вплив генотипових і паратипових факторів на продуктивність молочної худоби / М. І. Бащенко та ін. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 3 (804). С. 55–60. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202003-08>.
14. Димчук А. В., Понько Л. П. Вплив генотипових і фенотипових чинників на молочну продуктивність корів. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2022. № 4 (98). DOI: <https://doi.org/10.31548/dopovidi2022.04.008>.
15. Крамаренко С. С., Кузьмічова Н. І., Крамаренко О. С. Аналіз взаємодії “генотип × середовище” на молочну продуктивність корів. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2018. Т. 20. № 89. С. 27–34.
16. Сірацький Й. З., Федорович Є.І., Кадиш В.О. Методи оцінки відтворної здатності худоби. *Методики наукових досліджень із селекції, генетики та біотехнології у тваринництві*. К.: Аграрна наука. 2005. С. 175–178.
17. Методи оцінки адаптаційної здатності тварин / Й. З. Сірацький та ін. *Методики наукових досліджень із селекції, генетики та біотехнології у тваринництві*. К.: Аграрна наука. 2005. С. 75–77.
18. Близнюченко О.Г. Біометрія: Монографія. Полтава. Редакційно видавничий відділ «Тетра» Полтавської державної аграрної академії, 2003. 346 с.

Дата першого надходження статті до видання: 30.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026

УДК 636.52/58.084.52:636.087.7

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.2.23>

ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ЯЄЦЬ КУРОК-НЕСУЧОК ЗА ВИКОРИСТАННЯ ПРОБІОТИКА

Мандрик Ю.Ю. – аспірант кафедри технології розведення, виробництва та переробки продукції дрібних тварин,
Вінницький національний аграрний університет
orcid.org/0009-0009-2748-6032

Побережець Ю.М. – к.с.-г.н.,
доцент кафедри технології розведення, виробництва та переробки продукції дрібних тварин,
Вінницький національний аграрний університет
orcid.org/0000-0002-1727-6105

Нині, у птахівництві актуальним питанням є застосування у годівлі біологічно-активних кормових добавок для одержання безпечної та якісної продукції. Тому, метою роботи було дослідження впливу пробіотика на яєчну продуктивність та якісні показники яєць курок-несучок. Для експерименту за принципом груп-аналогів відібрали курки-несучки кросу «Домінант», яких розділили на 4 групи по 150 голів у кожній. Дослідний період тривав 180 днів. Контрольна група споживала основний раціон (ОР) – повнораціонний комбікорм. Дослідній птиці додатково до раціону вводили пробіотичну кормову добавку. Встановлено, що за використання пробіотичної добавки у 3-й групі курок-несучок збільшується валовий збір яєць на 7,0 % ($p < 0,001$), несучість на початкову несучку за місяць на 6,7 % ($p < 0,01$), несучість на середню несучку за місяць на 5,5 % ($p < 0,05$) та інтенсивність несучості на 3,7 % ($p < 0,05$), проти контрольних даних. За дії досліджуваного пробіотика у годівлі курок-несучок збільшується маса яєць у 3-й на 4,6 % ($p < 0,001$), маса білка 3,2 % ($p < 0,01$) та жовтка на 8,4 % ($p < 0,05$), порівняно з контрольною групою. Слід відзначити, що за додаткового споживання пробіотика малий діаметр яєць був вищий у 3-й групі на 13,2 % ($p < 0,05$), індекс форми яйця на 2,2 % ($p < 0,001$) та об'єм яйця на 2,7 % ($p < 0,05$), відносно з контрольного показника. За згодовування куркам-несучкам пробіотичної кормової добавки підвищується висота щільного шару білка яєць у 3-й групі на 6,7 % ($p < 0,001$), великий діаметр щільного шару білка на 3,6 % ($p < 0,01$) та малий на 4,2 % ($p < 0,01$), проти контролю. Виявлено, що за використання у годівлі птиці пробіотичної кормової добавки у 3-й групі збільшується індекс білка на 3,2 % ($p < 0,001$), висота жовтка на 25,0 % ($p < 0,001$), великий діаметр жовтка яєць на 12,2 % ($p < 0,001$) та малий на 10,2 % ($p < 0,001$), порівняно з контрольною групою.

Ключові слова: курки-несучки, корм, несучість, пробіотик, якість яєць, яйця.

Mandryk Yu. Yu., Poberezhets Yu. M. Productivity and quality indicators of laying hen eggs using probiotics

Currently, in poultry farming, the use of biologically active feed additives in feeding is a relevant issue for obtaining safe and high-quality products. Therefore, the aim of the work was to study the effect of probiotics on egg production and quality indicators of eggs of laying hens. For the experiment, according to the principle of analogous groups, laying hens of the "Dominant" cross were selected, which were divided into 4 groups of 150 heads each. The experimental period lasted 180 days. The control group consumed the basic ration (BR) – complete feed. The experimental birds were additionally given a probiotic feed supplement to the diet. It was found that the use of probiotic additives in the 3rd group of laying hens increases the gross egg collection by 7.0% ($p < 0.001$), the egg production per initial layer per month by 6.7% ($p < 0.01$), the egg



© Мандрик Ю.Ю., Побережець Ю.М., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

production per average layer per month by 5.5% ($p < 0.05$) and the egg production intensity by 3.7% ($p < 0.05$), compared to control data. Under the influence of the studied probiotic in the feeding of laying hens, the mass of eggs in the 3rd group increased by 4.6% ($p < 0.001$), the mass of protein by 3.2% ($p < 0.01$) and the yolk by 8.4% ($p < 0.05$), compared to the control group. It should be noted that with additional consumption of the probiotic, the small diameter of eggs was higher in the 3rd group by 13.2% ($p < 0.05$), the egg shape index by 2.2% ($p < 0.001$) and the egg volume by 2.7% ($p < 0.05$), relative to the control indicator. When feeding laying hens with a probiotic feed supplement, the height of the dense layer of egg white in the 3rd group increases by 6.7% ($p < 0.001$), the large diameter of the dense layer of egg white by 3.6% ($p < 0.01$) and the small diameter by 4.2% ($p < 0.01$), compared to the control. It was found that when using a probiotic feed supplement in feeding poultry in the 3rd group, the protein index increases by 3.2% ($p < 0.001$), the height of the yolk by 25.0% ($p < 0.001$), the large diameter of the yolk by 12.2% ($p < 0.001$) and the small diameter by 10.2% ($p < 0.001$), compared to the control group.

Key words: laying hens, feed, egg production, probiotic, egg quality, eggs.

Постановка проблеми. Стале вирощування птиці є важливим для задоволення зростаючих потреб населення у якісних та безпечних продуктах харчування. Птахівництво давно визнало критичну важливість здоров'я кишківника, оскільки воно безпосередньо впливає на засвоєння поживних речовин, ефективність корму та загальну продуктивність птиці [7, 17].

Оскільки птахівнича промисловість продовжує шукати альтернативи антибіотикам-стимуляторам росту, використання пробіотиків та інших добавок, що поліпшують здоров'я кишківника, стає дедалі важливішим компонентом сталого та ефективного виробництва якісної продукції птахівництва [2, 5].

Пробіотики, живі мікроорганізми, що забезпечують користь для здоров'я птиці, поліпшують стан кишківника шляхом конкурентного виключення патогенів, модуляції імунітету, вироблення антимікробних сполук та покращення цілісності кишкового бар'єру. Застосування пробіотиків підвищує показники росту, ефективність конверсії корму, приріст маси тіла та якість продукції, сприяючи росту м'язової маси та зменшуючи відкладення жиру. Для курей-несучок пробіотики підвищують виробництво та якість яєць. Ці переваги пов'язані з більшим використанням поживних речовин, збалансованим мікробіомом та зменшенням шлунково-кишкових розладів [4, 15].

Пробіотики – це переважно корисні бактерії та дріжджі, які борються з патогенними бактеріями, посилюють імунну систему та відновлюють мікробний баланс кишківника. Вони діють як природні альтернативи антибіотикам-стимуляторам росту, підвищуючи засвоєння поживних речовин, збільшуючи приріст маси тіла та зменшуючи навантаження патогенами, такими як сальмонела та кишкова паличка [12, 20].

Кишковий мікробіом відіграє вирішальну роль у загальному стані здоров'я та продуктивності птиці. Вплив пробіотиків на кишковий мікробіом у птиці є значним, оскільки вони поліпшують здоров'я кишечника, підвищують показники росту та служать альтернативою антибіотикам. Пробіотики модулюють кишкову мікробіоту, сприяючи розвитку корисних бактерій та зменшуючи кількість патогенних штамів, що має вирішальне значення для здоров'я та продуктивності птиці [6, 13, 16].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Правильно дозовані пробіотики поліпшують мікробний баланс кишечника, стійкість до колонізації проти інфекцій та імунологічні реакції. Зокрема, Prado-Rebolledo et al., [18], повідомляє про позитивний вплив пробіотиків на продуктивність птиці.

Механізм дії пробіотиків полягає у підтримці здорового балансу бактерій у кишечнику шляхом конкурентного виключення, тобто процесу, за допомогою

якого корисні бактерії витісняють потенційно патогенні бактерії шляхом конкуренції за місця прикріплення в кишечнику та поживні речовини, та запобігання надмірному росту шкідливих бактерій у кишківнику. Ці корисні мікроорганізми можуть допомогти виключити патогени, зміцнити кишковий бар'єр та модулювати імунну відповідь, що призводить до підвищення продуктивності та зниження сприйнятливості до захворювань птиці [9, 21].

Halder та ін., [8] вважають, що на ефективність пробіотиків у птахівництві може впливати кілька факторів, зокрема такі: штам пробіотиків та доза. Вибір штаму пробіотиків та відповідне дозування мають вирішальне значення для досягнення бажаних ефектів. На думку Molinaro та ін., [13] різні штами пробіотиків можуть мати різні механізми дії та ефективність у птиці.

Вчені Hassan та ін., [10], визначили, що додавання пробіотиків до раціону птиці збільшувало несучість, якість яєць та знижувало споживання корму.

Метою роботи було визначення впливу пробіотика на яєчну продуктивність та якісні показники яєць курок-несучок.

Методика досліджень. Для експерименту за принципом груп-аналогів відібрали курки-несучки кросу «Домінант», яких розділили на 4 групи по 150 голів у кожній. Дослідний період тривав 180 діб. Контрольна група споживала основний раціон (ОР) – повнораціонний комбікорм. Дослідній птиці додатково до раціону вводили пробіотичну кормову добавку Actisaf® Sc 47 STD у різних дозах (табл. 1).

Таблиця 1

Схема досліді з використання пробіотика у годівлі курок-несучок

Група	Кількість тварин у групі, голів	Основний період досліді (тривалість для курок-несучок – 180 діб)
1-контрольна	150	ОР (повнораціонний комбікорм)
2-дослідна	150	ОР+ 0,125 г/т Actisaf® Sc 47 STD
3-дослідна	150	ОР+ 0,25 г/т Actisaf® Sc 47 STD
4-дослідна	150	ОР+ 0,5 г/т Actisaf® Sc 47 STD

Несучість курок-несучок розраховували шляхом щоденного обліку кількості знесених яєць протягом досліді. Для дослідження якісних показників яєць було відібрано по 10 штук яєць з кожної групи, згідно методики [1].

Під час проведення досліджень визначали морфологічні показники якості яєць курок-несучок, масу яєць та його складових частин: шкаралупи, жовтка і білка, шляхом зважування на електронних вагах Axis AD 500 (Польща) з точністю до 0,001г. Вивчали зміни форми та розмірів яєць: великий та малий діаметр яйця, діаметр та висоту повітряної камери, висоту та діаметр білка і жовтка використовуючи цифровий штангенциркуль та визначали товщину шкаралупи за допомогою мікрометра Mitutoyo 103-137 (Японія).

Статистичну обробку даних здійснювали використовуючи дисперсійний аналіз ANOVA. За критерієм Стюдента розбіжності між вибірками вважали статистично вірогідними при $p < 0,05$, $p < 0,01$ та $p < 0,001$ [3].

Результати досліджень. За результатами досліді виявлено, що за згодовування пробіотичної добавки у 3-й групі курок-несучок спостерігається найбільший валовий збір яєць за дослід, що більше на 7,0% проти контрольної групи (табл. 2).

Таблиця 2

Вплив пробіотика на яєчну продуктивність курок-несучок, $\bar{x} \pm SD$, $n=150$

Показник	Група			
	1–контрольна	2–дослідна	3–дослідна	4–дослідна
Валовий збір яєць, шт.:				
– за дослід	17425	17854	18648	18240
– за місяць	2904,1 $\pm$ 27,71	2975,6 $\pm$ 26,58	3108,0 $\pm$ 26,01***	3040,0 $\pm$ 21,37***
Несучість на початкову несучку, шт.:				
– за дослід	116,2	119,0	124,3	121,6
– за місяць	19,4 $\pm$ 0,32	19,8 $\pm$ 0,43	20,7 $\pm$ 0,39**	20,2 $\pm$ 0,25*
Несучість на середню несучку, шт.:				
– за дослід	119,3	121,4	126,0	122,4
– за місяць	19,9 $\pm$ 0,38	20,2 $\pm$ 0,49	21,0 $\pm$ 0,41*	20,4 $\pm$ 0,33
Інтенсивність несучості, %	66,3 $\pm$ 1,36	67,5 $\pm$ 1,44	70,0 $\pm$ 1,25*	68,0 $\pm$ 1,32
Збереженість поголів'я, %	96,6	97,3	99,3	98,6

За використання пробіотика підвищується валовий збір яєць за місяць у 3-й групі птиці на 7,0 % ($p < 0,001$) та у 4-й на 4,7 % ($p < 0,001$), порівняно з контрольним показником.

Слід відзначити, що додаткове споживання пробіотичної добавки збільшує рівень несучості на початкову несучку за місяць у 3-й групі на 6,7 % ($p < 0,01$) та у 4-й на 4,1 %, відносно контрольного значення.

За дії досліджуваної добавки, несучість на середню несучку за місяць та інтенсивність несучості більша у 3-й групі курок-несучок відповідно на 5,5 % ($p < 0,05$) та 3,7 % ($p < 0,05$) проти контрольних даних.

Додаткове використання пробіотика у годівлі курок-несучок збільшує масу яєць у 2-й групі на 1,8 % ($p < 0,001$), у 3-й на 4,6 % ($p < 0,001$) та у 4-й на 3,6 % ($p < 0,001$), відносно контрольного показника (табл. 3).

Таблиця 3

Маса складових яйця курок-несучок за дії пробіотика, $\bar{x} \pm SD$, $n=10$

Група	Маса яйця, г	Маса білка, г	Маса жовтка, г	Маса шкаралупи, г
1-контрольна	61,2 $\pm$ 0,63	37,6 $\pm$ 0,32	16,6 $\pm$ 0,27	7,0 $\pm$ 0,22
2-дослідна	62,3 $\pm$ 0,59***	38,2 $\pm$ 0,36	17,0 $\pm$ 0,25	7,1 $\pm$ 0,26
3-дослідна	64,0 $\pm$ 0,55***	38,8 $\pm$ 0,25**	18,0 $\pm$ 0,22***	7,2 $\pm$ 0,27
4-дослідна	63,4 $\pm$ 0,61***	38,5 $\pm$ 0,28*	17,8 $\pm$ 0,24**	7,1 $\pm$ 0,24

Застосування пробіотичної кормової добавки у раціоні курок-несучок підвищує масу білка та жовтка у 3-й групі на 3,2 % ($p<0,01$) і 8,4 % ($p<0,05$) та 4-й на 2,4 % ($p<0,001$) і на 7,2 % ($p<0,01$) відповідно, порівняно з контрольною групою.

Виявлено, що за споживання пробіотика малий діаметр яєць був вищий у 3-й групі на 13,2 % ($p<0,05$), відносно контролю (табл. 4).

Необхідно зауважити, що за використання пробіотика індекс форми яйця у курок-несучок 2-ї групи був більший на 0,9 % ($p<0,05$) у 3-й на 2,2 % ($p<0,001$) та у 4-й на 1,7 % ($p<0,01$), проти контрольного значення.

Крім того, з дії пробіотичної добавки у курок-несучок підвищується об'єм яйця у 3-й на 2,7 % ($p<0,05$), порівняно з контрольним зразком.

Таблиця 4

Фізико-морфологічні показники яєць, $\bar{x} \pm SD$, $n=10$

Показник	Група			
	1-контрольна	2-дослідна	3-дослідна	4-дослідна
Великий діаметр, мм	$5,0 \pm 0,21$	$5,2 \pm 0,26$	$5,5 \pm 0,25$	$5,4 \pm 0,27$
Малий діаметр, мм	$3,8 \pm 0,16$	$4,0 \pm 0,18$	$4,3 \pm 0,17^*$	$4,2 \pm 0,15$
Співвідношення діаметрів	$1,31 \pm 0,08$	$1,30 \pm 0,09$	$1,25 \pm 0,07$	$1,28 \pm 0,06$
Індекс форми яєць, %	$76,0 \pm 0,26$	$76,9 \pm 0,34^*$	$78,2 \pm 0,29^{***}$	$77,7 \pm 0,36^{**}$
Діаметр повітряної камери, мм	$16,2 \pm 0,32$	$16,1 \pm 0,36$	$15,8 \pm 0,29$	$16,1 \pm 0,34$
Висота повітряної камери, мм	$2,3 \pm 0,14$	$2,2 \pm 0,18$	$2,0 \pm 0,16$	$2,1 \pm 0,12$
Об'єм яйця, мл	$57,6 \pm 0,56$	$58,4 \pm 0,42$	$59,2 \pm 0,45^*$	$58,8 \pm 0,52$
Питома щільність, г/см ³	$1,076 \pm 0,034$	$1,077 \pm 0,035$	$1,080 \pm 0,026$	$1,079 \pm 0,028$
Товщина шкаралупи, мм	$0,31 \pm 0,012$	$0,30 \pm 0,011$	$0,29 \pm 0,009$	$0,30 \pm 0,010$

Встановлено, що за згодовування куркам-несучкам пробіотичної кормової добавки збільшується висота щільного шару білка яєць у 3-й групі на 6,7 % ($p<0,001$) та 4-й на 4,0 % ($p<0,01$), відносно контролю (табл. 5).

Додаткове використання у годівлі птиці пробіотика сприяє підвищенню великого та малого діаметру щільного шару білка у 3-й групі відповідно на 3,6 % ($p<0,01$) і 4,2 % ($p<0,01$) та у 4-й на 2,4 та 2,8 % ($p<0,05$), проти контрольної групи.

Зафіксовано, що за споживання пробіотичної кормової добавки у 3-й і 4-й групах курок-несучок збільшується індекс білка відповідно на 3,2 % ($p<0,001$) та 2,1 % ($p<0,01$), порівняно з контрольною групою.

Слід відзначити, що за додаткового застосування досліджуваного пробіотика висота жовтка яєць вища у 3-й групі птиці на 25,0 % ($p<0,001$) та у 4-й на 16,7 % ($p<0,05$), ніж у контрольному значенні.

За додаткового споживання пробіотичної кормової добавки підвищується великий та малий діаметр жовтка яєць у 2-й групі птиці відповідно на 4,8 % ($p<0,05$) та 2,5% у 3-й на 12,2 % ($p<0,001$) та 10,2 % ($p<0,001$) у 4-й на 7,3 % ($p<0,001$) та 7,7% ($p<0,05$), відносно контрольного зразка.

Таким чином, продукцію птахівництва з корисними для здоров'я властивостями можна отримати з використанням пробіотиків, які позитивно впливають на виробничі показники та якість яєць у курок-несучок.

Таблиця 5

Вплив пробіотику на якісні показники яєць курок-несучок, $\bar{x} \pm SD$, n=10

Показник	Група			
	1-контрольна	2-дослідна	3-дослідна	4-дослідна
Висота щільного шару білка, мм	$7,4 \pm 0,07$	$7,5 \pm 0,09$	$7,9 \pm 0,05^{***}$	$7,7 \pm 0,06^{**}$
Великий діаметр щільного шару білка, см	$8,3 \pm 0,08$	$8,4 \pm 0,06$	$8,6 \pm 0,07^{**}$	$8,5 \pm 0,09$
Малий діаметр щільного шару білка, см	$7,2 \pm 0,06$	$7,3 \pm 0,08$	$7,5 \pm 0,05^{**}$	$7,4 \pm 0,07^*$
Індекс білка	$0,95 \pm 0,005$	$0,95 \pm 0,006$	$0,98 \pm 0,004^{***}$	$0,97 \pm 0,003^{**}$
Висота жовтка, см	$1,2 \pm 0,06$	$1,3 \pm 0,05$	$1,5 \pm 0,03^{***}$	$1,4 \pm 0,04^*$
Великий діаметр жовтка, см	$4,1 \pm 0,05$	$4,3 \pm 0,07^*$	$4,6 \pm 0,09^{***}$	$4,4 \pm 0,06^{***}$
Малий діаметр жовтка, см	$3,9 \pm 0,07$	$4,0 \pm 0,05$	$4,3 \pm 0,06^{***}$	$4,2 \pm 0,10^*$
Індекс жовтка	$0,30 \pm 0,05$	$0,31 \pm 0,07$	$0,34 \pm 0,06$	$0,33 \pm 0,08$
Одиниці ХАУ	86	86	88	87

Висновки та перспективи подальших досліджень. Додаткове використання пробіотичної добавки у годівлі курок-несучок дає змогу збільшити валовий збір яєць на 7,0%, несучість на початкову несучку за місяць на 6,7 %, несучість на середню несучку за місяць на – 5,5 % та інтенсивність несучості на 3,7 %, проти контрольного показника. Встановлено, що за використання пробіотику у курок-несучок збільшується маса яєць на 4,6 %, білка на 8,4 %, жовтка на 7,2 %, малий діаметр яєць на 13,2 % індекс форми яйця на 2,2 % та об'єм яйця на 2,7 % порівняно з контрольним зразком. За споживання курками-несучками пробіотичної кормової добавки підвищується висота щільного шару білка яєць на 6,7 %, великий діаметр щільного шару білка на 3,6 %, малий діаметр на 4,2 % та індекс білка на 3,2 %, відносно контрольного значення. За додаткового застосування досліджуваного пробіотику підвищується висота жовтка яєць на 25,0 %, великий діаметр жовтка на 12,2 % та малий та 10,2%, проти контрольних даних.

Перспективи подальших досліджень полягають у дослідженні впливу пробіотичної добавки на продуктивність та якість м'яса курчат-бройлерів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Ібатуллін І.І., Жукорський О.М. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві. Київ. *Аграрна наука*, 2017. 328с.
- Качанов І. О., Побережець Ю. М. Яєчна продуктивність перепелів за використання пробіотичної добавки. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Серія «Сільськогосподарські науки», 2025, т 27, № 102. 96-101. DOI: 10.32718/nvvet-a10214
- Руденко В. М. Математична статистика. К.: Центр учбової літератури, 2012. 304 с.
- Чудак Р. А., Побережець Ю. М., Купчук І. М., Вугляр В.С. Використання кормових добавок і комбікормів нового покоління у годівлі свиней та птиці : монографія. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2022. 248 с.

5. Bindari, Y.R. & Gerber, P.F. Centennial review: Factors affecting the chicken gastrointestinal microbial composition and their association with gut health and productive performance. *Poultry Science*, 2022. Vol. 101(1), 101612.
6. Chen, L., Bai, X., Wang, T., Liu, J., Miao, X., Zeng, B., & Li, D. Gut Microbial Diversity Analysis of Different Native Chickens and Screening of Chicken-Derived Probiotics. *Animals*, 2023. Vol. 13, 3672.
7. Chudak R.A., & Kazmiruk L.V. Productivity and metabolism in broilers under the action of compound feeds of different composition. *Slovak international scientific journal*, 2020. № 46, Vol. 1, P. 58-64.
8. Halder, N., Sunder, J., De, A. K., Bhattacharya, D., & Joardar, S. N. Probiotics in poultry: a comprehensive review. *The Journal of Basic and Applied Zoology*, 2024. 85(1), 23. DOI:10.1186/s41936-024-00379-5
9. Hamilton, R. M. G. A comparison of the various equations published for the estimation of characteristics of hen's eggs, the importance of reporting the compression rate for shell strength measurements, and distinction between egg specific gravity and density. *World's Poultry Science Journal*, 2022. Vol. 78(2), 447–466. DOI:10.1080/00439339.2022.2026202
10. Hassan, M. R., Sultana, S., Al Rahman, M. O., Rabbani, M. A. G., Sarker, N. R., Ju, Y. C., & Ryu, K. S. Effect of feeding various probiotics on performance, blood properties, egg quality, and yolk fatty acid composition of laying hens. *Australian Journal of Science and Technology*, 2019. Vol. 3(1), 37-41.
11. Kabir, S.M.L. The Role of Probiotics in the Poultry Industry. *Int. J. Mol. Sci.*, 2009. 10, 3531–3546.
12. Khasanah, H., Kusbianto, D.E., Purnamasari, L., Dela Cruz, J.F., Widianingrum, D.C., & Hwang, S.G. Modulation of Chicken Gut Microbiota for Enhanced Productivity and Health: A Review. *Veterinary World*, 2024. Vol. 17, 1073–1083.
13. Molinaro, F., Paschetta, E., Cassader, M., Gambino, R., & Musso, G. Probiotics, Prebiotics, Energy Balance, and Obesity: Mechanistic Insights and Therapeutic Implications. *Gastroenterology Clinics of North America*, 2012. Vol. 41, 843–854.
14. Mugwanda, K., Hamese, S., Van Zyl, W.F., Prinsloo, E., DuPlessis, M., Dicks, L.M. T., & Thimiri Govinda Raj, D. B. Recent advances in genetic tools for engineering probiotic lactic acid bacteria. *Bioscience reports*, 2023. Vol. 43(1), BSR20211299. DOI:10.1042/BSR20211299
15. Naissinger da Silva, M., Tagliapietra, B. L., Flores, V. D. A., & Pereira Dos Santos Richards, N. S. In vitro test to evaluate survival in the gastrointestinal tract of commercial probiotics. *Current research in food science*, 2021. Vol. 4, 320–325. DOI: 10.1016/j.crfs.2021.04.006
16. Poberezhets J.M., Chudak R.A., Razanova O.P., Skoromna O.I., Farionik T.V., Ohorodnichuk G.M., Holubenko T.L., & Glavatchuk V.A. Effect of dry extract from *Saccharomyces cerevisiae* culture with selenium-containing amino acids on the productivity and chemical composition of meat of broiler chickens. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 2023. Vol. 14, Is. 2, P. 161–164. DOI:10.15421/022324
17. Poberezhets, J. M., Chudak, R. A., Novgorodska, N. V., Skoromna, O. I., Glavatchuk V. A., Farionik, T. V., & Kolehko, A. V. Effects of a probiotic containing the spore-forming bacterium *Bacillus subtilis* on the productivity, egg quality, and hematological parameters in quails. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 2025. Vol. 16(3), e25141. DOI: 10.15421/0225141
18. Prado-Rebolledo, O.F., de Jesus Delgado-Machuca, J., Macedo-Barragan, R.J., Garcia-Márquez, L.J., Morales-Barrera, J.E., Latorre, J.D., Hernandez-Velasco, X., & Tellez, G. Evaluation of a Selected Lactic Acid Bacteria-Based Probiotic on *Salmonella enterica* Serovar Enteritidis Colonization and Intestinal Permeability in Broiler Chickens. *Avian Pathol*, 2017. Vol. 46, 90–94.

19. Schrezenmeir, J., & de Vrese, M. Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics-Approaching a Definition. *Am J. Clin. Nutr.* 2001.Vol. 73. 361S–364S.
20. Vanderpool, C., Yan, F., & Polk, D.B. Mechanisms of Probiotic Action: Implications for Therapeutic Applications in Inflammatory Bowel Diseases. *Inflamm. Bowel Dis.*, 2008. Vol.14, 1585–1596
21. Yadav, M., & Shukla, P. Efficient engineered probiotics using synthetic biology approaches: A review. *Biotechnology and applied biochemistry*, 2020. Vol. 67(1), 22–29. DOI: 10.1002/bab.1822

Дата першого надходження статті до видання: 27.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026

УДК 636.4:636.086

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.2.24>

МЕТАБОЛІЧНИЙ АНАЛІЗ ПЛАЗМИ ТА ЙОГО ЗВ'ЯЗОК З ІМУННОЮ ФУНКЦІЄЮ ТА МЕТАБОЛІЧНИМИ ЗМІНАМИ У МОЛОЧНИХ КОРІВ ГОЛШТИНСЬКОЇ ПОРОДИ В ПЕРИПАРТАЛЬНОМУ ПЕРІОДІ

Мищенко О.В. – аспірант,

Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця господарства

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0009-0006-9603-2163

Сидоренко О.В. – к.с.-г.н., с.н.с.,

завідувач відділу генетичних ресурсів тварин,

Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця господарства

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0000-0003-2429-9361

Осадча Ю.В. – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри прикладної біології, розведення та генетики тварин,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

orcid.org/0000-0003-4126-2456

Перехідний період у молочних корів, що охоплює приблизно 21 день до та після отелення, є одним із найбільш критичних етапів у фізіологічному циклі тварин. У цей час відбуваються значні метаболічні, гормональні та імунологічні зміни, пов'язані з переходом від стану тільності до початку лактації. Через різке зростання енергетичних потреб організму та одночасне зниження споживання корму у корів часто формується негативний енергетичний баланс. У таких умовах організм змушений мобілізувати жирові резерви, що супроводжується підвищенням концентрації неестерифікованих жирних кислот у крові. Надмірна мобілізація ліпідів може призводити до метаболічного навантаження на печінку, розвитку оксидативного стресу та зниження імунної функції організму.

У дослідженні проаналізовано взаємозв'язок між метаболічними змінами та показниками імунної системи у молочних корів у перипартурієнтний період. Для цього було застосовано нетаргетний метаболомний аналіз плазми крові корів у різні часові точки відносно отелення (–7, 0, +7 та +21 день). Паралельно визначали імунологічні показники, зокрема імуноглобулін G (IgG), фактор некрозу пухлин α (TNF- α) та інтерлейкін-2 (IL-2). Отримані результати свідчать про те, що негативний енергетичний баланс у транзитний період супроводжується підвищенням концентрації неестерифікованих жирних кислот та змінами у рівнях імунних показників, що може вказувати на пригнічення імунної відповіді.

Метаболомний аналіз дозволив виявити низку метаболітів, концентрація яких суттєво змінювалася в період навколо отелення. Найбільш значущими серед них були L-триптофан, лінолева кислота, L-глутамат і таурин, які беруть участь у регуляції енергетичного обміну, антиоксидантного захисту та імунної функції організму. Отримані результати свідчать про тісний взаємозв'язок між метаболічними процесами та станом імунної системи у молочних корів у перехідний період. Подальші дослідження у цьому напрямі можуть сприяти вдосконаленню методів ранньої діагностики метаболічних порушень та підвищенню ефективності профілактики захворювань у молочному скотарстві.

Ключові слова: перехідний період, молочні корови, негативний енергетичний баланс, метаболоміка, неестерифіковані жирні кислоти, амінокислотний обмін, імунна функція, перипартурієнтний період.



Mishchenko O.V., Sydorenko O.V., Osadcha Yu.V. Metabolic analysis of plasma and its relationship with immune function and metabolic changes in Holstein dairy cows during the periparturient period

The transition period in dairy cows, which includes approximately 21 days before and after calving, is considered one of the most critical stages in the physiological cycle of animals. During this time, significant metabolic, hormonal, and immunological changes occur as the organism shifts from pregnancy to the onset of lactation. Due to the sharp increase in the body's energy requirements and the simultaneous decrease in feed intake, dairy cows often develop a negative energy balance. Under such conditions, the organism is forced to mobilize fat reserves, which is accompanied by an increase in the concentration of non-esterified fatty acids in the blood. Excessive lipid mobilization may lead to metabolic overload of the liver, the development of oxidative stress, and a decrease in immune function.

This study analyzed the relationship between metabolic changes and immune system indicators in dairy cows during the periparturient period. For this purpose, a non-targeted metabolomic analysis of cow plasma was performed at different time points relative to calving (-7, 0, +7, and +21 days). In parallel, immunological parameters were determined, including immunoglobulin G (IgG), tumor necrosis factor alpha (TNF- α), and interleukin-2 (IL-2). The results indicate that negative energy balance during the transition period is accompanied by increased concentrations of non-esterified fatty acids and changes in immune parameters, which may indicate suppression of the immune response.

Metabolomic analysis revealed several metabolites whose concentrations changed significantly during the period around calving. The most notable among them were L-tryptophan, linoleic acid, L-glutamate, and taurine, which are involved in the regulation of energy metabolism, antioxidant defense, and immune function. The obtained results indicate a close relationship between metabolic processes and the state of the immune system in dairy cows during the transition period. Further studies in this area may contribute to improving methods for early diagnosis of metabolic disorders and increasing the effectiveness of disease prevention in dairy cattle farming.

Key words: transition period, dairy cows, negative energy balance, metabolomics, non-esterified fatty acids, amino acid metabolism, immune function, periparturient period.

Актуальність теми досліджень. Двадцять один день до та після отелення у молочних корів зазвичай визначають як транзитний (перехідний) період [1]. Цей етап є одним із найбільш критичних у фізіологічному циклі тварини, оскільки саме в цей час відбувається інтенсивна перебудова обмінних процесів, гормональної регуляції та функціонування імунної системи. У цей період організм корови переходить від стану тільності до отелення та початку лактації, що супроводжується значними фізіологічними і метаболічними змінами [2]. Різке зростання потреби в поживних речовинах і енергії для синтезу молока та підтримання життєдіяльності організму створює значне навантаження на метаболічні системи тварини.

Однією з основних проблем у цей період є розвиток вираженого негативного енергетичного балансу (NEB), який виникає тоді, коли надходження енергії з кормом не відповідає підвищеним енергетичним потребам організму, пов'язаним із завершенням тільності та початком лактації [3,4]. Унаслідок цього корови змушені використовувати внутрішні енергетичні резерви, насамперед жирові депо. Особливо вираженим це явище є у корів третьої та наступних лактацій, у яких спостерігається суттєве зниження споживання сухої речовини корму. За даними досліджень, протягом 14 днів перед отеленням цей показник може зменшуватися приблизно на 52% [5,6].

Зменшення споживання корму та зростання енергетичних потреб призводять до інтенсивної мобілізації жирових запасів організму. У результаті цього значна частина втрати маси тіла корів у перипартурієнтний період пов'язана саме з використанням жирової тканини як джерела енергії. За оцінками дослідників, близько 60–80% загальної втрати маси тіла у цей період припадає на мобілізацію жирових

резервів [7,8]. Така метаболічна адаптація дозволяє частково компенсувати дефіцит енергії, однак надмірна мобілізація ліпідів може призводити до розвитку метаболічних порушень, що негативно впливають на стан здоров'я, імунну функцію та продуктивність молочних корів.

Унаслідок активної мобілізації жирових резервів у жировій тканині відбувається підвищення утворення неестерифікованих жирних кислот (NEFA), які надходять у кровообіг і використовуються організмом як альтернативне джерело енергії [9]. Підвищення концентрації NEFA у плазмі крові є важливим показником інтенсивності ліполізу та метаболічної адаптації організму корів до умов негативного енергетичного балансу. Однак надмірна мобілізація жиру може спричиняти значне метаболічне навантаження на печінку, що часто супроводжується накопиченням ліпідів у гепатоцитах, розвитком ліпідної пероксидації та утворенням великої кількості вільних радикалів. Такі процеси можуть призводити до виникнення оксидативного стресу та порушення функціонування імунної системи організму [10].

Згідно з даними Ospina та співавт., корови, у яких концентрація NEFA у крові перевищує 0,29 ммоль/л у передродовий період або 0,57 ммоль/л у післяродовий період, мають значно вищий ризик розвитку метаболічних і післяродових захворювань, зокрема затримання посліду, кетозу та зміщення сичуга [11]. Це свідчить про важливу роль ліпідного метаболізму у формуванні загального фізіологічного стану тварини у перехідний період. Водночас транзитний період характеризується не лише активною мобілізацією ліпідів, але й суттєвими змінами інших метаболічних процесів, зокрема обміну глюкози, амінокислот і енергетичного метаболізму загалом.

Питання перебудови метаболічних шляхів та їхнього значення для підтримання здоров'я у перипартурієнтних молочних корів є предметом численних наукових досліджень. За даними Reynolds та співавт., приблизно 10–30% амінокислот у цей період можуть використовуватися як субстрат для синтезу глюкози в печінці шляхом глюконеогенезу, що дозволяє частково компенсувати дефіцит енергії в умовах негативного енергетичного балансу [12]. Дослідження Luo та співавт. показали, що під час отелення у плазмі крові корів відбуваються значні зміни концентрацій окремих амінокислот, зокрема валіну (Val), ізолейцину (Ile), триптофану (Trp), глутамату (Glu) та аргініну (Arg) [13]. Подібні результати отримали Zhang та співавт., які виявили суттєве підвищення рівнів ізолейцину (Ile), лейцину (Leu), лізину (Lys) та кінуреніну (Kyn) у сироватці крові корів, хворих на кетоз [14].

Незважаючи на значну кількість досліджень, механізми регуляції амінокислотного метаболізму в перипартурієнтний період залишаються недостатньо вивченими. Багато аспектів взаємодії між метаболічними процесами та імунною функцією організму корів потребують подальшого дослідження.

Сучасні підходи до вивчення метаболічних процесів у тварин включають застосування метаболоміки – потужного аналітичного інструменту, що дозволяє комплексно досліджувати профіль метаболітів у біологічних зразках і виявляти потенційні біомаркери різних фізіологічних та патологічних станів [15–17]. Останніми роками метаболомі технології активно використовуються у дослідженнях жуйних тварин, що дозволяє більш глибоко аналізувати зміни біохімічних процесів та взаємозв'язки між окремими метаболітами у різних фізіологічних умовах [18,19].

У зв'язку з цим було висунуто гіпотезу, що зміни у метаболічному профілі плазми крові можуть відігравати важливу роль у регуляції імунної функції молочних корів у транзитний період. Для перевірки цієї гіпотези було використано

нетаргетний метаболомний аналіз, який дозволив ідентифікувати диференційні метаболіти у різні часові точки відносно отелення (-7, 0, +7 та +21 день). Крім того, у дослідженні було проаналізовано основні показники імунної системи, зокрема імуноглобулін G (IgG), фактор некрозу пухлин α (TNF- α) та інтерлейкін-2 (IL-2).

Імуноглобулін G є одним із ключових компонентів гуморального імунітету ссавців і відіграє важливу роль у захисті організму від патогенних мікроорганізмів [20]. Фактор некрозу пухлин α належить до групи прозапальних цитокінів і бере участь у регуляції диференціації та функціональної активності імунних клітин [21]. Інтерлейкін-2, у свою чергу, стимулює проліферацію Т-лімфоцитів і сприяє посиленню імунної відповіді як Т-, так і В-клітин [22]. Саме тому ці показники були використані як індикатори, що дозволяють прямо або опосередковано оцінити імунний статус молочних корів у перипартурієнтний період.

Метою цього дослідження було вивчити взаємозв'язок між метаболічними змінами та імунною функцією у перипартурієнтних молочних корів. Отримані результати сприятимуть глибшому розумінню метаболічної регуляції та можуть бути корисними для подальших досліджень, спрямованих на підтримання здоров'я молочної худоби.

Результати досліджень. Отримані результати дослідження підтверджують важливу роль метаболічних змін у формуванні імунного статусу молочних корів у перипартурієнтний період. Відомо, що у цей час організм тварини зазнає значних фізіологічних і метаболічних перебудов, пов'язаних із переходом від тільності до лактації. За даними Reynolds та співавт. [23], наприкінці вагітності молочним коровам необхідно приблизно 1 кг глюкози на добу, тоді як протягом перших трьох тижнів після отелення потреба у ній зростає до 2,5 кг на добу. Таке різке збільшення потреби у глюкозі зумовлене інтенсивним синтезом молока та підвищеними енергетичними витратами організму.

У зв'язку з тим, що споживання корму у цей період часто не покриває зростаючі енергетичні потреби, організм корів змушений мобілізувати власні жирові резерви. Цей процес супроводжується підвищеним вивільненням неестерифікованих жирних кислот (NEFA) у кров'яне русло [25]. Концентрація NEFA у плазмі крові є одним із найважливіших біохімічних показників, що характеризують інтенсивність мобілізації жирових запасів організму. Ospina та співавт. [11] повідомляють, що критичні концентрації NEFA становлять приблизно 0,29 ммоль/л у передродовий період та 0,57 ммоль/л у післяродовий період. Перевищення цих значень свідчить про значну мобілізацію жиру та підвищений ризик розвитку метаболічних порушень.

Мобілізація жиру, як правило, починається ще за кілька тижнів до отелення і значно посилюється під час та після отелення, оскільки потреба у чистій енергії для лактації різко зростає після початку лактації [24]. У нашому дослідженні було зафіксовано підвищення концентрації NEFA у плазмі крові від 0,35 мМ на -7 день до 0,69 мМ на +7 день після отелення. Такі показники свідчать про розвиток вираженого негативного енергетичного балансу у досліджуваних тварин.

Численні дослідження підтверджують наявність тісного взаємозв'язку між негативним енергетичним балансом (NEB) та пригніченням імунної функції у корів у ранній післяродовий період [25,26]. У межах нашого дослідження для оцінки стану імунної системи визначали концентрації імуноглобуліну G (IgG), фактора некрозу пухлин α (TNF- α) та інтерлейкіну-2 (IL-2) у плазмі крові корів

[27]. Подальший кореляційний аналіз дозволив встановити взаємозв'язок між рівнем NEFA та імунологічними показниками.

Отримані результати показали, що концентрація TNF- α у плазмі крові зростала з наближенням отелення та залишалася низькою у період ранньої лактації, що узгоджується з результатами попередніх досліджень [28,29]. Водночас концентрація IL-2 знижувалася перед отеленням, що також підтверджує дані Gao та співавт. [30]. Аналогічно спостерігалось зниження рівня IgG у передродовий період, що свідчить про тимчасове пригнічення гуморальної імунної відповіді [31].

Встановлено, що концентрація NEFA негативно корелювала з рівнем IgG на -7 та 0 день відносно отелення, а також негативно корелювала з рівнем IL-2 на -7, +7 та +21 день. Це свідчить про те, що підвищена мобілізація жирових резервів і накопичення NEFA у крові можуть негативно впливати на функціонування імунної системи. Крім того, надлишок NEFA може спричиняти розвиток оксидативного стресу у печінці та стимулювати продукцію прозапальних цитокінів унаслідок пошкодження гепатоцитів через активацію ядерного фактора каппа В (NF- κ B) [32].

Відомо, що одним із біохімічних маркерів ушкодження гепатоцитів є підвищення рівня внутрішньоклітинних ферментів у крові, зокрема аспартатамінотрансферази (AST), гамма-глутамілтрансферази (GGT) та лужної фосфатази (ALP) [33]. У нашому дослідженні було виявлено значне підвищення концентрацій ALP та GGT у плазмі крові перед отеленням, що може свідчити про функціональні порушення печінки у цей період. Таким чином, отримані результати підтверджують, що виражений негативний енергетичний баланс у перехідний період може негативно впливати на імунну функцію корів, знижуючи рівень антитіл та порушуючи регуляцію запальних цитокінів.

Зростаюча кількість досліджень свідчить про важливу роль амінокислот у регуляції імунних реакцій у молочних корів [34,35]. У нашому дослідженні встановлено, що метаболізм L-триптофану (Trp), лінолевої кислоти, L-глутамату та таурину зазнає значних змін у період від кінця вагітності до початку лактації. Дослідження на людях і лабораторних тваринах показали, що триптофан-кінуреніновий шлях відіграє важливу роль у регуляції імунної відповіді [36,37]. Однак вплив цього метаболічного шляху на імунну систему молочних корів досліджено недостатньо.

Наші результати показали, що триптофан тісно пов'язаний із регуляцією імунної функції. Ключову роль у цьому процесі відіграє фермент індоламін-2,3-діоксигеназа, який є швидкість-обмежуючим ферментом у процесі утворення кінуреніну в метаболічному шляху деградації триптофану [38]. Співвідношення Kyn/Trp у плазмі крові вважається важливим показником активності цього ферменту [39]. У нашому дослідженні співвідношення Kyn/Trp зросло з 0,49% на -7 день до 1,41% на +21 день, що супроводжувалося підвищенням рівня кінуреніну та зниженням концентрації триптофану.

Крім того, триптофан може перетворюватися на індол-3-лактат, який бере участь у модуляції імунної функції [40]. Підвищення концентрації метаболітів кінуреніну може знижувати синтез індол-3-лактату та пригнічувати імунну відповідь. У нашому дослідженні рівень індол-3-лактату знижувався у передродовий період, а співвідношення Kyn/Trp демонструвало позитивну кореляцію з TNF- α на +21 день та негативну кореляцію з IgG на -7 та +7 день. Це свідчить про те, що метаболічний шлях Trp-Kyn може відігравати важливу роль у регуляції імунної функції корів у перипартурієнтний період.

Надмірна мобілізація ліпідів також пов'язана з розвитком запальних процесів та змінами імунної функції [41]. Лінолева кислота належить до групи поліненасичених жирних кислот омега-6 і може перетворюватися в організмі на арахідонову кислоту (AA). Попередні дослідження показали, що як лінолева, так і арахідонова кислоти можуть проявляти імуносупресивну активність [42]. Відомо, що арахідонова кислота активно регулюється у клітинах запалення, тому її підвищений рівень може свідчити про розвиток запальних процесів [43].

У нашому дослідженні концентрації лінолевої та арахідонової кислот значно зросли з -7 до +7 дня після отелення, що узгоджується з результатами попередніх досліджень [13,18]. Також було встановлено негативну кореляцію між рівнем арахідонової кислоти та IgG на -7 день. Таким чином, результати дослідження свідчать про наявність негативного взаємозв'язку між підвищеним рівнем циркулюючих NEFA, лінолевої та арахідонової кислот і показниками імунної функції.

L-глутамат у клітинах організму може перетворюватися на глутамін за участю ферменту глутамінсинтетази [44]. Глутамін відіграє важливу роль у підтриманні імунної функції, зменшенні оксидативного стресу та забезпеченні клітин енергією через участь у циклі трикарбонових кислот [45]. За даними Doerel та співавт., підвищений рівень глутаміну може зменшувати використання кишкової глюкози, що сприяє послабленню негативного енергетичного балансу [46].

Кореляційний аналіз у нашому дослідженні виявив негативний зв'язок між концентрацією L-глутаміну та NEFA на +21 день. Разом зі змінами концентрації глюкози у плазмі крові це може свідчити про те, що підвищений рівень глутаміну сприяє послабленню негативного енергетичного балансу та підтримує функціонування імунної системи.

Таурин є сірковмісною амінокислотою з вираженими антиоксидантними властивостями, на частку якої припадає близько 60–80% усіх вільних амінокислот у тканинах організму [47]. Ця сполука бере участь у регуляції імунної функції завдяки своїй антиапоптотичній дії, антиоксидантним властивостям та здатності регулювати функцію мітохондрій [48]. Marcinkiewicz та співавт. показали, що таурин може покращувати функціонування імунної системи [49].

Однак результати нашого дослідження показали, що зі збільшенням концентрації таурину спостерігалось зниження рівнів IgG та IL-2, тоді як концентрація TNF- α перед отеленням зростала. Ці суперечливі результати можуть пояснюватися тим, що таурин здатний знижувати синтез аполіпопротеїну B100 і секрецію ліпідів, які є важливими компонентами ліпопротеїнів дуже низької щільності (VLDL) [50]. Основна функція VLDL полягає у транспортуванні тригліцеридів і холестерину до периферичних тканин. У нашому дослідженні було виявлено значне підвищення концентрації таурину з -7 до 0 дня, що може призводити до зниження секреції VLDL та накопичення тригліцеридів у печінці в передродовий період.

Отже, результати дослідження свідчать про те, що метаболічні зміни у перипартурієнтний період тісно пов'язані з регуляцією імунної функції молочних корів. Негативний енергетичний баланс, мобілізація жирових резервів та зміни метаболізму амінокислот можуть суттєво впливати на стан імунної системи тварин у цей критичний період.

Висновки. Негативний енергетичний баланс (NEB), що формується у перехідний період, має суттєвий вплив на імунну функцію молочних корів. Отримані результати показали, що в цей період відбуваються значні зміни у метаболічному профілі плазми крові, які тісно пов'язані зі станом імунної системи

тварин. Зокрема, було встановлено, що чотири ключові метаболіти – L-глутамат, лінолева кислота, таурин та L-триптофан – демонстрували істотні зміни на всіх етапах дослідження. Ці сполуки беруть участь у регуляції низки метаболічних шляхів, що мають важливе значення для підтримання імунного гомеостазу організму. Зокрема, зазначені метаболіти пов'язані з такими біохімічними процесами, як метаболізм D-глутамату та D-глутаміну, метаболізм лінолевої кислоти, метаболізм таурину та гіпотаурину, метаболізм аланіну, аспартату і глутамату, метаболізм триптофану, а також біосинтез аргініну. Ці метаболічні шляхи відіграють важливу роль у регуляції енергетичного обміну, антиоксидантного захисту та функціонування імунної системи. Особливу увагу привертає роль L-триптофану, який проявляє виражені імуномодуючі властивості. Було встановлено, що його вплив на імунну функцію реалізується через активацію Trp-Куп метаболічного шляху, що супроводжується зниженням концентрації триптофану та підвищенням рівня кінуреніну. Такі зміни можуть впливати на регуляцію запальних процесів та активність імунних клітин у перипартурієнтний період.

Отже, результати проведеного дослідження свідчать про тісний взаємозв'язок між метаболічними змінами та імунною функцією молочних корів у перехідний період. Виявлені метаболіти можуть розглядатися як потенційні біомаркери метаболічних і імунологічних змін у цей критичний період. Водночас для більш глибокого розуміння механізмів імуномодуляції та ролі окремих метаболітів у регуляції фізіологічних процесів у молочних корів необхідні подальші комплексні метаболічні дослідження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Seifi H. A., Gorji-Dooz M., Mohri M., Dalir-Naghadeh B., Farzaneh N. Variations of energy-related biochemical metabolites during transition period in dairy cows. *Comparative Clinical Pathology*. 2007. Vol. 16. P. 253–258. DOI: 10.1007/s00580-007-0682-2.
2. Trevisi E., Minuti A. Assessment of the innate immune response in the periparturient cow. *Research in Veterinary Science*. 2017. Vol. 116. P. 47–54. DOI: 10.1016/j.rvsc.2017.12.001.
3. Goff J. P. Major advances in our understanding of nutritional influences on bovine health. *Journal of Dairy Science*. 2006. Vol. 89. P. 1292–1301. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72197-X.
4. Klaus L. I., Kasey M. M. Factors contributing to immunosuppression in the dairy cow during the periparturient period. *Japanese Journal of Veterinary Research*. 2015. Vol. 63. P. S15–S24.
5. Grummer R. R., Mashek D. G., Hayirli A. Dry matter intake and energy balance in the transition period. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 2004. Vol. 20. P. 447–470. DOI: 10.1016/j.cvfa.2004.06.013.
6. Marquardt J. P., Horst R. L., Jorgensen N. A. Effect of parity on dry matter intake at parturition in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 1977. Vol. 60. P. 929–934. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(77)83965-9.
7. Hill J. O., Wyatt H. R., Peters J. C. The importance of energy balance. *European Endocrinology*. 2013. Vol. 9. P. 111–115. DOI: 10.17925/EE.2013.09.02.111.
8. Kadokawa H., Martin G. B. A new perspective on management of reproduction in dairy cows: The need for detailed metabolic information, an improved selection index and extended lactation. *Journal of Reproduction and Development*. 2006. Vol. 52. P. 161–168. DOI: 10.1262/jrd.17088.
9. Karimian M., Khorvash M., Forouzmand M. A., Alikhani M., Rahmani H. R., Ghaffari M. H. Effect of prepartal and postpartal dietary fat level on performance and

plasma concentration of metabolites in transition dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2015. Vol. 98. P. 330–337. DOI: 10.3168/jds.2013-7577.

10. Sun F., Cao Y., Cai C., Li S., Yao J. Regulation of nutritional metabolism in transition dairy cows: Energy homeostasis and health in response to post-ruminal choline and methionine. *PLoS ONE*. 2016. Vol. 11. Article e0160659. DOI: 10.1371/journal.pone.0160659.

11. Ospina P. A., Nydam D. V., Stokol T., Overton T. Evaluation of nonesterified fatty acids and beta-hydroxybutyrate in transition dairy cattle in the northeastern United States: Critical thresholds for prediction of clinical diseases. *Journal of Dairy Science*. 2010. Vol. 93. P. 546–554. DOI: 10.3168/jds.2009-2277.

12. Reynolds C. K., Aikman P. C., Lupoli B., Humphries D. J., Beever D. E. Splanchnic metabolism of dairy cows during the transition from late gestation through early lactation. *Journal of Dairy Science*. 2003. Vol. 86. P. 1201–1217. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73704-7.

13. Luo Z. Z., Shen L. H., Jiang J., Huang Y. X., Bai L. P., Yu S. M., Yao X. P., Ren Z. H., Yang Y. X., Cao S. Z. Plasma metabolite changes in dairy cows during parturition identified using untargeted metabolomics. *Journal of Dairy Science*. 2019. Vol. 102. P. 4639–4650. DOI: 10.3168/jds.2018-15601.

14. Zhang G. S., Dervishi E., Dunn S. M., Mandal R., Liu P., Han B. Metabotyping reveals distinct metabolic alterations in ketotic cows and identifies early predictive serum biomarkers for the risk of disease. *Metabolomics*. 2017. Vol. 13. Article 43. DOI: 10.1007/s11306-017-1180-4.

15. Xia J., Broadhurst D. I., Wilson M., Wishart D. S. Translational biomarker discovery in clinical metabolomics: An introductory tutorial. *Metabolomics*. 2013. Vol. 9. P. 280–299. DOI: 10.1007/s11306-012-0482-9.

16. Zhang G. S., Deng Q., Mandal R., Wishart D. S., Ametaj B. N. DI/LC-MS/MS-based metabolic profiling for identification of early predictive serum biomarkers of metritis in transition dairy cows. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2017. Vol. 65. P. 8510–8521. DOI: 10.1021/acs.jafc.7b02000.

17. Sun H. Z., Shi K., Wu X. H., Xue M. Y., Wei Z. H., Liu J. X., Liu H. Y. Lactation-related metabolic mechanism investigated based on mammary gland metabolomics and 4 biofluids' metabolomics relationships in dairy cows. *BMC Genomics*. 2017. Vol. 18. Article 936. DOI: 10.1186/s12864-017-4314-1.

18. Dervishi E., Zhang G., Dunn S. M., Mandal R., Wishart D. S., Ametaj B. N. GC-MS metabolomics identifies metabolite alterations that precede subclinical mastitis in the blood of transition dairy cows. *Journal of Proteome Research*. 2016. Vol. 16. P. 433–446. DOI: 10.1021/acs.jproteome.6b00538.

19. Kenéz Á., Dănicke S., Rolle-Kampczyk U., Bergen M. V., Huber K. A metabolomics approach to characterize phenotypes of metabolic transition from late pregnancy to early lactation in dairy cows. *Metabolomics*. 2016. Vol. 12. Article 165. DOI: 10.1007/s11306-016-1112-8.

20. Naegeli A., Bratanis E., Karlsson C., Shannon O., Collin M. Streptococcus pyogenes evades adaptive immunity through specific IgG glycan hydrolysis. *Journal of Experimental Medicine*. 2019. Vol. 216. P. 1615–1629. DOI: 10.1084/jem.20190293.

21. Prisco A. R., Prisco M. R., Carlson B. E., Greene A. S. TNF- α increases endothelial progenitor cell adhesion to the endothelium by increasing bond expression and affinity. *American Journal of Physiology: Heart and Circulatory Physiology*. 2015. Vol. 308. P. H1368–H1381. DOI: 10.1152/ajpheart.00496.2014.

22. Overwijk W. W., Tagliaferri M. A., Zalevsky J. Engineering IL-2 to give new life to T cell immunotherapy. *Annual Review of Medicine*. 2021. Vol. 72. P. 281–311. DOI: 10.1146/annurev-med-073118-011031.

23. Overton T. R., McArt J. A. A., Nydam D. V. A 100-year review: Metabolic health indicators and management of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 2017. Vol. 100. P. 10398–10417. DOI: 10.3168/jds.2017-13054.

24. Sordillo L. M., Raphael W. Significance of metabolic stress, lipid mobilization, and inflammation on transition cow disorders. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 2013. Vol. 29. P. 267–278. DOI: 10.1016/j.cvfa.2013.03.002.
25. Esposito G., Irons P. C., Webb E. C., Chapwanya A. Interactions between negative energy balance, metabolic diseases, uterine health and immune response in transition dairy cows. *Animal Reproduction Science*. 2014. Vol. 144. P. 60–71. DOI: 10.1016/j.anireprosci.2013.11.007.
26. Lacetera N., Franci O., Scalia D., Bernabucci U., Ronchi B., Nardone A. Effects of nonesterified fatty acids and beta-hydroxybutyrate on functions of mononuclear cells obtained from ewes. *American Journal of Veterinary Research*. 2002. Vol. 63. P. 414–418. DOI: 10.2460/ajvr.2002.63.414.
27. Banos G., Wall E., Coffey M. P., Bagnall A., Gillespie S., Russell G. C., McNeilly T. N. Identification of immune traits correlated with dairy cow health, reproduction and productivity. *PLoS ONE*. 2013. Vol. 8. Article e65766. DOI: 10.1371/journal.pone.0065766.
28. Ohtsuka H., Koiwa M., Hatsugaya A., Kudo K., Hoshi F., Itoh N., Yokota H., Okada H., Kawamura S. Relationship between serum TNF activity and insulin resistance in dairy cows affected with naturally occurring fatty liver. *Journal of Veterinary Medical Science*. 2001. Vol. 63. P. 1021–1025. DOI: 10.1292/jvms.63.1021.
29. Schoenberg K. M., Perfield K. L., Farney J. K., Bradford B. J., Boisclair Y. R., Overton T. R. Effects of prepartum 2,4-thiazolidinedione on insulin sensitivity, plasma concentrations of tumor necrosis factor- α and leptin, and adipose tissue gene expression. *Journal of Dairy Science*. 2011. Vol. 94. P. 5523–5532. DOI: 10.3168/jds.2011-4501.
30. Gao F., Liu Y. C., Zhang Z. H., Zhang C. Z., Su H. W., Li S. L. Effect of prepartum maternal energy density on the growth performance, immunity, and antioxidation capability of neonatal calves. *Journal of Dairy Science*. 2012. Vol. 95. P. 4510–4518. DOI: 10.3168/jds.2011-5087.
31. Franklin S. T., Newman M. C., Newman K. E., Meek K. I. Immune parameters of dry cows fed mannan oligosaccharide and subsequent transfer of immunity to calves. *Journal of Dairy Science*. 2005. Vol. 88. P. 766–775. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(05)72740-5.
32. Shi X., Li D., Deng Q., Li Y., Sun G., Yuan X., Song Y., Wang Z., Li X. NEFAs activate the oxidative stress-mediated NF- κ B signaling pathway to induce inflammatory response in calf hepatocytes. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*. 2015. Vol. 145. P. 103–112. DOI: 10.1016/j.jsbmb.2014.10.014.
33. Ai-Salem H. S., Ai-Yousef H. M., Ashour A. E., Ahmed A. F., Amina M., Issa I. M., Bhat R. S. Antioxidant and hepatorenal protective effects of bee pollen fractions against propionic acid-induced autistic feature in rats. *Food Science & Nutrition*. 2020. Vol. 8. P. 5114–5127. DOI: 10.1002/fsn3.1813.
34. Osorio J. S., Trevisi E., Ji P., Drackley J. K., Luchini D., Berton G., Loores J. J. Biomarkers of inflammation, metabolism, and oxidative stress in blood, liver, and milk reveal a better immunometabolic status in periparturient cows supplemented with Smartamine M or MetaSmart. *Journal of Dairy Science*. 2014. Vol. 97. P. 7437–7450. DOI: 10.3168/jds.2013-7679.
35. Zhao F. F., Wu T. Y., Zhang H., Loores J. J., Wang M. Z., Peng A. L., Wang H. R. Rapid communication: Jugular infusion of arginine has a positive effect on antioxidant mechanisms in lactating dairy cows challenged intravenously with lipopolysaccharide. *Journal of Animal Science*. 2018. Vol. 96. P. 1–18. DOI: 10.1093/jas/sky250.
36. Young K. D., Drevets W. C., Dantzer R., Teague T. K., Bodurka J., Savitz J. Kynurenine pathway metabolites are associated with hippocampal activity during autobiographical memory recall in patients with depression. *Brain, Behavior, and Immunity*. 2016. Vol. 56. P. 335–342. DOI: 10.1016/j.bbi.2016.04.007.
37. Liu H. Z., Liu L., Fletcher B. S., Visner G. A. Novel action of indoleamine 2,3-dioxygenase attenuating acute lung allograft injury. *American Journal of*

Respiratory and Critical Care Medicine. 2012. Vol. 173. P. 566–572. DOI: 10.1164/rccm.200509-1413OC.

38. Proietti E., Rossini S., Grohmann U., Mondanelli G. Polyamines and kynurenines at the intersection of immune modulation. *Trends in Immunology*. 2020. Vol. 41. P. 1037–1050. DOI: 10.1016/j.it.2020.09.007.

39. Bubnoff D. V., Fimmers R., Bogdanow M., Matz H., Koch S., Bieber T. Asymptomatic atopy is associated with increased indoleamine 2,3-dioxygenase activity and interleukin-10 production during seasonal allergen exposure. *Clinical and Experimental Allergy*. 2004. Vol. 34. P. 1056–1063. DOI: 10.1111/j.1365-2222.2004.01984.x.

40. Agus A., Planchais J., Sokol H. Gut microbiota regulation of tryptophan metabolism in health and disease. *Cell Host & Microbe*. 2018. Vol. 23. P. 716–724. DOI: 10.1016/j.chom.2018.05.003.

41. Mateus L., Costa L. L. D., Bernardo F., Silva J. R. Influence of puerperal uterine infection on uterine involution and postpartum ovarian activity in dairy cows. *Reproduction in Domestic Animals*. 2010. Vol. 37. P. 31–35. DOI: 10.1046/j.1439-0531.2002.00317.x.

42. Meade C. J., Mertin J. The mechanism of immunoinhibition by arachidonic and linoleic acid: Effects on the lymphoid and reticulo-endothelial systems. *International Archives of Allergy and Applied Immunology*. 1976. Vol. 51. P. 2–24. DOI: 10.1159/000231575.

43. Calder P. C. N-3 polyunsaturated fatty acids, inflammation and immunity: Pouring oil on troubled waters or another fishy tale? *Nutrition Research*. 2001. Vol. 21. P. 309–341. DOI: 10.1016/S0271-5317(00)00287-6.

44. Raju K., Doulias P. T., Evans P., Krizman E. N., Jackson J. G., Horyn O., Daikhin Y., Nissim I., Yudkoff M. Regulation of brain glutamate metabolism by nitric oxide and S-nitrosylation. *Science Signaling*. 2015. Vol. 8. Article ra68. DOI: 10.1126/scisignal.aaa4312.

45. Sugiyama K., Ebinuma H., Nakamoto N., Sakasegawa N., Murakami Y., Chu P. S., Usui S., Ishibashi Y., Wakayama Y., Taniki N. et al. Prominent steatosis with hypermetabolism of the cell line permissive for years of infection with hepatitis C virus. *PLoS ONE*. 2014. Vol. 9. Article e94440. DOI: 10.1371/journal.pone.0094460.

46. Doepel L., Lobley G. E., Bernier J. F., Dubreuil P., Lapierre H. Effect of glutamine supplementation on splanchnic metabolism in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2007. Vol. 90. P. 4325–4333. DOI: 10.3168/jds.2007-0124.

47. Zhao X., Li Q., Meng Q., Yue C., Xu C. Identification and expression of cysteine sulfinic acid decarboxylase, possible regulation of taurine biosynthesis in *Crassostrea gigas* in response to low salinity. *Scientific Reports*. 2017. Vol. 7. Article 5505. DOI: 10.1038/s41598-017-05852-6.

48. Jong C. J., Azuma J., Schaffer S. Mechanism underlying the antioxidant activity of taurine: Prevention of mitochondrial oxidant production. *Amino Acids*. 2012. Vol. 42. P. 2223–2232. DOI: 10.1007/s00726-011-0962-7.

49. Marcinkiewicz J., Strus M., Walczewska M., Machul A., Mikołajczyk D. Influence of taurine haloamines (TauCl and TauBr) on the development of *Pseudomonas aeruginosa* biofilm: A preliminary study. *Advances in Experimental Medicine and Biology*. 2013. Vol. 775. P. 269–283. DOI: 10.1007/978-1-4614-6130-2_23.

50. Yanagita T., Han S. Y., Hu Y., Nagao K., Kitajima H., Murakami S. Taurine reduces the secretion of apolipoprotein B100 and lipids in HepG2 cells. *Lipids in Health and Disease*. 2008. Vol. 7. Article 38. DOI: 10.1186/1476-511X-7-38.

Дата першого надходження статті до видання: 02.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026

УДК 636.4.082

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.2.25>

СТРЕСОСТІЙКІСТЬ ТА АДАПТАЦІЙНА ЗДАТНІСТЬ МОЛОДНЯКУ СВИНЕЙ ЗА ЕТОЛОГІЧНИМИ ТА ІМУНОЛОГІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

Онищенко А.О. – к.с.-г.н., с.н.с.,

в.о. заступника директора з наукової роботи, адміністративно-управлінський відділ,

Інститут свинарства і агропромислового виробництва

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0000-0002-0684-1201

Конкс Т.М. – аспірант,

Інститут свинарства і агропромислового виробництва

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0000-0002-0374-0595

У статті наведено результати досліджень стресостійкості молодняку свиней великої білої породи за імунологічними, етологічними та продуктивними показниками.

У дослідженні було використано молодняк свиней великої білої породи отриманий від кнурів та свиноматок різних ліній. Загальний обсяг вибірки 200 голів дозволив провести репрезентативну оцінку біологічної мінливості ознак росту, поведінки та адаптаційної реакції на технологічний стрес.

Встановлено, що тварини характеризуються значною фенотиповою мінливістю за показниками живої маси та адаптаційної здатності, що свідчить про високий селекційний потенціал стада.

Встановлено, що розподіл тварин на групи за імунологічною реакцією (формалінова проба) чітко корелює з їхньою вагою. Так, стресостійкі тварини за 10 днів після стресу набрали в середньому 2,8 кг (12,6 – 9,8), в свою чергу стресочутливі тварини за той самий період набрали лише 1,7 кг (9,1 – 7,4).

Встановлено зв'язок між поведінковими реакціями, імунною відповіддю та інтенсивністю росту. Доведено, що інтегральний показник – коефіцієнт зміни живої маси (КЗЖМ) є достовірним критерієм прогнозування продуктивності в умовах технологічного стресу. Доведено його високу інформативність для раннього відбору тварин.

Комплексний аналіз довів, що стресостійкість є ключовим селекційним фактором, який достовірно впливає на ріст, розвиток і збереженість молодняку свиней ($p < 0,001$). Встановлені закономірності узгоджуються з сучасними уявленнями про адаптаційну біологію свиней. Зокрема, підтверджено, що тварини з високою активністю мають кращу стрес-резистентність, ранні біометричні показники (28 днів) дозволяють прогнозувати подальший розвиток, імунологічна реакція є об'єктивним маркером функціонального стану організму.

Використання комплексної оцінки дозволяє проводити ранній відбір ремонтного молодняку, підвищити генетичний прогрес стада, знизити втрати від технологічного стресу, підвищити економічну ефективність виробництва.

Ключові слова: продуктивність, селекція, порода, стресостійкість, свині, кнури, свиноматки, поросята, молодняк, імунологічна реакція, коефіцієнт зміни живої маси (Кзжм).

Onyshchenko A.O., Konks T.M. Stress resistance and adaptation ability of young pigs according to ethological and immunological indicators

The article presents the results of studies of stress resistance of young pigs of the Large White breed according to immunological, ethological and productive indicators.



© Онищенко А.О., Конкс Т.М., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

The study used young pigs of the Large White breed obtained from boars and sows of different lines. The total sample size of 200 animals allowed for a representative assessment of the biological variability of growth traits, behavior and adaptive response to technological stress.

It was established that the animals are characterized by significant phenotypic variability in terms of live weight and adaptive capacity, which indicates a high breeding potential of the herd.

It was established that the division of animals into groups according to immunological reaction (formalin test) clearly correlates with their weight. Thus, stress-resistant animals gained an average of 2.8 kg (12.6 – 9.8) 10 days after stress, while stress-sensitive animals gained only 1.7 kg (9.1 – 7.4) during the same period.

The relationship between behavioral reactions, immune response and growth rate has been established. It has been proven that the integral indicator – the coefficient of change in live weight (CVW) is a reliable criterion for predicting productivity under conditions of technological stress. Its high informativeness for early selection of animals has been proven.

A comprehensive analysis has proven that stress resistance is a key selection factor that significantly affects the growth, development and survival of young pigs ($p < 0.001$). The established patterns are consistent with modern ideas about the adaptive biology of pigs. In particular, it has been confirmed that animals with high activity have better stress resistance, early biometric indicators (28 days) allow predicting further development, the immunological reaction is an objective marker of the functional state of the organism.

The use of a comprehensive assessment allows for early selection of replacement young pigs, increasing the genetic progress of the herd, reducing losses from technological stress, and increasing the economic efficiency of production.

Key words: *productivity, selection, breed, stress resistance, pigs, boars, sows, piglets, young animals, immunological reaction, live weight change coefficient (LWC).*

Актуальність теми дослідження. В умовах глобальних економічних і соціальних викликів тема підвищення продуктивності свиней є однією з найбільш актуальних, вона зумовлена постійно зростаючою потребою у забезпеченні населення високоякісними білковими продуктами харчування, якими є свинина. Свиноярство залишається однією з провідних галузей тваринництва в Україні, воно функціонує в умовах нестабільності, спричиненої військовими діями, поширенням африканської чуми свиней, подорожчанням кормів та енергоресурсів. У таких умовах підвищення продуктивності свиней є ключовим фактором забезпечення ефективності виробництва та конкурентоспроможності галузі. Особливо чутливим періодом є відлучення та перегруповання поросят, що супроводжується змінами поведінки, імунного статусу та інтенсивності росту. Тому сучасна селекція потребує ранніх критеріїв оцінки адаптаційних властивостей, що дозволяють прогнозувати продуктивність тварин у ранньому віці.

Постановка проблеми. В умовах інтенсивного ведення свиноярства дедалі частіше реєструють стресові реакції у тварин, спричинені сукупною дією технологічних факторів [1, 2].

Для об'єктивного оцінювання стресостійкості застосовують комплекс показників, серед яких провідне місце належить етологічним та імунологічним критеріям. Поведінкові реакції, зокрема рівень агресивності, рухова активність та особливості соціальної взаємодії, дають змогу визначити ступінь стресового навантаження у виробничих умовах і слугують вагомими індикаторами благополуччя тварин [3].

Паралельно з етологічним моніторингом широко застосовуються біохімічні та імунологічні маркери, такі як кортизол, імуноглобуліни та білки гострої фази. Ці показники прецизійно відображають системну відповідь організму на стрес-фактори та розвиток запальних процесів [4, 5].

Сучасні наукові розробки підкреслюють перспективність неінвазивних методів діагностики, зокрема аналізу слини. Це дозволяє моніторити рівень стресу без

додаткової травматизації тварин, що виключає вплив процедури відбору проб на вірогідність результатів дослідження [6].

Аналіз сучасної літератури свідчить, що стресостійкість та адаптаційна здатність свиней є складними багатокомпонентними ознаками, що формуються під впливом генетичних і середовищних факторів. Використання етологічних та імунологічних показників дозволяє об'єктивно оцінювати рівень адаптації тварин і є важливим інструментом у селекції та удосконаленні технологій вирощування свиней [7, 8, 9, 10].

Метою роботи було дослідити стресостійкість та адаптаційну здатність молодняку свиней за етологічними та імунологічними показниками.

Методика досліджень. Науково-виробничі дослідження були проведені в умовах племзаводу з розведення свиней великої білої породи ДПДГ «Степне» Полтавської області. Загалом було використано 200 голів молодняку свиней.

Визначення імунологічної реактивності на стрес проводили за методикою [11], яка базується на оцінці інтенсивності асептичного запалення у відповідь на внутрішньошкірне введення 0,1 мл 40% розчину формаліну, де за ступенем припухлості вушної раковини через 24 години тварин поділяють на стресостійких (реакція до 15 мм), стресоневизначених (16–20 мм) та стресочутливих (21–25 мм з ознаками болю та сильного набряку).

Для підтвердження результатів досліджень, нами було визначено коефіцієнт зміни живої маси (Кзжм) в період 10-денної дії технологічного стресу за методикою [12]:

$$K_{жм} = A - M / \delta$$

де: А – перетворене значення кожної дати варіаційного ряду,

М – середнє арифметичне значення,

δ – середнє квадратичне відхилення.

Для визначення (Кзжм) поросят індивідуально зважують перед початком стрес-фактора і через 10 днів після закінчення його дії і визначають різницю у живій масі за період, що тестується.

Поведінку та продуктивність тварин визначали за методологією [13].

Статистичну обробку результатів досліджень проводили за методиками [14].

Результати досліджень. Отримані значення коефіцієнта варіації свідчать про середній рівень мінливості живої маси та високий рівень варіації адаптаційної реакції (КЗЖМ), що є типовим для ознак, пов'язаних із резистентністю до стресу (табл. 1).

Таблиця 1

Статистичні показники мінливості живої маси піддослідних тварин

Показник	$M \pm m$	σ	$C_v, \%$
Жива маса 28 днів, кг	$8,6 \pm 0,13$	1,8	21,0
Жива маса після стресу, кг	$10,8 \pm 0,18$	2,5	23,1
КЗЖМ	$0,32 \pm 0,07$	1,05	328

Встановлено, що жива маса молодняку має помірну мінливість ($C_v = 21,0-23,1\%$), що свідчить про достатню генетичну та фенотипову різноманітність групи, що дозволяє проводити ефективний відбір.

Проте показник КЗЖМ демонструє надвисоку варіацію ($C_v = 328\%$). Така розбіжність вказує на те, що тварини реагують на однаковий стрес-фактор кардинально по-різному, що робить цей коефіцієнт ідеальним маркером для відбору. Отримані нами дані підтверджують концепцію адаптаційного синдрому Г. Сельє, але в специфічному розрізі промислового свиначства. Висока варіабельність коефіцієнта зміни живої маси ($C_v = 328\%$) свідчить про глибоку індивідуальну диференціацію адаптаційних механізмів молодняку.

У ході експериментів було виділено три типи тварин: стресостійкі (84 гол.), мінімальна реакція на формалін (до 15 мм), висока активність, КЗЖМ $= +1,21$, найкраща динаміка росту; стресоневизначені (68 гол.), середній показник КЗЖМ близький до нуля ($+0,02$); стресочутливі (48 гол.), сильне запалення (21–25 мм), пасивність, від'ємний КЗЖМ ($-1,12$) (табл. 2).

Встановлено, що розподіл тварин на групи за імунологічною реакцією (формалінова проба) чітко корелює з їхньою вагою так стресостійкі тварини за 10 днів після стресу набрали в середньому 2,8 кг (12,6–9,8), в свою чергу стресочутливі тварини за той самий період набрали лише 1,7 кг (9,1–7,4). Різниця за КЗЖМ між крайніми групами ($t = 3,92$; $p < 0,01$) підтверджує, що імунологічна проба дозволяє виокремити найбільш продуктивний сегмент стада.

Таблиця 2

**Показники інтенсивності росту та живої маси тварин
з різними типами стресостійкості**

Група	n	КЗЖМ ($M \pm m$)	σ	Ж.м. 28 днів	Ж.м. 10 днів
Стресостійкі	84	$1,21 \pm 0,12$	0,85	$9,8 \pm 0,22$	$12,6 \pm 0,31$
Стресоневизначені	68	$0,02 \pm 0,09$	0,74	$8,5 \pm 0,19$	$10,7 \pm 0,27$
Стресочутливі	48	$-1,12 \pm 0,15$	0,96	$7,4 \pm 0,25$	$9,1 \pm 0,34$

Встановлено, що тип поведінки є надійним предикатором КЗЖМ (табл. 3). Тварини з активною поведінкою мали позитивний індекс адаптації (0,84), тоді як пасивні – від'ємний ($-0,38$). Це свідчить про те, що поведінкова реакція відображає здатність нервової системи компенсувати негативний вплив технологічного стресу.

Таблиця 3

**Зв'язок показників інтенсивності росту тварин
з їхніми поведінковими реакціями**

Поведінка	n	КЗЖМ ($M \pm m$)	σ
Активна	112	$0,84 \pm 0,10$	0,95
Пасивна	88	$-0,38 \pm 0,12$	1,02

Різниця між групами є статистично достовірною ($p < 0,01$), що свідчить про тісний зв'язок між поведінковими реакціями та адаптаційною здатністю тварин.

Результати кореляційного аналізу взаємозв'язку основних ознак досліджуваного молодняку (табл. 4) підтвердили високий позитивний зв'язок між активною поведінкою та КЗЖМ ($r = 0,52$) і зворотний зв'язок між імунною реакцією та приростом ($r = -0,48$), що доводить – надмірна імунна відповідь виснажує ресурси організму.

Таблиця 4

Результати кореляційного аналізу взаємозв'язку основних ознак досліджуваного молодняку

Ознаки	$r \pm mr$	t	p
Маса – КЗЖМ	$0,41 \pm 0,07$	5,86	<0,001
Поведінка – КЗЖМ	$0,52 \pm 0,06$	8,67	<0,001
Імунна реакція – КЗЖМ	$-0,48 \pm 0,07$	6,85	<0,001

Отримані результати свідчать про помірний позитивний зв'язок між масою і адаптацією, сильний зв'язок між поведінкою і стресостійкістю та зворотний зв'язок між імунною реакцією та КЗЖМ.

Виявлений від'ємний зв'язок між імунною реакцією та КЗЖМ ($r = -0,48$) є логічним: чим сильніша запальна реакція (більший набряк), тим гірше тварина адаптується і менше набирає масу.

Встановлено зворотний кореляційний зв'язок між силою імунної відповіді та інтенсивністю росту ($r = -0,48$). Це пояснюється витратами енергії організму на підтримку запального процесу замість нарощування м'язової тканини. Це узгоджується з сучасними поглядами на імунометаболізм: надмірна неспецифічна імунна реакція (асептичне запалення) є енерговитратним процесом. У стресочутливих тварин ресурси організму перерозподіляються на користь імунної системи (синтез білків гострої фази, протизапальних цитокінів), що призводить до дефіциту енергії для анаболічних процесів м'язової тканини. Тому даний спосіб оцінки може бути рекомендований для впровадження у племінних господарствах для раннього формування ремонтного стада.

Для оцінки впливу фактора «стресостійкість» на КЗЖМ проведено однофакторний дисперсійний аналіз (табл. 5).

Таблиця 5

Результати однофакторного дисперсійного аналізу впливу стресостійкості

Джерело варіації	SS	df	MS	F	p
Між групами	171,11	2	85,56	120,5	<0,001
Внутрішньогрупова	139,98	197	0,71	-	-
Загальна	311,09	199	-	-	-

Встановлено високодостовірний вплив фактора ($F = 120,5$; $p < 0,001$), що підтверджує значущий вплив фактора «стресостійкість» на продуктивні ознаки. Високе значення F-критерію за результатами однофакторного дисперсійного аналізу перевищує показники багатьох аналогічних досліджень, де оцінювався лише один фактор (наприклад, тільки маса або тільки тип вищої нервової діяльності). Це доводить, що саме комплексний підхід (етологія + імунологія) має вищу прогностичну цінність.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Встановлено, що стресостійкість молодняку свиней є складною ознакою, яку доцільно оцінювати за поєднанням етологічних та імунологічних показників. Доведено, що інтегральний показник – коефіцієнт зміни живої маси (КЗЖМ), який є достовірним критерієм прогнозування продуктивності в умовах технологічного стресу. Комплексний

аналіз довів, що стресостійкість є ключовим селекційним фактором, який достовірно впливає на ріст, розвиток і збереженість молодняку свиней.

Перспективи подальших досліджень полягають у поглибленому вивченні ефективності на прогнозування продуктивності за допомогою генетичних маркерів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Prunier A., Mounier A. M., Hay M. Effects of castration, tooth resection, or tail docking on plasma metabolites and stress hormones in young pigs. *Journal of Animal Science*. 2005. Vol. 83 (1). P. 216-222 <https://doi.org/10.2527/2005.831216x>
2. Colditz I. G. Competence to thrive: resilience as an indicator of positive health and positive welfare animals. *Journal of Animal Science*. 2022. Vol. 65 (15). P. 1439-1458. <https://doi.org/10.1071/AN22061>
3. Guevara R. D., Pastor J. J., Manteca X. et al. Systematic review of animal-based indicators to measure thermal, social and immune-related stress in pigs // *PLOS ONE*. 2022. Vol. 17 (3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265111>
4. Martínez-Miró S., Tecles F., Ramón M. et al. Causes, consequences and biomarkers of stress in swine: an update. *BMC Veterinary Research*. 2016. Vol. 12. Article 171. <https://doi.org/10.1186/s12917-016-0791-8>
5. Papatsiros V. G., Maragkakis G., Papakonstantinou G. I. Stress biomarkers in pigs: current insights and clinical application. *Veterinary Sciences*. 2024. Vol. 11 (12). <https://doi.org/10.3390/vetsci11120640>
6. Cerón J. J., Contreras-Aguilar M. D., Escribano D. et al. Basics for the potential use of saliva to evaluate stress in pigs. *BMC Veterinary Research*. 2022. Vol. 18. Article 81. <https://doi.org/10.1186/s12917-022-03176-w>
7. Лашин Д. А., Шапля В. П. Стресостійкість: методологія та її використання за оцінювання адаптаційної здатності свиней. *Розведення і генетика тварин*. 2026. Вип. 71. С. 120–130. <https://doi.org/10.31073/abg.71.11>
8. Порошинська О. В., Лук'яненко К. О., Шмаюн С. Г., Козій В. І. Фізіологічні та поведінкові індикатори стресу у свиней. *Науковий вісник ЛНУВМБТ ім. С. З. Гжицького*. 2024. Т. 26, № 116. С. 71–78. <https://doi.org/10.32718/nvlvet11610>
9. Усачова В. Є., Мироненко О. І., Поліщук А. А., Слин'юк В. Г., Волощук М. В. Градація адаптаційних здатностей свиней різних генотипів залежно від технологічних умов. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 165–17 <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.02.20>
10. Мінімізація впливу технологічного стресу у поросят / Лашин Д. А., Корх І. М. (та ін.). *Livestock farming institute of NAAS of Ukraine*. 2025. <https://doi.org/10.32900/2312-8402-2025-135-53-65>
11. Спосіб відбору молодняку свиней: пат. на корисну модель 80923 Україна: МПК (2013) A01K 67/02 / Н.В. Новікова, В.О. Іванов, В.М. Волощук, Л.О. Іванова, В.А. Лісний. Інститут свинарства і агропромислового виробництва № у 2013 00622; заявл. 18.01.2013; опубл. 10.06.2013, Бюл. № 11.
12. Коваленко В. П., Іванов В. О. Методи оцінки стресостійкості свиней: метод. рек. Херсон : ХСГП, 1990. 18 с.
13. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві: навч. посіб. / за ред. О.І. Соболева. Біла Церква: ТОВ «Білоцерківдрук». 2024. 310 с.
14. Біометрія в зоотехнії та ветеринарній медицині: навч. посіб. / В. П. Плехій та ін. Київ : Аграрна освіта, 2012. 272 с.

Дата першого надходження статті до видання: 30.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026

УДК 636.52/58:612.1

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.2.26>

ДИНАМІКА БІОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ КРОВІ БРОЙЛЕРІВ ПРИ ВВЕДЕННІ ДО РАЦІОНУ ГОРОХУ

Приліпко Т.М. – д.с.-г.н., професор,

завідувач кафедри харчових технологій виробництва й стандартизації
харчової продукції,

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

orcid.org/0000-0002-8178-207X

Коваль Т.В. – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри хімії,

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

orcid.org/0000-0002-7132-5887

Наведено результати досліджень з вивчення впливу згодовування гороху у раціонах курчат-бройлерів на біохімічні показники крові. Горох за функцією можна віднести до кормових засобів із відносно високим вмістом сирого протеїну, тому особливу увагу звертали на показники, що характеризують білковий обмін в організмі птиці (загальний білок, альбумін, глобуліни, сечовина, креатинін). З метою проведення досліджень було здійснено забір венозної крові у бройлерів з контрольної групи та груп із введенням залежно від фази вирощування птиці, 5,0; 15,0; 20,0 % подрібненого гороху (2-а група) та 15,0; 20,0; 25% екструдованого гороху (3-я група). Достовірних відмінностей між групами за даними показниками встановлено не було. Необхідно зазначити, що вміст загального білка, альбумінів та глобулінів у крові курчат 2-ї групи був дещо вищим, ніж у контролі та у птиці з 3-ї групи. Таким чином, використання 5,0-25,0% зерна гороху не погіршило біохімічні показники крові курчат-бройлерів, що характеризують білковий обмін. Спостерігалось, що при згодовуванні бройлерам гороху в раціоні відбулися зміни показників крові, які пов'язані з вуглеводним обміном. Відзначено тенденцію до зниження вмісту в крові курчат-бройлерів дослідних груп амілази (з 432,8 до 222,4-306,6 U/L) та глюкози (з 14,2 до 12,9-13,6 mmol/L). Також необхідно відмітити, що при використанні в раціонах бройлерів екструдованого гороху дещо знизилася (хоча і незначно) концентрація у них у крові кальцію та фосфору (з 2,6 до 2,4 та з 2,8 до 2,6 mmol/L) відповідно. Зіставляючи отримані результати з нормативними показниками даного виду птиці, слід зазначити, більшість досліджуваних параметрів крові бройлерів з 2-ї та 3-ї груп перебували у межах норми чи відхилялися від нього у межах статистичної похибки. Вказані дані дозволяють зробити висновок про відсутність негативного впливу зерна гороху як в дробленому, так і в екструдованому вигляді і в різних дозуваннях, що вивчаються, на біохімічні показники крові курчат-бройлерів.

Ключові слова: біохімічні показники, курчата-бройлери, кров, зерно гороху, раціон, кальцій, фосфор, організм.

Prylipko T.M., Koval T.V. Dynamics of biochemical blood parameters of broilers when peas are added to the diet

The results of studies on the influence of feeding peas in the diets of broiler chickens on biochemical blood parameters are presented. By function, peas can be classified as feed products with a relatively high crude protein content, so special attention was paid to indicators characterizing protein metabolism in the bird's body (total protein, albumin, globulins, urea, creatinine). For the purpose of conducting research, venous blood was collected from broilers from the control group and groups with the introduction depending on the phase of poultry breeding, 5.0; 15.0; 20.0% of crushed peas (2nd group) and 15.0%; 20.0; 25% of extruded



© Приліпко Т.М., Коваль Т.В., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

peas (3rd group). There were no significant differences between the groups according to these indicators. It should be noted that the content of total protein, albumins and globulins in the blood of chickens of the 2nd group was slightly higher than in the control and in birds from the 3rd group. Thus, the use of 5.0-25.0% of pea grain did not worsen the biochemical parameters of the blood of broiler chickens that characterize protein metabolism. It was observed that when broilers were fed peas in the diet, there were changes in blood parameters associated with carbohydrate metabolism. There was a tendency to decrease the content of amylase (from 432.8 to 222.4-306.6 U/L) and glucose (from 14.2 to 12.9-13.6 mmol/L) in the blood of broiler chickens of the experimental groups. It should also be noted that when using extruded peas in broiler rations, the concentration of calcium and phosphorus in their blood decreased somewhat (albeit insignificantly) (from 2.6 to 2.4 and from 2.8 to 2.6 mmol/L, respectively). Comparing the obtained results with the normative indicators of this type of poultry, it should be noted that most of the investigated blood parameters of broilers from the 2nd and 3rd groups were within the norm or deviated from it within the limits of statistical error. The indicated data allow us to conclude that there is no negative effect of pea grain, both in crushed and extruded form and in the various studied dosages, on the biochemical parameters of the blood of broiler chickens.

Key words: biochemical indicators, broiler chickens, blood, pea grain, diet, calcium, phosphorus, organism.

Постановка проблеми. Сучасна нормована годівля сільськогосподарської птиці спрямована на те, щоб усі життєво важливі елементи живлення надходили з раціоном у необхідній кількості та оптимальному співвідношенні, що дасть можливість цілеспрямовано впливати на фізіологічний статус організму, ефективність використання корму, продуктивність та якість продукції [1, с. 217; 4, с. 42].

Прийняті заходи щодо нарощування обсягів виробництва продукції птахівництва за допомогою впровадження нових ресурсозберігаючих технологій, дозволяють зберегти динаміку зростання [5, с. 142; 6, с. 72].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Промислове птахівництво нашої країни в останні роки успішно розвивається, особливо це стосується бройлерного виробництва яке є швидким і високотехнологічним шляхом отримання м'ясної продукції. Одним з важливих шляхів підвищення економічної ефективності виробництва продукції птахівництва є удосконалення технології вирощування та утримання курчат-бройлерів і підвищення продуктивності батьківського стада. Зростаюча кількість населення на нашій планеті потребує корінного збільшення виробництва продуктів харчування особливо тваринного походження. Вирішення такого масштабного питання можливе за рахунок низки факторів, що перебувають у тісному взаємозв'язку між собою [3, с. 96; 7, с. 78; 8, с. 83].

Сучасна технологія промислового птахівництва спричиняє значне функціональне навантаження на організм птиці. При інтенсивному веденні птахівництва біологічно повноцінна годівля є вирішальним фактором отримання високої продуктивності. Вимоги до біологічно активних речовин, а це в першу чергу забезпечення вітамінами і мінералами, встановлені кілька десятиліть тому, не враховують потреби генетично високопродуктивних птахів з підвищеною енергією росту, несучістю та біоконверсією корму [5, с. 146].

У нашій країні виробництво кормів для сільськогосподарської птиці стримується нестачею також білкових кормів рослинного та тваринного походження. Адже лише за оптимальної концентрації обмінної енергії, поживних і біологічно активних речовин у раціонах годівлі продуктивної птиці дозволяють їй максимально розкрити свій генетичний потенціал [9, с. 87].

За нормованої збалансованої годівлі задовольняється потреба продуктивної птиці не тільки в необхідній кількості поживних речовинах, а й створюються умови для нормального обміну речовин та високої продуктивності. Процеси

перетравлення та всмоктування в організмі птиці протікають у багатьох відношеннях специфічно, у них встановлена найвища віддача на одиницю витрачених кормових продуктів, у 2-3 рази нижче, ніж у свинарстві та скотарстві, завдяки чому ця галузь розвивається динамічно та ефективно [1, с. 310].

В даний час перспективним напрямом розширення сировинної бази комбікормів за білковими компонентами, що дозволяє знизити залежність виробників комбікормів від імпорту соєвого шроту та рибного борошна, є заміна їх у годівлі птиці бобовими культурами польового виробництва, такими як ріпак, люпин, чечевиця, горох [4, с. 42].

Проблема біологічно повноцінної годівлі тварин та птиці залишається не до кінця вирішеною, зокрема забезпечення їх достатньою кількістю високоякісного рослинного білка – протеїну. Посилення вимог до використання генетично модифікованої сої та повна заборона її у годівлі тварин в окремих країнах Євросоюзу стимулюють інтерес до джерел рослинного білка, і насамперед до гороху [8, с. 85].

Мета нашої роботи полягала у вивченні впливу гороху у раціонах курчат-бройлерів на біохімічні показники крові. Для зниження дефіциту кормового білка в раціонах тварин та птиці необхідно збільшити використання власної білкової сировини, зокрема гороху. У наукових експериментах доведено можливість застосування гороху в раціонах птиці у кількості до 15-20%, а при використанні ферментів – до 25%.

Результати досліджень. Для проведення досліджень було здійснено забір венозної крові у бройлерів з контрольної групи та груп із введенням залежно від фази вирощування птиці, 5,0; 15,0; 20,0 % подрібненого гороху (2-а група) та 15,0; 20,0; 25% екструдованого гороху (3-я група) [2, с. 118].

Дослідження крові проводили на ветеринарному аналізаторі біохімічному SMT-120VP. Результати аналізів відображені у таблиці 1.

Таблиця 1

Результати дослідження крові курчат-бройлерів

Показники	Групи			Норма
	1 контр.	2 дослідна	3 дослідна	
Загальний білок, g/L	25,6 ± 1,20	26,5 ± 0,61	24,2 ± 2,60	27,0-84,0
Альбумін, g/L	14,7 ± 0,85	15,1 ± 0,29	13,4 ± 1,20	10,0-37,0
Глобуліни, g/L	10,9 ± 0,85	11,5 ± 0,40	10,7 ± 1,50	11,0-53,0
Сечовина, mmol/L	0,84 ± 0,07	0,83 ± 0,06	0,86 ± 0,11	0,80-18,55
Креатинін, umol/L	10,9 ± 0,54	10,0 ± 0,00	11,5 ± 1,50	11,0-370,0
Аспартатамінотрансфераза, U/L	418 ± 61,0	451 ± 65,5	336 ± 49,2	211,5-407,6
Аланінамінотрансфераза, U/L	7,4 ± 1,5	7,6 ± 1,0	5,2 ± 0,20	не более 134,0
Загальний білірубін, umol/L	3,4 ± 0,28	3,8 ± 0,32	2,7 ± 0,26	не более 23,0
Амілаза, U/L	433 ± 78,8	307 ± 10,9	222 ± 54,0	до 1498,0
Глюкоза, mmol/L	14,2 ± 0,36	13,6 ± 0,27	12,9 ± 1,30	3,0-14,0
Загальний холестерин, mol/L	1,1 ± 0,12	1,1 ± 0,20	1,2 ± 0,15	0,34-2,98
Кальцій, mmol/L	2,6 ± 0,04	2,6 ± 0,05	2,4 ± 0,23	1,85-2,87
Фосфор, mmol/L	2,8 ± 0,08	2,6 ± 0,06	2,6 ± 0,28	0,94-2,96

Так як горох можна віднести до кормових засобів із відносно високим вмістом сирого протеїну, то особливу увагу звертали на показники, що характеризують

білковий обмін в організмі птиці (загальний білок, альбумін, глобуліни, сечовина, креатинін).

Достовірних відмінностей між групами за даними показниками встановлено не було. Зазначимо, що вміст загального білка, альбумінів та глобулінів у крові курчат 2-ї групи був дещо вищим, ніж у контролі та у птиці з 3-ї групи. Таким чином, використання 5,0-25,0% зерна гороху не погіршило біохімічні показники крові курчат-бройлерів, що характеризують білковий обмін.

При згодовуванні бройлерам гороху змінилися показники крові, пов'язані з вулководним обміном. Відзначено тенденцію до зниження вмісту в крові курчат-бройлерів дослідних груп амілази (з 432,8 до 222,4-306,6 U/L) та глюкози (з 14,2 до 12,9-13,6 mmol/L).

При використанні в раціонах бройлерів екструдованого гороху дещо знизилася концентрація у них у крові кальцію та фосфору (з 2,6 до 2,4 та з 2,8 до 2,6 mmol/L) відповідно.

Зіставляючи отримані результати з нормативними показниками даного виду птиці, слід зазначити, більшість досліджуваних параметрів крові бройлерів з 2-ї та 3-ї груп перебували у межах норми чи відхилялися від нього у межах статистичної похибки.

Висновок. Вищевикладене дозволяє зробити висновок про відсутність негативного впливу зерна гороху як в дробленому, так і в екструдованому вигляді в дозуваннях, що вивчаються, на біохімічні показники крові курчат-бройлерів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ібатуллін І. І., Мельничук Д. О., Богданов Г. О. та ін. Годівля с.-г. тварин: підручник. Вінниця: Нова Книга, 2007. 616 с.
2. Ібатуллін І. І., Жукорський О. М. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві. Київ: Аграрна наука, 2017. 328 с.
3. Кучерук М. Д., Засєкін Д. А. Органічне птахівництво України: ветеринарно-санітарне забезпечення технології: монографія. Київ: Прінтеко, 2020. 189 с.
4. Слободянюк Н. Годівля та продуктивні якості курчат-бройлерів. *Тваринництво України*. 2015. № 2. С. 40–42.
5. Мазур В. А., Копилова К. В., Царук Л. Л. Ринок м'яса птиці. Біотехнологічні прийоми обробки м'ясної сировини. *Аграрна наука та харчові технології*. 2017. Вип. 5 (99). Т. 1. С. 142–154.
6. Prylipko T. M., Kostash V. V., Pidlisnyi V. V., Semenov A. M. Improvement of methods of identification of meat types. *Modern engineering and innovative technologies*. Karlsruhe, Germany. 2023. Issue 26, Part 1. P. 72–77.
7. Prylipko T. M., Koval T. V. Method of operational quality control of meat raw materials and meat products. *Modern engineering and innovative technologies*. Karlsruhe, Germany. 2023. Issue 26, Part 1. P. 78–83.
8. Prylipko T., Kostash V., Fedoriv V., Lishchuk S., Tkachuk V. Control and identification of food products under EC regulations and standards. *International Journal of Agricultural Extension*. 2021. Special Issue (02). P. 83–91.
9. Prylipko T. M. Exchange of proteins and nucleic acids in the tissues of chickens in connection with age and physiological state of the body. *Modern engineering and innovative technologies*. 2023. Issue 30, Part 1.

Дата першого надходження статті до видання: 02.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026

УДК 636.32/38.034:636.3(477.43)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.2.27>

МОЛОЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ ОВЕЦЬ ПОРОДИ ЛАКОН В УМОВАХ ПОДІЛЛЯ

Цвігун А.Т. – д.с.-г.н., професор,

завідувач лабораторії кормовиробництва та годівлі

сільськогосподарських тварин,

Інститут тваринництва степових районів імені М.Ф. Іванова «Асканія-Нова»

orcid.org/0000-0002-1214-1113

Кудрик Н.А. – к.с.-г.н., с.н.с.,

в.о. директора,

Інститут тваринництва степових районів імені М.Ф. Іванова «Асканія-Нова»

orcid.org/0000-0002-9556-2430

Понько Л.П. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри технології виробництва і переробки продукції тваринництва,

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

orcid.org/0000-0003-4405-7781

Несвятипаска В.Ю. – керівник, в. о. ветеринарного лікаря,

ВКФ «Пілігрим»

orcid.org/0009-0006-3883-749X

Шуплик В.В. – к.с.-г.н., доцент,

завідувач кафедри технології виробництва і переробки продукції тваринництва,

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

orcid.org/0000-0001-6518-5307

Яковчук В.С. – к.с.-г.н., с.н.с.,

завідувач лабораторії технології виробництва і переробки продукції вітчарства,

Інститут тваринництва степових районів імені М.Ф. Іванова «Асканія-Нова»

orcid.org/0000-0001-8423-8486

Тимофійшин І.І. – к.с.-г.н., доцент,

старший науковий співробітник лабораторії кормовиробництва

та годівлі сільськогосподарських тварин,

Інститут тваринництва степових районів імені М.Ф. Іванова «Асканія-Нова»

orcid.org/0009-0008-6022-8986

У статті висвітлено питання молочної продуктивності вівцематок породи лакон в умовах виробничо-комерційної фірми (ВКФ) «Пілігрим» Кам'янець-Подільського району Хмельницької області. При вивченні молочної продуктивності овець використано матеріали первинного обліку господарства, дослідження проводилися у 2023-2025 роках. Для вивчення рівня молочної продуктивності овець було використано аналітичний, графічний та порівняльний методи досліджень.

Господарство розміщене в зоні екологічного заповідника «Подільські товтри». На вівцефермі застосовують стійлово-пасовищний спосіб утримання тварин. У весняний період вівцематок випасають на пасовищі з різнотрав'я. Впродовж 210 днів на рік тварини мають вільний випас на чистих пасовищах заповідника. В радіусі 60 км немає

жодних забруднюючих підприємств. Влітку тварини пасуться на пасовищах – зранку до спеки, після вечірнього доїння – до 21.00 години. У літній період, окрім пасовища в раціон додають концентровані корми.

В умовах віцеферми у структурі стада овець поголів'я віцематок становить 68,7 %, інші статево-вікові групи займають 31,3 %.

У ВКФ «Пілігрим» підсисний період триває 4-5 тижнів, далі ягнят відлучають, після чого починається період товарного доїння, який триває близько 210 днів. Встановлено, що у порівнянні із 2024 роком (73172 кг) загальний надій молока у 2025 році знизився на 14,8%, однак він вищий на 5,6%, ніж у 2023 році (59046 кг). Середньодобовий надій (1,98 кг) за 2025 рік свідчить про стабільно високу продуктивність дійного стада. Щодо середнього показника за 210 днів лактації за 2023-2025 роки, то він становив 432,4 кг молока від однієї віцематки. У період роздою, який триває 1-40 днів, спостерігається стрімке зростання продуктивності. Пік лактації припадає приблизно на 30-40 день, коли добовий надій досягає максимуму – понад 3,5 кг.

Аналіз молочної продуктивності віцематок за 2023-2025 роки свідчить про стабільний розвиток ВКФ «Пілігрим». Незважаючи на незначні сезонні коливання, вдалося забезпечити сталий ріст середнього надюю на віцематку до 415,76 кг, це свідчить про високий генетичний потенціал стада та ефективність обраної технології утримання.

Ключові слова: порода, лакон, віцематки, молочна продуктивність, надій.

Tsvihun A.T., Kudryk N.A., Ponko L.P., Nesviatypaska V.Yu., Shuplyk V.V., Yakovchuk V.S., Tymofishyn I.I. Milk productivity lacune sheep in the conditions of Podillia

The article highlights the issue of milk productivity of ewes of the Lakon breed in the conditions of the production and commercial firm (VKF) "Pilgrim" of Kamianets-Podilskyi district of Khmelnytskyi region. When studying the milk productivity of sheep, materials from the primary accounting of the farm were used, the research was conducted in 2023-2025. Analytical, graphical and comparative research methods were used to study the level of milk productivity of sheep.

The farm is located in the Podilski Tovtry ecological reserve zone. The sheep farm uses a stall-pasture method of keeping animals. In the spring, ewes are grazed on a pasture of mixed grass. For 210 days a year, the animals have free grazing on the clean pastures of the reserve. There are no polluting enterprises within a radius of 60 km. In the summer, the animals graze on pastures – in the morning before the heat, after evening milking – until 9:00 p.m. In the summer, in addition to pasture, concentrated feed is added to the diet.

In the conditions of a sheep farm, in the structure of the sheep herd, the number of ewes is 68.7%, other sex-age groups occupy 31.3%.

In the VKF "Pilgrim", the suckling period lasts 4-5 weeks, then the lambs are weaned, after which the commercial milking period begins, which lasts about 210 days. It was established that compared to 2024 (73172 kg), the total milk yield in 2025 decreased by 14.8%, but it is 5.6% higher than in 2023 (59046 kg). The average daily yield (1.98 kg) for 2025 indicates a consistently high productivity of the dairy herd. As for the average indicator for 210 days of lactation for 2023-2025, it was 432.4 kg of milk from one ewe. During the separation period, which lasts 1-40 days, a rapid increase in productivity is observed. The peak of lactation occurs around day 30-40, when daily milk yield reaches its maximum – over 3.5 kg.

Analysis of the milk productivity of ewes for 2023-2025 indicates the stable development of the Pilgrim VKF. Despite minor seasonal fluctuations, it was possible to ensure a steady increase in the average milk yield per ewe to 415.76 kg, which indicates the high genetic potential of the herd and the effectiveness of the selected keeping technology.

Key words: breed, Lacune, ewes, milk productivity, milk yield.

Постановка проблеми. Молочне вівчарство – важлива галузь тваринництва, що забезпечує виробництво високопоживного молока з високим вмістом жиру, білка, молочного цукру, мінеральних речовин та вітамінів [1, 5, 18]. За даними науковців [2, 5], за хімічним складом молоко овець значно перевершує молоко інших видів сільськогосподарських тварин. Так, енергетична цінність овечого молока у 1,5 рази вища, ніж коров'ячого. Воно містить у 1,8 рази більше жиру і білка, у 1,4 рази більше сухих речовин.

На території України розводять високопродуктивних молочних овець породи лакон. За сприятливих умов годівлі, догляду та утримання, тварини цієї породи на високому рівні реалізують генетичний потенціал продуктивності. Так, середній надій молока за лактаційний період (150-180 днів) становить 300-500 кг. Середній добовий надій складає 2,7-3,1 л/день на піку лактації, а в окремих тварин – до 5 л/день. Ці показники значно перевищують середні дані інших місцевих порід, для яких середній надій складає 100-250 л за лактацію [41].

Середні показники живої маси вівцематок знаходяться в межах 50-60 кг, плодючість 130-150%. Жива маса ягнят при народженні 2,0-3,5 кг, при відлученні ярки досягають 15-20 кг, 6 міс. – 40-45, 12 міс. – 55-60 кг, що вказує на ранню статеву скоростиглість молодняку [14].

Молоко овець породи лакон цінується не лише за кількість, але й за високу якість. Жиристість молока становить 6,5-7,5 %, вміст білка – 5,5-6,8 %, що робить його ідеальним для виробництва сирів різних сортів [55].

Найрозповсюдженіший сир, який готують з овечого молока – це бринза. З овечого молока виробляють такі м'які та тверді сири: горгонзола, рокфор, качковал, пекоріно, манчего, парміно.

Тварини породи лакон мають генетичний потенціал для підвищення молочної продуктивності вівцематок [10, с. 3-23; 11, с. 165-170]. Це зумовлює необхідність аналізу рівня молочної продуктивності вівцематок даної породи, що в подальшому дозволить розробити практичні рекомендації для підвищення ефективності та конкурентоспроможності галузі вівчарства на Поділлі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Овече молоко – повноцінний продукт споживання. Однак у натуральному вигляді таке молоко споживають рідко. Молоко овець має м'який, дещо солодкуватий смак. Цінність овечого молока значно вища, у загальних об'ємах за поживними речовинами, ніж коров'ячого чи козиного. Білок овечого молока перетравлюється в організмі людини на 99,1%, у той час як коров'ячого – на 92,6%. Овече молоко є ідеальною сировиною для сироваріння, зокрема для виробництва твердих і м'яких сирів [2, 48, 51]. У зв'язку з цим зростає інтерес до спеціалізованих молочних порід овець, серед яких провідне місце займає порода лакон (Lacaune).

Молоко овець – це унікальний продукт харчування, який містить більше 100 поживних та біологічно активних речовин, найважливішими серед яких є білки – 4,47-6,86%, жир – 3,90-9,80%, вуглеводи (лактоза) 4,40-5,60%, мінеральні елементи – 0,80-1,10% та вітаміни. За різноманітністю поживних речовин молоко овець та продукти, виготовлені з нього, не мають аналогів серед інших продуктів харчування. Молочна продуктивність вівцематок, а також склад молока залежать не лише від породи, умов годівлі та утримання тварин, але й від періоду лактації, сезону ягніння та віку тварин [10, с. 3-23; 19, с. 119-121; 20-26; 29; 27, с. 12-15; 31-33].

У багатьох країнах світу молоко овець – є цінним харчовим продуктом, з якого виготовляють кисломолочні продукти, різні сорти сиру. Овече молоко – важливе джерело доходу у тих країнах, де клімат несприятливий для розведення великої рогатої худоби. Наприклад, в Іспанії, Португалії, Греції виробництво овечого молока складає не менше 15% загального доходу, а інколи – сягає 30% [25, с. 279-284].

Перше місце за розвитком молочного вівчарства посідає Туреччина. Щорічно вона виробляє біля 14% світового обсягу молока овець. Друге місце займає Китай (більше 11,0), третє місце – Греція (7,1%).

Сьогодні, українські підприємці та фермери працюють над збільшенням виробництва молока овець, кисломолочних продуктів та різних сортів сиру [52].

Після початку військової агресії російської федерації в Україну, кількість овець та виробництво товарного овечого молока у нашій країні значно зменшилось. У результаті анексії Криму та частини Донецької області у 2014 році, Україна втратила 300 тис. овець. На сьогодні не залишилося жодного племінного господарства із розведення цигайської породи овець [10, с. 3-23].

На думку фахівців, [7, с. 6-17; 8, с. 3-16, 9 с. 3-17, 49, с. 136-138] є позитивний розвиток в аграрному секторі України, який вказує на перспективу розвитку галузі вівчарства. Наприклад, впроваджена дієва система державної підтримки; вирішуються питання створення спеціалізованих генотипів овець молочного та м'ясного напрямків продуктивності [7, с. 6-17; 8, с. 3-16]; удосконалюються існуючі породи (підвищення показників продуктивності) [3, с. 57-65; 42, с. 257-263].

Молочна продуктивність вівцематок – це генетично зумовлена селекційна ознака. Вона є однією із основних факторів інтенсивності розвитку ягнят в період підсису, їх збереженості та подальшої продуктивності. Після відлучення ягнят, вона забезпечує виробництво товарного молока, з подальшою переробкою на високоякісні молочні продукти, чим підвищує ефективність та конкурентоспроможність галузі [5].

Сьогодні науковці шукають сучасні підходи підвищення молочної продуктивності вівцематок. Вони базуються на глибокому аналізі застосування місцевих кормів на природних пасовищах і збереженні природного середовища. Наприклад, використання місцевих природних та культурних пасовищ [36, с. 209-210; 37, с. 277-281; 43, с. 95; 53, с. 175-177]; застосування біологічно активних речовин в годівлі маток [37, с. 276; 50, с. 45]. Результатом повноцінної та збалансованої годівлі вівцематок є їх висока молочна продуктивність.

Аналіз наукових досліджень у галузі молочного вівчарства показав, що робота спрямована на майбутнє підвищення продуктивності маток у результаті застосування пробіотика дійним вівцематкам сприяє підвищенню середньодобових надоїв на 27,1% ($p > 0,05$) [34, с. 235-248].

Використання побічних продуктів сприяють підвищенню молочної продуктивності тварин. Так, відходи з переробки оливков у раціоні овець, впливають на збільшення в молоці поліненасичених жирних кислот [35, с. 196-197; 39, с. 11-12; 46, с. 96-98]; citrusові субпродукти сприяють підвищенню молочної продуктивності овець [44, с. 22-30; 54, с. 53-55]; використання м'якоті граната знижує концентрацію насичених жирних кислот [45, с. 283]; включення куркуміну сприяє поліпшенню здоров'я тварин, продуктивності та якості молока [47, с. 45]

На Поділлі раніше не вивчалася молочна продуктивність вівцематок породи лакон. Є наукові роботи з вивчення молочної продуктивності різних порід овець таких науковців як: Лесик О. Б., Похивка М. В. [17, с. 71-82]; Скрепець К. В., Яковчук Г. О., Рукавнікова Г. І. [28, с. 222-234]; Бондаренко О. Ю., Корбич Н. М., Заруба К. В. [4, с. 216-219] та ін.

Тому, вивчення молочної продуктивності вівцематок породи лакон в умовах Поділля є актуальним.

Постановка завдання. Мета роботи – проведення аналізу молочної продуктивності вівцематок породи лакон в умовах вівцеферми протягом 2023-2025 років.

Методи дослідження. Дослідну роботу проводили в умовах ВКФ «Пілігрим» Кам'янець-Подільського району Хмельницької області на стаді вівцематок породи лакон.

Для вивчення рівня молочної продуктивності овець було використано аналітичний, графічний і порівняльний методи досліджень.

При вивченні даного питання було використано матеріали первинного обліку господарства за 2023-2025 роки.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих результатів. В умовах виробничо-комерційної фірми «Пілігрим» розводять стадо овець молочної породи лакон. Господарство розміщене в зоні екологічного заповідника «Подільські товтри». Сприятливий мікроклімат, багаті пасовища та знання фахівців, дозволяють займатися вівчарською справою професійно [13, с. 413].

Порода овець лакон – одна із провідних молочних порід у світі, яка має високу продуктивність, якісне молоко та здатність тварин адаптуватися до різних умов утримання. Її молоко особливо цінне при виробництві високоякісних сирів, що робить цю породу привабливою, як для великих молочних ферм, так і для маленьких фермерських господарств, які спеціалізуються на виробництві сирів різних сортів [55].

Вівцематки забезпечують економічну стабільність всього виробництва та виробляють основну масу продукції, їх потреба у поживних речовинах залежить від різних чинників. Обов'язковою умовою успішного ведення галузі вівчарства є збалансована годівля, вона підвищує надій і підтримує здоров'я тварин [30].

За даними закордонних дослідників [38, 40], годівлю молочних овець варто починати на початку останніх двох місяців кінності. При годівлі маток слід контролювати наявність чистої води, оптимальний вміст клітковини, мінералів та вітамінів, джерел енергії та азоту. Дотримання вищезазначених потреб, дає змогу мати високу продуктивність маток у майбутньому.

Сучасні селекційні програми спрямовані на підвищення молочної продуктивності та якості молока, адже молочна продуктивність вівцематок на 20-30% залежить від генетики (спадковості) і на 70–80% – від умов годівлі та утримання. Однак, саме селекційні чинники визначають потенціал овець [6, 38, 40].

Селекція у молочному вівчарстві направлена на створення овець з високою молочною продуктивністю, які мають міцне здоров'я та придатність до машинного доїння [12, с. 83; 21, с. 98].

У стаді потрібно контролювати групу маток, тому що від їх кількості залежить обсяг виробництва продукції і якісне покращення стада. Якщо відсоток вівцематок малий – буде отримано і вирощено недостатню кількість молодянку [13, с. 413].

В умовах ВКФ «Пілігрим» поголів'я вівцематок у структурі стада становить – 68,7 %, інші статеві-вікові групи займають 31,3 %. Такий високий відсоток маток є характерним для господарств вузькоспеціалізованого молочного напрямку, адже саме маточне поголів'я є джерелом товарного молока.

Ця структура є оптимальною для реалізації генетичного потенціалу породи лакон в умовах Поділля, забезпечуючи стабільні обсяги сировини для сироваріння.

Як зазначалося у наших попередніх наукових роботах [15], в умовах даної вівцеферми застосовують стійлово-пасовищний спосіб утримання, окоти вівцематок припадають на січень-березень.

У весняний період (в кінці квітня або на початку травня) вівцематок випасують на пасовищі (різнотрав'я). Впродовж 210 днів на рік тварини мають вільний випас на чистих пасовищах заповідника. В радіусі 60 км немає жодних забруднюючих підприємств. Влітку тварини пасуться на пасовищах – зранку до спеки,

після вечірнього доїння – до 21.00 год. У літній період, окрім пасовища в раціон додають ячмінні пластівці.

В осінній період маток випасають на пасовищі (до появи першого снігу), також згодовують сіно і сінаж люцерни. При переході овець на зимово-стійлове утримання в раціон включають ячмінні пластівці.

Ранкове доїння маток влітку проводиться з 5.30 до 7.30 год., вечірнє – 15.30-18.00; ранкове доїння взимку починається з 06.00 і триває до 7.30 год., вечірнє – 17.00-19.00. У господарстві використовують доїльну установку De-laval (36 голів доються, 36 чекають). Продуктивність вівцематок в середньому становить 1,5-3 кг молока [14, с. 244-254].

Для оцінки молочної продуктивності у вівчарстві, динаміка за лактаціями є основною, оскільки вівцематки досягають максимальної продуктивності не відразу. При першій лактації тварини ще ростуть, тому дають лише 70–80% від своїх потенційних можливостей. При другій лактації надій зростає на 15–20% у порівнянні із першою. При третій-п'ятій лактації – надой сягають найвищих показників. Це свідчить про те, що тварини повністю сформовані, а молочна залоза працює на повну потужність. Поступове зниження продуктивності припадає на шосту лактацію і вище, оскільки організм тварини старіє, зношується зубна система, відповідно це впливає на споживання корму [12, 21].

У молочних овець тривалість лактаційного періоду залежить від інтенсивності селекції.

Порода лакон є світовим лідером за молочною продуктивністю овець, її лактаційні характеристики суттєво відрізняються від комбінованих чи місцевих порід, завдяки інтенсивній селекції у Франції. Середня тривалість лактаційного періоду складає 165-210 днів (5,5-7 місяців). У високопродуктивних стадах при інтенсивній годівлі овець лактація може тривати до 240-260 днів [41, 55].

Середній надій породи за лактацію складає 280-400 кг молока. Рекордні показники можуть бути понад 500-600 кг. На піку лактації (через 4-6 тижнів після окоту) матка даної породи дає 2,5-4 л молока на добу.

У породи лакон дуже «витривала» лактаційна крива. Це означає, що після досягнення піку – надій повільно знижується, що дозволяє отримувати стабільну кількість молока протягом багатьох місяців [41, 55].

У ВКФ «Пілігрим» підсисний період триває 4-5 тижнів, далі ягнят відлучають, після чого починається період товарного доїння, який триває близько 210 днів.

Середній надій на одну вівцематку у 2025 році за лактацію склав 415,76 кг, відповідно середньодобовий надій на одну голову становив 1,98 кг (рис. 1). Така продуктивність значно перевищує показники місцевих комбінованих порід. Це свідчить про відмінну адаптацію породи лакон до умов Поділля.

У період роздою, який триває 1-40 днів, спостерігається стрімке зростання продуктивності. Пік лактації припадає приблизно на 30-40 день, коли добовий надій досягає максимуму – понад 3,5 кг. Це свідчить про високий генетичний потенціал маток. Після піку лактації починається поступове зниження надой. Цей період найкраще демонструє тривалість ефективного використання тварин. Далі надій плавно знижується і вказує на завершення лактації та перехід тварин у період сухостою.

У таблиці 1, рис. 2, наведені показники молочної продуктивності вівцематок за 2023–2025 роки.

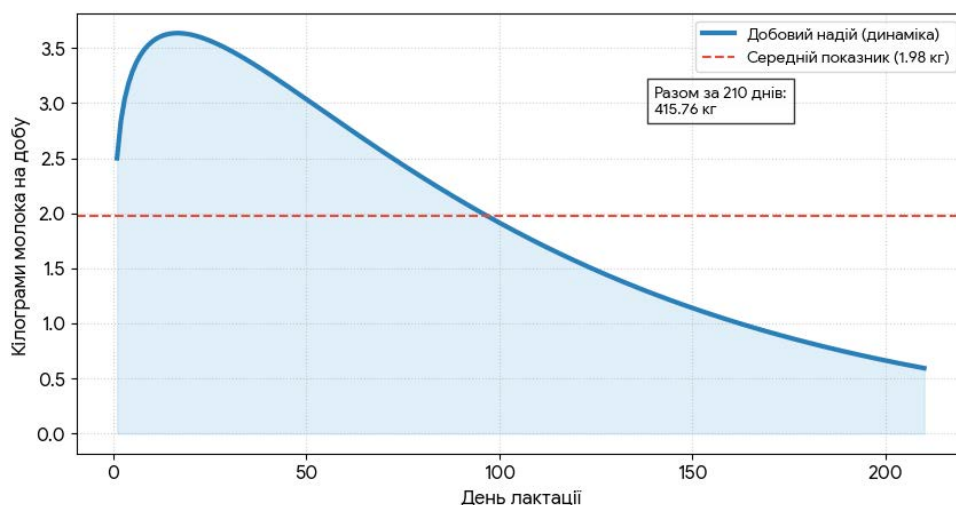


Рис. 1. Лактаційна крива та середньодобовий надій на одну вівцематку за 2025 рік

Таблиця 1

Показники молочної продуктивності вівцематок

Роки	Загальний надій (кг)	Надій на 1 вівцематку за лактацію (кг)	Середньодобовий надій (кг/добу)
2023	59046	393,64	1,87
2024	73172	487,81	2,32
2025	62364	415,76	1,98
Середній надій	64860	432,40	2,06

За даними таблиці 1, найпродуктивнішим виявився 2024 рік, надій був вищим на 17,3–24 % у порівнянні з іншими роками.

Порівняно із 2024 роком (73172 кг), загальний надій молока у 2025 році знизився на 14,8%, однак він вищий на 5,6 %, ніж у 2023 році (59046 кг). Середньодобовий надій (1,98 кг) за 2025 рік свідчить про стабільно високу продуктивність дійного стада. Щодо середнього показника за 210 днів лактації за 2023–2025 роки, то він становив 432,4 кг молока від однієї матки.

На рис. 3. наведено графік, в якому порівнюються середньодобові надії на 1 вівцю за місяцями лактації господарства за 2023–2025 роки.

Згідно з рис. 3, за 2023–2025 роки у ВКФ «Пілігрим» спостерігається чіткий пік надій вівцематок у травні, після чого йде його поступове зниження. Це типово для пасовищного періоду та фізіології лактації. Починаючи з серпня, спостерігається поступове зниження, а в жовтні-грудні показники мінімальні.

У 2024 році продуктивність маток була найбільш стабільною та високою у весняно-літні місяці. У 2025 році (травень та квітень місяці) надії у вівцематок становили на рівні минулого року, але влітку спостерігався швидший спад молочної продуктивності, що, на наш погляд, пов'язано з різким підвищенням температури повітря у цей період.

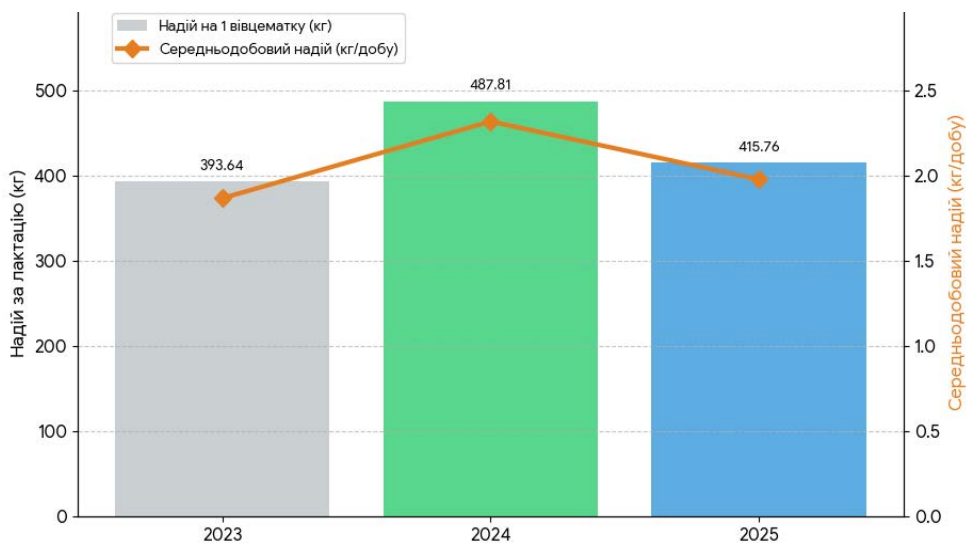


Рис. 2. Продуктивні показники вівцематок за 2023-2025 роки

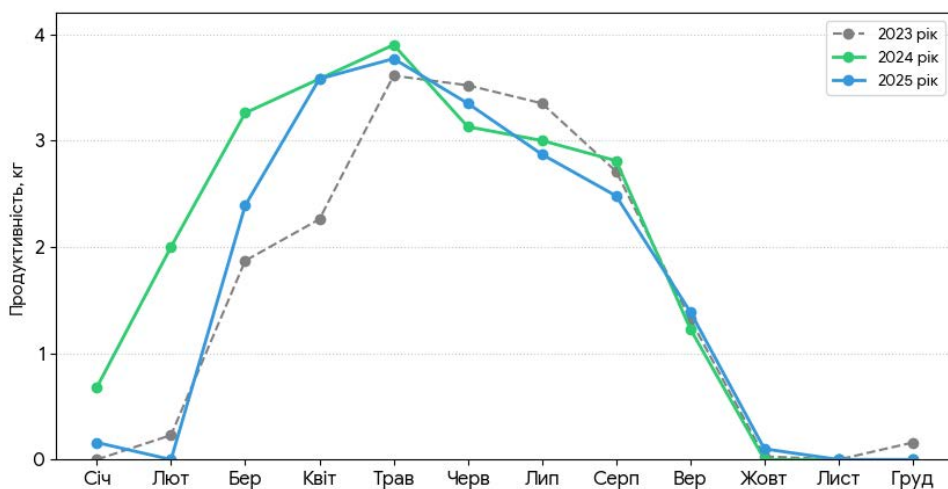


Рис. 3. Середньодобові надой на 1 вівцематку за місяцями лактації (кг)

Висновки. Аналіз молочної продуктивності вівцематок за 2023–2025 роки свідчить про стабільний розвиток ВКФ «Пілігрим». Незважаючи на незначні сезонні коливання, вдалося забезпечити сталий ріст середнього надоя на вівцематку до 415,76 кг, це свідчить про високий генетичний потенціал стада та ефективність обраної технології утримання. У 2025 році продуктивність маток була нижчою, ніж у 2024, однак середній надій – 1,98 кг/добу на одну вівцематку, є відмінним показником для молочного вівчарства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Аверчева Н.О. Перспективи ефективного розвитку галузі вівчарства. Таврійський науковий вісник. 2020. Вип. 2. С. 57-68. doi:10.32851/2708-0366/2020.2.8
2. Біологія продуктивності сільськогосподарських тварин : підручник / І.Ю. Горбатенко, М.І. Гиль, М.О. Захаренко та ін. ; за ред. М.І. Гиль ; МНАУ. Миколаїв : Видавничий дім «Гельветика», 2018. 600 с.
3. Бойко Н. В. Особливості формування якості вовни у ягнят різних генотипів та інтенсивності росту. Науково-технічний бюлетень ІТ НААН. 2017. № 118. С. 57-65.
4. Бондаренко О. Ю. Корбич Н.М., Заруба К.В. Показники продуктивності вівцематок асканійської м'ясо-вовнової породи з урахуванням настригу митої вовни. Науково-інформаційний вісник. 2020. Вип. 13. С. 216-219.
5. Вівчарство України : монографія / Вдовиченко Ю. В., Жуковський О. М., Іовенко В. М. та ін. ; за ред. В. М. Іовенка. 2-ге вид. Київ : Аграрна наука, 2016. 644 с.
6. Вдовиченко Ю.В., Жарук П.Г. Генетичні ресурси овець в Україні. Вісник аграрної науки, 2019. № 5. С. 38-44. doi:10.31073/agrovisnyk201905-05
7. Вдовиченко, Ю.В., Жарук, П.Г., Жарук, Л.В. Програмні засади створення м'ясного вівчарства України. Вівчарство та козівництво. 2019. Вип. 4. С. 6-17. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vivkoz_2019_4_3 (дата звернення: 12.04.2026).
8. Вдовиченко Ю.В. Стан та наукове забезпечення галузі вівчарства в Україні. Науковий вісник «Асканія-Нова». 2016. Вип. 9. С. 3-16. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvan_2016_9_3 (дата звернення: 12.04.2026).
9. Вдовиченко Ю. В., Жарук П. Г., Заруба К. В., Маслюк А. М., Жарук Л.В. Стан та перспективи розвитку вівчарства в державних підприємствах дослідних господарствах мережі НААН. Вівчарство та козівництво. 2018. Вип. 3. С. 3-17. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vivkoz_2018_3_3 (дата звернення: 12.04.2026).
10. Вдовиченко Ю.В., Кудрик Н.А., Жарук П.Г., Жарук Л.В. Наукові засади розвитку вівчарства південного регіону України. Вівчарство та козівництво. 2017. Вип. 2. С. 3–23. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vivkoz_2017_2_3 (дата звернення: 12.04.2026).
11. Довідник з вівчарства. Вдовиченко Ю.В., Вороненко В.І., Іовенко В.М., Жарук П.Г., Польська П.І. та ін. Нова Каховка «ПІЕЛ». 2017. 166 с.
12. Довідник з повноцінної годівлі сільськогосподарських тварин / за ред. Іба-тулліна І.І., Жуковського О.М. 2016. 300 с.
13. Кудрик Н. А., Цвігун А. Т., Понько Л. П., Несвятипаска В. Ю., Яковчук В. С., Тимофійшин І. І. Особливості годівлі овець породи лакон в умовах Поділля. Таврійський науковий вісник № 137. 2024. С. 410-420. doi:10.32782/2226-0099.2024.137.48
14. Кудрик Н. А., Цвігун А. Т., Понько Л. П., Несвятипаска В. Ю., Яковчук В. С., Тимофійшин І. І. Особливості годівлі молодняку породи лакон в умовах Поділля. Таврійський науковий вісник № 142. Ч. 2. 2025. С. 244-254. doi:10.32782/2226-0099.2025.142.2.31
15. Лакон. Kurkul : веб-сайт. 2022. URL : <https://kurkul.com/porody/524-lakon> (дата звернення 22.03.2026).
16. Лесик О.Б., Похивка М.В., Томаш Л.В., Семенчук В.Г. Продуктивні особливості овець буковинського типу асканійської м'ясо-вовнової породи з кросбредною вовною в умовах Буковини. Вісник аграрної науки. 2024. № 12 (861). С. 23-29. doi:10.31073/agrovisnyk202412-03
17. Лесик О.Б. Похивка М.В. Молочна продуктивність вівцематок різних генотипів в умовах Буковини. Тематичний науковий збірник «Вівчарство та козівництво». 2020. Випуск 5. С. 71-82. URL : http://nbuv.gov.ua/UJRN/vivkoz_2020_5_8 (дата звернення 22.03.2026).

18. Лесик О.Б., Похивка М.В., Томаш Л. В. Молочність вівцематок і ріст ягнят буковинського типу асканійської м'ясо-вовнової породи в умовах Буковини. Таврійський науковий вісник. 2025. Вип. 143(1). С. 263-269. doi:10.32782/2226-0099.2025.143.1.32
19. Лесик О.Б., Похивка М.В., Маковійчук С.Д. Показники продуктивності овець буковинського типу асканійської каракульської породи в умовах Буковини. Розведення і генетика тварин. 2025. Вип. 70. С. 119–126. doi:10.31073/abg.70.10
20. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві / за ред. І. І. Ібатуліна і О. М. Жукорського : посібник. К., 2017. 328 с. ISBN 978-966-540-415-6
21. Науково-практичні основи нормованої годівлі овець та кормовиробництва : монографія / за ред. В.М. Іовенка. Херсон : Олді+, 2022. 300 с. ISBN 978-966-289-594-0
22. Норми годівлі вівцематок. 2020. URL : <https://agro.vobu.ua/1031> (дата звернення 22.03.2026).
23. Норми годівлі овець на відгодівлі. 2020. URL : <https://agro.vobu.ua/1042> (дата звернення 22.03.2026).
24. Нежлукченко Т. І. Основні напрямки підвищення ефективності галузі вівчарства. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2016. Вип. 236. С. 200-205. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/pvnapu_tevrpt_2016_236_24 (дата звернення 22.03.2026).
25. Нечмілов В.М. Молочне вівчарство – один із факторів підвищення конкурентоздатності вівчарства. Таврійський науковий вісник. 2012. № 81. С. 279-284. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Tavnv_2012_81_54 (дата звернення 22.03.2026).
26. Польська П.І., Калащук Г.П., Чічаєва О.П., Калащук В.В. Відтворювальна здатність і продуктивність інтенсивних типів овець асканійської м'ясо-вовнової породи із кросбредною вовною за різних кормових умов. Вівчарство та козівництво. 2019. Вип. 4. С. 63-82. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vivkoz_2019_4_8 (дата звернення 22.03.2026).
27. Піхтірєва А.В. Вплив молочної продуктивності вівцематок на ріст та розвиток ягнят. Вісник Сумського національного аграрного університету. 2015. Вип. 7. (37). С. 12-15. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_vet_2015_7_5 (дата звернення 22.03.2026).
28. Скрепець К. В., Яковчук Г. О., Рукавнікова Г. І. Показники молочної продуктивності овець асканійської селекції з різними генотипами за GH-локусом. Науковий вісник «Асканія-Нова», 2021. № 14. С. 222-234. doi:10.33694/2617-0787-2021-1-14-222-234
29. Стапай П., Стахів Н., Параняк Н. Вівці – це вигідно. 2021. URL : <https://agro-business.com.ua/agro/suchasne-tvarynnyststvo/item/20950-vivtsi-tse-vyhidno.html> (дата звернення 20.03.2026).
30. Седіло Г., Вовк С., Петришин М. Сучасні тенденції у технології годівлі вівцематок. 2022. URL : <https://agro-business.com.ua/agro/suchasne-tvarynnyststvo/item/24672-suchasni-tendentsii-u-tekhnohii-hodivli-vivtsematok>. (дата звернення 16.03.2026).
31. Чігірьов В.О., Чепур В.К. Оцінка основних селекційних ознак продуктивності овець одеського внутрішньо породного типу асканійської м'ясо-вовнової породи / Матеріали VII міжнародної науково-практичної конференції. Зоотехнічна наука: історія, проблеми, перспективи. Кам'янець-Подільський. 2017. С. 68-71.
32. Чігірьов В., Бєсягіна С., Мажилівська К., Тихонов Д. Оцінка основних селекційно-генетичних ознак продуктивності овець одеського типу асканійської м'ясо-вовнової породи різних етологічних типів. Аграрний вісник Причорномор'я. 2020. Вип. 96. С. 89-95. doi:10.37000/abbsl.2020.96.11
33. Чігірьов В., Мажилівська К., Тихонов Д. Динаміка живої маси, інтенсивність росту, екстер'єрні особливості ярок одеського типу асканійської м'ясо-вовнової породи різних етологічних типів. Agrarian bulletin of the Black sea littoral.

2019. Iss. 95. С. 98-105. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agbubls_2019_95_18 (дата звернення 16.03.2026).

34. Яковчук В. С., Жулінська О. С., Іванина О. П. Вплив пробіотики на молочну продуктивність вівцематок. Науковий вісник «Асканія-Нова», 2021. № 14. С. 235-248. doi:10.33694/2617-0787-2021-1-14-235-248

35. Alburquerque J.A., Gonzalez J., García D., Cegarra J. Agrochemical characterisation of alperujo, a solid by-product of the two-phase centrifugation method for olive oil extraction. *Bioresour. Technol.* 2004. № 91. 195-200. doi:10.1016/S0960-8524(03)00177-9

36. Bonanno A., Di Grigoli A., Vergetto D., Tornambè G., Di Miceli G., Giambalvo D., Grazing sulla and/or ryegrass forage for 8 or 24h daily. *Grassland Sci. Eur.* 2007. № 12. 208-211. URL:chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://iszsicilia.pa.it/wp-content/uploads/2025/03/grazing-sulla-andor-ryegrass-forage-for-8-or-24-hours-dailyeffects-on-ewes-feeding-behaviour-min.pdf> (дата звернення 16.03.2026).

37. Ben Salem H., Nefzaoui A. Feed blocks as alternative supplements for sheep and goats. *Small Ruminant Research.* 2003. № 49. 275-288. doi:10.1016/S0921-4488(03)00144-5

38. Deysine M., Persillon H. Maîtriser l'alimentation de son troupeau de brebis laitières. 2022. URL : <https://ehlgbai.org/maitriser-lalimentation-de-son-troupeau-de-brebis-laitieres-ehlg-pays-basque-pyrenees-atlantiques-64/> (дата звернення 15.03.2026).

39. Cannas A., Feeding of lactating ewes. In: G. Pulina (ed.) *Dairy Sheep Feeding and Nutrition*. Avenue Media, Bologna, Italy. 2002. 123-166. URL :https://www.researchgate.net/publication/313162766_Feeding_of_lactating_ewes (дата звернення 15.03.2026).

40. Lactation in Farm Animals – Biology, Physiological Basis, Nutritional Requirements, and Modelization. 2019. URL : <https://www.intechopen.com/chapters/66511> (дата звернення 08.03.2026).

41. Lacaune Dairy Farm. 2024. URL : <https://lacaunefarm.com/en/> (дата звернення 01.04.2026).

42. Makovicky P., Galisova Čopikova M., Margetin M., Makovicky P., Nagy M. Growth Intensity of Lambs during Artificial Milk Rearing Depending on Chosen Non Genetic Factors. *Iranian Journal of Applied Animal Science.* 2019. 9. (2), 257-263. URL : https://www.researchgate.net/publication/333532323_Growth_Intensity_of_Lambs_during_Artificial_Milk_Rearing_Depending_on_Chosen_Non_Genetic_Factors (дата звернення 01.04.2026).

43. Molle G., Decandia M., Cabiddu A., Landau S.Y., Cannas A. An update on the nutrition of dairy sheep grazing Mediterranean pastures. *Small Ruminant Research* 2008. № 77. 93-112. doi:10.1016/j.smallrumres.2008.03.003

44. Morand-Fehr P., Fedele V., Decandia M., Le Frileux Y. Influence of farming and feeding systems on composition and quality of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research.* 2007. Vol. 68. Issues 1-2. 20-34. doi:10.1016/j.smallrumres.2006.09.019

45. Valenti B., Luciano G., Morbidini L., Rossetti U., Codini M., Avondo M., Priolo A., Bella M., Natalello A., Pauselli M. Dietary pomegranate pulp: Effect on ewe milk quality during late lactation. *J. Animals.* 2019. № 9. 283. doi:10.3390/ani9050283

46. Vargas-Bello-Pérez E., Vera R.R., Aguilar C., Lira R., Pena I., Fernández J. Feeding olive cake to ewes improves fatty acid profile of milk and cheese *Animal Feed Science and Technology.* 2013. № 184. 94-99. doi:10.1016/j.anifeedsci.2013.05.016

47. Jaguezeski A.M., Perin G., Bottari N.B., Wagner R., Fagundes M.B., Schetinger M.R.C., Morsch V.M., Stein C.S., Moresco R.N., Barreta D.A., Danieli B., Defilto R.C., Schogor A.L.B., Da Silva A.S., Addition of curcumin to the diet of dairy sheep improves health, performance and milk quality. *Animal Feed Science and Technology.* 2018. P. 45. doi:10.1016/j.anifeedsci.2018.10.010

48. Hernandez J. C. A., Ortega O. A. C., Schilling S. R., Campos S. A., Perez A. H. R., Ronquillo M. G. Organic Dairy Sheep Production Management. *Organic Farming. A Promising Way of Food Production*. 2015. 261-283. doi:10.5772/61458
49. Vdovichenko Y. V., Zharuk P. G. State and prospects for the development of the sheep breeding industry in Ukraine. *Bulletin of the Dnipropetrovsk State Agrarian University*. 2013. № 1. С. 136-138. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vddau_2013_1_36 (Last accessed: 1.04.2026).
50. Jaguezski A.M., Perin G., Bottari N.B., Wagner R., Fagundes M.B., Schetinger M.R.C., Morsch V.M., Stein C.S., Moresco R.N., Barreta D.A., Danieli B., Defiltro R.C., Schogor A.L.B., Da Silva A.S., Addition of curcumin to the diet of dairy sheep improves health, performance and milk quality. *Animal Feed Science and Technology*. 2018. P. 45. doi:10.1016/j.anifeedsci.2018.10.010
51. Hernandez J. C. A., Ortega O. A. C., Schilling S. R., Campos S. A., Perez A. H. R., Ronquillo M. G. Organic Dairy Sheep Production Management. *Organic Farming. A Promising Way of Food Production*. 2015. 261-283. doi:10.5772/61458
52. Statistical data on sheep milk production. 2022. URL: <https://www.tridge.com/intelligences/sheep-milk/production> (Last accessed: 1.04.2026).
53. Soják L., Blasko J., Kubinec R., Górová R., Addová G., Ostrovský I., Margetín, M. Variation among individuals, breeds, parities and milk fatty acid profile and milk yield of ewes grazed on pasture. *Small Rumin. Res.* 2013. № 109. 173-181. doi:10.1016/j.smallrumres.2012.07.017
54. Scerra V., Caparra P., Foti F., Lanza M., Priolo A. Citrus pulp and wheat straw silage as an ingredient in lamb diets: effects on growth and carcass and meat quality. *Small Ruminant Res.* 2001. № 40. 51-56. doi:10.1016/S0921-4488(00)00208-X
55. The Lacauene breed. 2019. URL : <https://lacaunebg.com/en/about-breed/>. (Last accessed: 1.04.2026).

Дата першого надходження статті до видання: 27.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026

УДК 636.59:612.1:615.32

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.2.28>

ВПЛИВ ФІТОБІОТИЧНОЇ ДОБАВКИ НА МОРФОЛОГІЧНІ ТА БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ КРОВІ ПЕРЕПІЛОК

Чудак Р.А. – д.с.-г.н., професор,

завідувач кафедри технології розведення, виробництва та переробки продукції дрібних тварин,

Вінницький національний аграрний університет

orcid.org/0000-0003-4318-6979

Алексєєв В.О. – аспірант кафедри технології розведення, виробництва

та переробки продукції дрібних тварин,

Вінницький національний аграрний університет

orcid.org/0009-0007-8929-3039

Фітобіотики все частіше застосовуються у птахівництві як кормові добавки завдяки їх безпечності та позитивному впливу на продуктивність. Одним з механізмів реалізації продуктивної дії є вплив на гематологічні і біохімічні показники продуктивних тварин. У статті описані зміни показників крові перепелів-несучок під дією фітобіотики. Дослідження проводилось в умовах віварію Вінницького національного аграрного університету, 200 перепелів-несучок було розділено на 4 групи по 50 голів у кожній. Під час зрівняльного періоду протягом 15 діб перепели всіх груп отримували основний раціон без добавок. Під час основного періоду експерименту, який тривав 165 діб, птиця у дослідних групах отримувала кормову добавку «Liptosa Expert» у різних дозах. У своєму складі фітобіотик містить ефірні олії коричневого дерева, гвоздики та материнки, які є джерелом біологічно активних речовин, таких як флаваноїди, терпени, карвакрол та тимол. Додаткове введення в раціон фітобіотичної кормової добавки сприяє збільшенню кількості еритроцитів у 2-й групі на 2,76%, у 3-й на 12,58% та у 4-й на 3,99% та рівня гемоглобіну на 4,18% у 2-й, на 12,65% у 3-й та на 5,71% у 4-й групі відносно контролю, що свідчить про стимуляцію еритропоезу та покращення транспорту кисню в тканинах. Кормова добавка сприяє посиленню неспецифічної резистентності організму та імунної відповіді, підвищуючи кількість лейкоцитів у 2-й групі на 1,01%, у 3-й групі на 10,10% та у 4-й групі на 3,54% проти контролю. Застосування фітобіотики у годівлі перепелів збільшує число гранулоцитів у 2-й групі на 2,30%, у 3-й групі на 5,75% та у 4-й групі на 2,3% та кількість лімфоцитів у 2-й групі на 5,33%, у 3-й групі на 10,67% ($P < 0,05$) та у 4-й групі на 6,67%. Уведення фітобіотичної кормової добавки в раціон перепелів сприяє зростанню показника загального білка на 16,65% у 3-й групі та на 15,59% у 4-й групі, порівняно проти контрольних аналогів. Застосування фітобіотики у годівлі перепілок підвищує рівень кальцію у сироватці крові на 5,82% у 2-й, на 16,67% у 3-й та на 9,52% у 4-й групі і збільшується вміст неорганічного фосфору на 8,73% у 2-й групі, на 10,72% у 3-й групі та на 5,48% у 4-й групі порівняно з контролем.

Ключові слова: фітобіотик, годівля, перепілки, гемоглобін, еритроцити.

Chudak R.A., Aliksieiev V.O. The effect of a phytobiotic supplement on hematological and biochemical parameters in quails

Phytobiotics are increasingly used in poultry farming as feed additives due to their safety and positive impact on productivity. One of the mechanisms underlying their beneficial effects is their influence on the hematological and biochemical parameters of productive animals. This article describes changes in blood parameters of laying quails under the influence of a phytobiotic. The study was conducted at the vivarium of Vinnitsa National Agrarian University; 200 laying quails



© Чудак Р.А., Алексєєв В.О., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

were divided into 4 groups of 50 birds each. During a 15-day adaptation period, quails in all groups received a basic diet without supplements. During the main experimental period, which lasted 165 days, birds in the experimental groups received the feed supplement "Liptosa Expert" in various doses. The phytobiotic contains essential oils of cinnamon, clove, and oregano, which are sources of biologically active substances such as flavonoids, terpenes, carvacrol, and thymol. The addition of a phytobiotic feed supplement to the diet led to an increase in red blood cell count by 2.76% in group 2, by 12.58% in group 3, and by 3.99% in group 4, as well as an increase in hemoglobin levels by 4.18% in group 2, by 12.65% in group 3, and by 5.71% in group 4 relative to the control, indicating stimulation of erythropoiesis and improved oxygen transport in tissues. The feed additive helps strengthen the body's nonspecific resistance and immune response, increasing the white blood cell count by 1.01% in the 2nd group, by 10.10% in the 3rd group, and by 3.54% in the 4th group compared to the control. The use of the phytobiotic in quail feed increases the number of granulocytes in group 2 by 2.30%, in group 3 by 5.75%, and in group 4 by 2.3%, and the number of lymphocytes in group 2 by 5.33%, in group 3 by 10.67% ($P < 0.05$), and in group 4 by 6.67%. The inclusion of a phytobiotic feed additive in the quail diet promotes an increase in total protein levels by 16.65% in group 3 and by 15.59% in group 4, compared to the control groups. The use of the phytobiotic in quail feed increases serum calcium levels by 5.82% in the 2nd group, by 16.67% in group 3, and by 9.52% in group 4, and increases inorganic phosphorus content by 8.73% in group 2, by 10.72% in group 3, and by 5.48% in group 4 compared to the control.

Key words: phytobiotic, feeding, quail, hemoglobin, red blood cells.

Постановка проблеми. Інтенсивний розвиток птахівництва зумовлює потребу галузі в ефективних та безпечних кормових добавках для підвищення продуктивності птиці без негативного впливу на організм [14, 15]. Показники крові є чутливими індикаторами загального здоров'я тварин та функціонального стану внутрішніх органів [13, 18].

Гематологічні показники відображають інтенсивність обмінних процесів, стан кровотворної системи та резистентності організму тварин до впливу факторів зовнішнього середовища [9]. Тому дослідження морфології крові широко використовують для оцінки загального фізіологічного стану, продуктивного потенціалу та рівня виробничого стресу сільськогосподарської птиці [6, 11, 21].

Зміни кількості формених елементів крові та співвідношення окремих клітинних популяцій тісно пов'язані з продуктивними якостями тварин та ефективністю використання кормів [7]. Будь-які відхилення у функціонуванні систем кровотворення, обміну речовин або регуляторних механізмів можуть знижувати продуктивність та погіршувати здоров'я птиці.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Наукові дослідження вказують, що використання у годівлі птахів фітобіотиків сприяє збільшенню рівня гемоглобіну та кількості еритроцитів у крові [1, 10]. Це свідчить про стимуляцію кровотворення, покращення транспорту кисню, тканинного дихання та метаболічної активності організму. Одночасно ці дослідження також свідчать про збільшення м'ясної та ячної продуктивності, що дає підстави вважати, що вплив на систему крові є одним із механізмів, через який фітобіотики проявляють свій продуктивний ефект [3, 17].

Лейкоцити є ключовими елементами імунної системи, забезпечуючи захист організму від інфекційних агентів, участь у запальних реакціях та формуванні неспецифічної і специфічної резистентності [12]. Кількісний і якісний склад лейкоцитів відображає рівень імунної реактивності птиці та її здатність адаптуватися до дії технологічних, кормових і стресових чинників [2, 19]. Тромбоцити у птиці, окрім участі у процесах гемостазу та зупинки кровотеч, беруть участь у підтриманні цілісності судинної стінки, процесах регенерації тканин та взаємодіють з клітинами

імунної системи. Зміни кількості тромбоцитів можуть свідчити про порушення обміну речовин, стресові реакції або адаптаційні зміни в організмі птиці [20].

Перепели, завдяки високій інтенсивності росту, швидкому метаболізму та чутливості до змін у раціоні, є зручною моделлю для дослідження впливу різних кормових чинників на показники крові [8,16]. Аналіз гематологічних параметрів у перепелів дозволяє не лише оцінити адаптаційні можливості організму, але й опосередковано прогнозувати зміни продуктивних ознак.

Мета дослідження – встановити вплив фітобіотичної кормової добавки на показники крові у піддослідних птахів.

Матеріали і методи дослідження. Експеримент було проведено в віварії Вінницького національного аграрного університету. За методом груп-аналогів сформовано 4 групи: одну контрольну та три дослідні, по 50 голів у кожній [5].

Дослід тривав 180 діб, з них 15 діб зрівняльного періоду та 165 основного періоду. Всі тварини утримувалися в однакових умовах з дотримання санітарно-ветеринарних вимог. Птиця контрольної групи отримувала повнораціонний комбікорм без добавок, у основний раціон дослідних груп вводилась фітобіотична добавка в різних дозах. Тварини 2-ї групи отримували добавку в дозі 1,5 кг/т, 3-ї групи – 2кг/т та 4-а – 2,5 кг/т.

Кров для дослідження забиралась після закінчення досліду на 180-й день. Показники крові отримували за допомогою гематологічного аналізатора Mindray BC-30 Vet. Біохімічні показники крові досліджувались в лабораторії Головного управління Держспоживслужби у Вінницькій області. Результати статистично оброблялись в програмі MS Excel, вірогідність розходжень оцінювалась за критерієм Стюдента [4].

Результати та їх обговорення. Експериментальні дані свідчать, що згодовування перепелам фітобіотичної кормової добавки «Liptosa Expert» збільшує кількість еритроцитів у 2-й групі на 2,76%, у 3-й на 12,58% та у 4-й на 3,99%, порівняно з контрольною групою (табл. 1).

Таблиця 1

Показники червоної крові ($M \pm m$, $n = 4$)

Показник	Група			
	1-контрольна	2-дослідна	3-дослідна	4-дослідна
Еритроцити, Т/л	3,26±0,371	3,35±0,304	3,67±0,241	3,39±0,113
Гемоглобін, г/л	98,0±10,53	102,1±7,57	110,4±5,56	103,6±2,34
Гематокрит, %	52,0±0,04	53,3±0,05**	55,9±0,04**	53,1±0,01**
Середній об'єм еритроцита, фл	155,82±4,561	156,85±4,173	160,75±2,692	160,55±3,952
Вміст гемоглобіну в еритроциті, пг	57,65±1,06	59,0±0,89	60,0±1,48	60,2±0,43

За дії кормової добавки у крові дослідних тварин збільшився показник гемоглобіну на 4,18% у 2-й групі, на 12,65% у 3-й групі та на 5,71% у 4-й групі проти контрольних аналогів.

Застосування фітобіотика сприяє збільшенню середнього об'єму еритроцита на 2,34% у 2-й дослідній групі та на 4,08% у 3-й та на 4,4% у 4-й порівняно з контрольним показником.

Уведення у раціон перепелів рослинної кормової добавки підвищує вміст гемоглобіну в еритроциті в 2-й групі на 2,34%, в 3-й на 4,08% та в 4-й на 4,42%, відносно контролю.

Досліджуючи вплив кормової добавки на інтенсивність еритропоезу відзначається тенденція до підвищення гематокриту в 2-й групі на 2,5% ($P < 0,01$), в 3-й групі на 7,5% ($P < 0,01$) та в 4-й групі на 2,12% ($P < 0,01$) порівняно з контролем.

Застосування фітобіотичної кормової добавки «Liptosa Expert» у годівлі перепілок забезпечує підвищення кількості лейкоцитів у 2-й групі на 1,01%, у 3-й групі на 10,10% та у 4-й групі на 3,54% (табл. 2).

Таблиця 2

Показники білої крові ($M \pm m$, $n = 4$)

Показник	Група			
	1-контрольна	2-дослідна	3-дослідна	4-дослідна
Лейкоцити, Г/л	19,8±0,17	20,0±1,42	21,8±1,78	20,5±1,68
Гранулоцити, Г/л	8,7±0,35	8,9±0,44	9,2±0,61	8,9±0,51
Лімфоцити, Г/л	7,5±0,14	7,9±0,23	8,3±0,33	8,0±0,27
Моноцити, Г/л	1,55±0,009	1,54±0,012	1,66±0,018**	1,62±0,014**

Використання фітобіотика збільшує число гранулоцитів у 2-й групі на 2,30%, у 3-й групі на 5,75% та у 4-й групі на 2,30%, порівняно з контрольним показником. Водночас, зростає кількість лімфоцитів у 2-й групі на 5,33%, у 3-й групі на 10,67% ($P < 0,05$) та у 4-й групі на 6,67%.

Встановлено, що за додаткового згодовування рослинної кормової добавки збільшується кількість моноцитів на 7,10% ($P < 0,01$) у 3-й та на 4,52% ($P < 0,01$) у 4-й групі, проти контролю.

За дії фітобіотика число тромбоцитів збільшувалось на 7,03% у 2-й групі, на 13,51% у 3-й групі та на 10,81% у 4-й групі, відносно контролю. Крім того, зростали показники середнього розміру тромбоцита на 3,75% у 2-й групі, на 11,25% ($P < 0,05$) у 3-й та на 2,50% у 4-й та коефіцієнту великих тромбоцитів на 29,41% у 2-й групі, на 35,29% у 3-й ($P < 0,05$) та на 11,76% у 4-й, проти контрольного зразка (табл. 3).

Таблиця 3

Система гемостазу ($M \pm m$, $n = 4$)

Показник	Група			
	1-контрольна	2-дослідна	3-дослідна	4-дослідна
Тромбоцити, Г/л	18,5±2,58	19,8±1,31	21,0±2,58	20,5±3,0
Середній розмір тромбоцита, фл	8,0±0,20	8,3±0,49	8,9±0,20*	8,2±0,30
Коефіцієнт великих тромбоцитів	0,17±0,013	0,22±0,018	0,23±0,018*	0,19±0,015

За використання добавки «Liptosa Expert» загальний білок сироватки крові збільшувався на 16,65% у 3-й групі та на 15,59% у 4-й групі, порівняно з контрольною групою (табл. 4).

Таблиця 4

Біохімічні показники ($M \pm m$, $n = 4$)

Показник	Група			
	1-контрольна	2-дослідна	3-дослідна	4-дослідна
Загальний білок, г/л	43,6 $\pm$ 2,09	43,6 $\pm$ 1,22	50,85 $\pm$ 2,92	50,41 $\pm$ 2,51
Кальцій, ммоль/л	3,78 $\pm$ 0,26	4,00 $\pm$ 0,24	4,41 $\pm$ 0,39	4,14 $\pm$ 0,24
Фосфор неорганічний, ммоль/л	1,96 $\pm$ 0,07	2,13 $\pm$ 0,10	2,17 $\pm$ 0,10	2,07 $\pm$ 0,07
Лужний резерв, об%CO ₂	49,3 $\pm$ 1,44	50,2 $\pm$ 1,61	52,9 $\pm$ 1,83	49,3 $\pm$ 1,56
Прокальцитонін, мкг/л	0,16 $\pm$ 0,01	0,19 $\pm$ 0,02	0,15 $\pm$ 0,02	0,21 $\pm$ 0,02

Фітобіотик в годівлі перепелів сприяє збільшенню лужного резерву сироватки крові у 2-й групі на 1,83% та в 3-й групі на 7,30%. Також змінювався показник прокальцитоніну крові: він зменшувався на 6,25% у 3-й групі та зростали на 18,75% у 2-й та на 31,25% у 4-й групі.

Використання рослинної кормової добавки у перепелів-несучок забезпечує зростання рівня кальцію в сироватці крові на 5,82% у 2-й, на 16,67% у 3-й та на 9,52% у 4-й групі. Також збільшується вміст неорганічного фосфору на 8,73% у 2-й групі, на 10,72% у 3-й групі та на 5,48% у 4-й групі проти контрольних аналогів.

Рівень неорганічного фосфору плазми відіграє важливу роль у забезпеченні енергетичних процесів в організмі. Зростання концентрації фосфору сприяє процесам окисного фосфорилування та синтезу макроергічних сполук, таких як АТФ та креатинфосфату. Кальцій приймає участь не тільки у формуванні шкаралупи яєць, а також бере участь у регуляції активності ферментів енергетичного обміну. Отже, зростання концентрації цих мікроелементів в плазмі безпосередньо впливає на метаболізм та продуктивність сільськогосподарської птиці.

Висновки. Результати досліджень свідчать про позитивний вплив фітобіотичної кормової добавки на показники крові перепелів. Згодовування фітобіотика «Liptosa Expert» збільшує кількість еритроцитів на 2,76-12,58% та рівень гемоглобіну на 4,18-12,65% порівняно з контролем. Збільшується кількість лейкоцитів на 1,01-10,10, що свідчить про посилення неспецифічної резистентності організму дослідної птиці.

Також зростають показники загального білка сироватки крові на 16,65% у 3-й групі та на 15,59% у 4-й групі, порівняно з контрольною групою. Застосування фітобіотика у годівлі підвищує рівень кальцію в сироватці крові на 5,82-16,67% і вміст неорганічного фосфору на 5,48-10,72% порівняно з контролем, що безпосередньо пов'язано з загальною активністю обмінних процесів в організмі та яєчною продуктивністю перепелів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бігун Ю. П. Фізіологічні аспекти адаптації організму птиці різного віку та продуктивності за використання фітокомпозиції «Вітастимул». *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені Гжицького*. 2013. Вип. 15 (3, ч. 3). С. 249–257.

2. Бігун Ю. П., Стояновський В. Г. Фізіологічні аспекти адаптації організму курчат на тлі вакцинації та курей-несучок у різні періоди яйцекладки при викорис-

танні біологічно активних речовин фітокомпозиції «Вітастимул». *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені Гжицького*. 2014. Вип. 16 (2, ч. 2). С. 15–21.

3. Гриневич Н., Хіцька О., Дзміль В. Вплив селеніту натрію та фітопрепарату «Емелін» на показники природної резистентності, збереженість і якість продукції курей-несучок. *Науковий вісник ветеринарної медицини*. 2023. Вип. 2. С. 15–34.

4. Жалдак М. І., Кузьміна Н. М., Михалін Г. О. Теорія ймовірностей і математична статистика : підручник. Київ : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2020. 750 с. URL: <https://enpuir.udu.edu.ua/entities/publication/77a97122-1f52-460d-b772-0d0dbflee008>

5. Ібатуллін І. І., Жукорський О. М. Методологія та організація наукових досліджень : навч. посіб. Київ : Аграрна наука, 2017. 328 с.

6. Ковальова І. В., Антоненко П. П. Вплив фітопрепаратів і селеніту натрію на гематологічні показники курей-несучок. *Науково-технічний бюлетень Науково-дослідного центру біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК*. 2017. Вип. 5 (1). С. 69–73.

7. Лісова Н. Є., Шкодяк Н. В., Жила М. І., Левицький Т. Р., Михалюк О. В., Неділька Г. Ю., Михалусь Г. М. Гематологічний та біохімічний профіль крові курчат-бройлерів за впливу біологічно активної кормової добавки. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2018. Вип. 1–2. С. 137–142.

8. Лівощенко Є., Павловський В. Особливості морфологічних показників крові перепелів. *Scientific Progress & Innovations: Veterinary Sciences*. 2024. Вип. 27 (4). DOI: <https://doi.org/10.31210/spi2024.27.04.23>

9. Dosoky W. M., Farag S. A., Almuraee A. A., Youssef I. M., Awlya O. F. A., Abusudah W. F., Qadhi A., Arbaeen A. F., Moustafa M., Hassan H., Tellez-Isaias G. Vitamin C and/or garlic can antagonize the toxic effects of cadmium on growth performance, hematological, and immunological parameters of growing Japanese quail. *Poultry Science*. 2024. Vol. 103, No. 3. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.103457>

10. El-Sayed Y., Khalil W., Fayez N., Abdel-Fattah A. M. Enhancing effect of oregano essential oil and *Bacillus subtilis* on broiler immune function, intestinal morphology and growth performance. *BMC Veterinary Research*. 2024. Vol. 20. P. 112. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12917-024-03960-w>

11. Etim N., Enyenihi G., Williams M. E., Udo M., Offiong E. Haematological parameters: Indicators of the physiological status of farm animals. *British Journal of Science*. 2013. Vol. 10. P. 33–45.

12. Hofmann T., Schmucker S. S., Bessei W., Grashorn M., Stefanski V. Impact of housing environment on the immune system in chickens: A review. *Animals*. 2020. Vol. 10, No. 7. P. 1138. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani10071138>

13. Nwaigwe C. U., Ihedioha J. I., Shoyinka S. V., Nwaigwe C. O. Evaluation of the hematological and clinical biochemical markers of stress in broiler chickens. *Veterinary World*. 2020. Vol. 13, No. 10. P. 2294–2300. DOI: <https://doi.org/10.14202/vetworld.2020.2294-2300>

14. Obianwuna U. E., Chang X., Oleforuh-Okoleh V. U. et al. Phytobiotics in poultry: revolutionizing broiler chicken nutrition with plant-derived gut health enhancers. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2024. Vol. 15. P. 169. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40104-024-01101-9>

15. Perera W. N. U., Ravindran V. Role of feed additives in poultry nutrition: Historical, current and future perspectives. *Animal Feed Science and Technology*. 2025. Vol. 326. P. 116371. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2025.116371>

16. Qin L., Jian P.-A., Yi B.-J., Ma X.-Y., Lu W.-H., Li X.-N., Li J.-L. Effect of atrazine on testicular toxicity involves accommodative disorder of xenobiotic metabolizing enzymes system and testosterone synthesis in European quail (*Coturnix*

coturnix). *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2023. Vol. 268. P. 115716. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2023.115716>

17. Reda F. M., Alagawany M., Alsolami A. M., Mahmoud H. K., Salah A. S., Momenah M. A., Alshahrani M. Y., El-Tarabily K. A., Saleh R. M. The incorporation of sumac seed powder (*Rhus coriaria* L.) into the diet of quail breeders as a novel feed additive. *Poultry Science*. 2024. Vol. 103, No. 5. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.103593>

18. Sokolenko S., Sokolenko Y., Van Y., Ozymok M., Kobal I., Sokolenko V. Hematological parameters of domestic chickens as stress reaction markers derived from different etiologies. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2024. Vol. 15. P. 767–775. DOI: <https://doi.org/10.15421/0224111>

19. Sreekantapuram S., Lehnert T., Prauße M. T. E., Berndt A., Berens C., Figge M. T., Jacobsen I. D. Dynamic interplay of host and pathogens in an avian whole-blood model. *Frontiers in Immunology*. 2020. Vol. 11. P. 500. DOI: <https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.00500>

20. St Paul M., Paolucci S., Barjesteh N., Wood R. D., Schat K. A., Sharif S. Characterization of chicken thrombocyte responses to Toll-like receptor ligands. *PLoS ONE*. 2012. Vol. 7, No. 8. P. e43381. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0043381>

21. Varmaghany S., KarimiTorshizi M. A., Rahimi S., Lotfollahian H., Hassanzadeh M. The effects of increasing levels of dietary garlic bulb on growth performance, systolic blood pressure, hematology, and ascites syndrome in broiler chickens. *Poultry Science*. 2015. Vol. 94, No. 8. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps/pev148>

Дата першого надходження статті до видання: 28.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026

UDC 636.32/38.082.26

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.2.29>

ASSESSMENT OF MEAT PRODUCTIVITY OF SHEEP AS A FUNDAMENTAL INDICATOR OF THE EFFICIENCY OF SHEEP FARMING INDUSTRY

Sheiko V.A. – Postgraduate student,
Odesa State Agrarian University
orcid.org/0009-0008-5208-8821

The article provides a comprehensive examination of the assessment of meat productivity in sheep as a key integral indicator of the efficiency of meat sheep farming. Modern approaches to the formation of meat productivity are highlighted, taking into account the complex interaction of genetic, technological, and environmental factors that determine the level of realization of the animals' biological potential. Particular emphasis is placed on the role of breeding strategies, selection programs, and adaptive traits in shaping stable productive performance under varying production conditions. The importance of a systemic approach to productivity management is substantiated, based on the alignment and optimization of feeding regimes, housing systems, and animal welfare conditions.

The influence of breed characteristics, rearing intensity, and fattening technologies on the development of live weight, growth rates, dressing percentage, and qualitative characteristics of meat products is analyzed in detail. Considerable attention is given to the impact of balanced nutrition, stress minimization, and proper management practices on improving carcass traits and meat quality parameters. Particular attention is also paid to the role of animal welfare as a crucial factor in the effective realization of genetic potential, ensuring physiological stability, and increasing the economic return of production.

The results of the study indicate that an integrated and scientifically grounded approach to assessing meat productivity enables a more accurate prediction of productive indicators, facilitates the optimization of technological processes, and contributes to the sustainable development and increased profitability of meat sheep farming under modern agricultural conditions. The findings may be useful for researchers, breeders, and practitioners involved in improving production efficiency.

Key words: sheep farming, meat productivity, dressing percentage, live weight, animal welfare.

Шейко В. А. Оцінка м'ясної продуктивності овець як базового показника ефективності галузі вівчарства

У статті здійснено комплексний аналіз оцінки м'ясної продуктивності овець як ключового інтегрального показника ефективності м'ясного вівчарства. Висвітлено сучасні підходи до формування м'ясної продуктивності з урахуванням складної взаємодії генетичних, технологічних і екологічних факторів, що визначають рівень реалізації біологічного потенціалу тварин. Особливу увагу приділено ролі селекційних стратегій, програм розведення та адаптивних ознак у формуванні стабільної продуктивності за різних умов виробництва. Обґрунтовано важливість системного підходу до управління продуктивністю, який базується на узгодженні та оптимізації режимів годівлі, систем утримання та показників добробуту тварин.

Детально проаналізовано вплив породних особливостей, інтенсивності вирощування та технологій відгодівлі на формування живої маси, темпів росту, забійного виходу та якісних характеристик м'ясної продукції. Значну увагу приділено впливу збалансованої годівлі, мінімізації стресових факторів і належних практик управління на покращення показників туші та якості м'яса. Окремо підкреслено роль добробуту тварин як



© Sheiko V.A., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

важливого чинника ефективної реалізації генетичного потенціалу, забезпечення фізіологічної стабільності та підвищення економічної віддачі виробництва.

Результати дослідження свідчать, що інтегрований і науково обґрунтований підхід до оцінки м'ясної продуктивності дозволяє підвищити точність прогнозування продуктивних показників, оптимізувати технологічні процеси та сприяє сталому розвитку й зростанню рентабельності м'ясного вітчарства в сучасних умовах господарювання. Отримані результати можуть бути корисними для науковців, селекціонерів і практиків, які займаються підвищенням ефективності виробництва.

Ключові слова: вітчарство, м'ясна продуктивність, забійний вихід, жива маса, добробут тварин.

Introduction. Under current conditions of transformation in the agricultural sector, meat sheep farming is gaining strategic importance as a source of high-quality protein, a component of food security, and an effective means of utilizing natural feed resources. In many countries of the European Union and worldwide, there is a steady trend toward reorienting the industry from wool to meat production, driven by changes in consumer demand, economic feasibility, and the need to enhance the competitiveness of the agricultural sector.

At the same time, modern challenges—particularly climate change, pasture degradation, limited resources, and increasing environmental requirements—significantly complicate the functioning of the industry. Rising ambient temperatures, more frequent extreme weather events, and shifts in the structure of the feed base negatively affect the physiological condition of animals, their growth and development, leading to reduced meat productivity and economic efficiency.

In these conditions, the assessment of meat productivity in sheep becomes critically important as an integral indicator reflecting the efficiency of the “animal–environment–technology” system. Meat productivity comprises a set of interrelated characteristics, including live weight, average daily gain, feed efficiency, slaughter traits, and carcass composition. However, traditional approaches to its assessment, which are largely based on the isolated analysis of individual indicators, do not fully account for the multifactorial nature of productivity formation [1, 2, 3].

Within the framework of modern scientific concepts, particularly “One Health” and climate-smart livestock production, meat productivity is considered not only as an economic indicator but also as a measure of the interaction between animal health, housing conditions, and environmental impact. This necessitates taking into account animal welfare indicators, including physiological status, behavioral responses, stress levels, and access to resources.

Despite a considerable body of research, the issue of a comprehensive assessment of meat productivity in sheep under contemporary challenges remains insufficiently explored. In particular, further study is needed on the integration of traditional zootechnical indicators with animal welfare metrics and digital data, which opens new opportunities for optimizing production processes [4, 5, 6].

Thus, the need to develop scientifically grounded approaches to the comprehensive assessment of meat productivity in sheep determines the relevance and practical significance of this study.

Analysis of Recent Research and Publications. The assessment of meat productivity in sheep is one of the key areas of modern research in animal science, as it determines the efficiency of meat sheep farming and its competitiveness. The scientific literature has developed a comprehensive approach to studying this issue, which involves the analysis of genetic, technological, physiological, and environmental factors [7, 8].

It has been established that meat productivity in sheep has a polygenic nature and largely depends on hereditary factors. Studies show that traits such as live weight, average daily gain, and carcass weight are characterized by moderate to high heritability, which creates broad opportunities for genetic improvement of breeds [8]. Under modern conditions, the use of genomic technologies and artificial intelligence methods for productivity prediction is of particular importance. In particular, the works of Hamadani A. demonstrate the effectiveness of machine learning algorithms for assessing the genetic value of animals [9].

Alongside genetic factors, feeding conditions and management technologies have a significant influence on the formation of meat productivity. A comparative analysis of pasture-based and intensive production systems reveals a trade-off between quantitative and qualitative product characteristics: intensive systems provide higher average daily gains, while pasture systems contribute to improved nutritional value of meat [10].

The formation of meat productivity is the result of complex physiological and biochemical processes associated with muscle growth, fat deposition, and skeletal development [11]. Hormonal mechanisms, as well as environmental factors, play an important role in regulating these processes. In particular, it has been proven that heat stress negatively affects feed intake, metabolism, and growth rates, leading to reduced productivity [12].

In modern scientific approaches, particular importance is given to considering animal welfare as a crucial factor of productivity. It has been demonstrated that poor housing conditions, elevated stress levels, and diseases negatively affect growth rates, feed efficiency, and product quality [13].

A separate area of research focuses on assessing the impact of climatic factors on sheep productivity. It has been established that climate change, particularly rising ambient temperatures, leads to reduced feed intake, metabolic disturbances, and decreased average daily gains [12]. The studies by Moumen A. demonstrate that improving production efficiency can contribute to reducing the environmental impact of the industry, particularly greenhouse gas emissions [14].

The current stage of scientific development is characterized by the active implementation of precision livestock farming technologies. The use of sensor systems, automated data collection, and artificial intelligence algorithms enables continuous monitoring of animal conditions and more accurate assessment of their productivity [15]. Such approaches open up new opportunities for growth prediction, feeding optimization, and improved herd management efficiency.

Thus, the analysis of contemporary scientific research indicates that meat productivity in sheep is a complex multifactorial trait formed under the influence of genetic, technological, physiological, behavioral, and environmental factors. Despite the significant body of research, most studies focus on individual aspects of productivity, which limits the possibilities for a comprehensive assessment of industry efficiency. This necessitates the development of integrated approaches to evaluating meat productivity that take into account modern challenges and meet the requirements of sustainable livestock development.

The aim of the study is to provide a scientific justification and to develop a comprehensive system for assessing meat productivity in sheep based on the integration of selection-genetic, paratypic, physiological-biochemical indicators, and animal welfare criteria, in order to improve the accuracy of productivity evaluation, optimize the use of genetic potential, and ensure efficient and sustainable meat sheep farming.

Materials and methodology. The materials and methods used in this study were developed in accordance with modern scientific approaches to assessing meat productivity in sheep as a fundamental indicator of the efficiency of meat sheep farming. The object of the study is meat-type sheep, while the subject is the set of indicators characterizing the level of meat productivity and the factors influencing its formation. The informational basis of the study includes scientific works of domestic and foreign researchers, results of experimental studies published in specialized journals, monographs, and industry guidelines on meat sheep farming. The generalization was carried out taking into account current trends in the development of the sector, particularly increasing requirements for product quality, production efficiency, and ensuring an appropriate level of animal welfare.

The research methodology is based on the application of systemic and integrated approaches, which involve considering meat productivity as an integral trait formed under the influence of genetic, biological, technological, and environmental factors. In the course of the study, general scientific methods were used, including analysis and synthesis, comparative analysis, systematization and classification, as well as the generalization of scientific data and the interpretative method.

Results of Scientific Research. The research results are presented based on an in-depth comprehensive analysis and synthesis of recent scientific publications by leading European and Ukrainian scholars devoted to the formation of sheep meat productivity. The reviewed studies examine the influence of genetic selection and paratypical factors, as well as housing conditions and animal welfare indicators, on the expression of productive traits and the overall efficiency of production in modern meat sheep farming systems.

General Characteristics of Meat Productivity Formation. In the modern scientific paradigm, meat productivity in sheep is considered an integral, polygenic, and multifactorial trait, the formation of which results from a complex interaction between genotype and environment. Contemporary approaches in Animal Science within the EU and Ukrainian zootechnical science are increasingly moving away from a narrow interpretation of productivity solely as carcass weight, expanding it into a comprehensive system that includes growth intensity, feed conversion efficiency, slaughter characteristics, meat quality, and the level of animal welfare. This approach aligns with the “from farm to fork” concept, which dominates European research, where the final product is evaluated in terms of safety, quality, and ethical production standards.

Studies by Ukrainian researchers complement this approach by emphasizing the adaptive traits of animals, the influence of climatic conditions, and variability in the feed base. As a result, a combined model for productivity assessment is being formed, taking into account both biological and production-related factors.

Live Weight and Growth Intensity as Basic Indicators of Productivity. Live weight is a primary indicator reflecting the overall level of organism development and the efficiency of feed utilization. It directly affects slaughter performance and the economic value of the animal (tabl.1).

The data in Table 1 demonstrate a clear differentiation between meat and dual-purpose breeds. The difference in live weight (up to 7-10 kg) indicates a higher intensity of protein metabolism in meat breeds. Of particular importance is the increase in daily gains under intensive feeding, which confirms the high sensitivity of meat breeds to the level of energy and protein supply.

Table 1

Dynamics of Live Weight and Weight Gains in Sheep

Indicator	Meat breeds	Dual-purpose breeds	Analytical significance
Live weight at 4–6 months, kg	35–45	28–38	Reflects genetic growth potential
Average daily gain (standard feeding), g	180–250	150–210	Indicates efficiency of the basic diet
Average daily gain (intensive feeding), g	260–320	200–270	Reflects production intensification potential

Studies by European researchers show that the feed conversion ratio in Texel and Suffolk breeds is 12-20% better than in dual-purpose breeds, which directly correlates with the obtained results.

Slaughter traits as an indicator of production efficiency. Slaughter traits are key in determining the economic efficiency of meat sheep farming, as they reflect the actual yield of marketable production (Table 2).

Table 2

Slaughter Characteristics of Sheep

Indicator	Meat breeds	Dual-purpose breeds	Technological significance
Pre-slaughter weight, kg	40–50	32–42	Determines potential meat yield
Dressing percentage, %	48–55	42–48	Main economic indicator
Carcass weight, kg	18–25	14–19	Actual marketable output

The difference in dressing percentage (up to 10%) is technologically significant. It is explained by the higher proportion of muscle tissue and the lower relative share of bone mass in meat breeds. European studies confirm that intensive fattening systems can increase the dressing percentage to 55-58%, provided that optimal animal welfare conditions are ensured.

The morphological composition of the carcass as a quality criterion allows for the assessment of meat structure and its nutritional value (Table 3).

Table 3

Carcass Composition of Sheep (%)

Tissue	Meat breeds	Dual-purpose breeds	Biological significance
Muscle	55–62	48–55	Main nutritional component
Fat	18–25	20–28	Energy source and flavor component
Bone	16–20	18–22	Structural framework

A higher proportion of muscle tissue in meat breeds indicates a more efficient protein metabolism. An optimal fat level (18-25%) is important for the development of desirable sensory qualities of meat, whereas excessive fat deposition in dual-purpose breeds reduces economic efficiency.

Studies by Ukrainian scientists show that even minor changes in diet can alter the tissue ratio by 3–5%, which is significant in industrial production.

A comparative analysis of the genetic influence on sheep meat productivity is an important component of assessing the efficiency of different breeds and genotypes in meat sheep farming. For an objective representation of the differences between animal groups according to the main productive indicators, the summarized results are presented in Table 4. This makes it possible to clearly trace the patterns of live weight formation, growth intensity, and slaughter characteristics depending on the genetic background of the animals.

Table 4

Influence of Genetic Factors on Meat Productivity in Sheep

Breed	Average daily gain, g	Live weight at 6 months, kg	Dressing percentage, %	Meatiness assessment (conditional)
Meat breeds	220–280	38–45	50–55	High
Meat–wool breeds	180–230	32–38	46–50	Medium
Wool–meat breeds	150–190	28–34	44–48	Low–medium
Crossbred animals (F1)	240–300	40–48	52–57	High

The results demonstrate that the genetic factor is decisive in shaping meat productivity in sheep. The highest values of average daily gain, live weight, and dressing percentage are characteristic of meat breeds and F₁ crossbred animals, indicating the presence of heterosis. Meat–wool and wool–meat breeds show lower productivity, confirming the importance of selective breeding towards a meat-oriented type.

Animal welfare indicators are an important element in assessing meat productivity efficiency, as they directly affect physiological status, growth intensity, and the quality of final products. They allow for the evaluation of stress levels, housing comfort, and their impact on animal performance (Table 5).

Table 5

Influence of Welfare Conditions on Meat Productivity in Sheep

Welfare level	Thermal stress	Stress level (conditional score)	Average daily gain, g	Live weight at 6 months, kg	Meat quality
High	Absent / minimal	1–2	250–300	42–48	High
Medium	Periodic	3–4	200–250	36–42	Medium
Low	Constan	5–7	150–200	30–36	Low

Thus, an increase in the level of sheep welfare has a positive effect on growth intensity, live weight, and meat quality characteristics. As stress load decreases, feed utilization improves and the efficiency of realizing the animals' genetic potential increases.

To substantiate the modern concept of evaluating meat productivity in sheep, it is important to compare European and Ukrainian scientific approaches. European studies are primarily focused on standardizing productivity indicators, meat quality, feed conversion efficiency, and animal welfare levels. Ukrainian scientific works, in turn,

emphasize the adaptive traits of breeds, the influence of feed resources, and technological housing conditions on productivity formation.

Such a comparison makes it possible to identify both common patterns and differences in approaches to assessing meat productivity, as well as to form an integrated model that combines the advantages of both scientific schools (Table 6).

Table 6

Scientific Approaches to Productivity Assessment

Criterion	Europe	Ukraine	Generalized conclusion
Genetics	Texel, Suffolk, Charollais	Adapted local breeds	Genetics determines the baseline level
Feeding	Intensive / pasture systems	Balanced rations	Feeding shapes productivity
Meat quality	Fatty acid profile	Organoleptic indicators	Quality depends on technology
Welfare	Key factor	Microclimate and stress	Stress reduces productivity

Improving livestock production efficiency is one of the key objectives of modern agricultural production, as animal meat productivity directly affects food security and the economic stability of the sector. In this context, the development and implementation of integrated approaches to the formation of meat productivity, which take into account a combination of genetic, physiological, technological, and environmental factors, is of particular relevance. The integrated model of meat productivity formation is based on a comprehensive consideration of the interaction between genetic, physiological, feeding, and technological factors that determine the growth rate of animals and the quality of meat products obtained. It views productivity formation as a multicomponent system in which each element influences the final outcome and requires coordinated management to achieve maximum production efficiency.

The model includes three interrelated blocks that form a holistic system for managing meat productivity in animals.

The genetic block determines the hereditary potential of growth and development of animals, thus establishing the biological foundation of productivity. The genotype defines the possible level of growth intensity, feed conversion efficiency, and muscle tissue development, making this block the starting point of the entire model.

The technological block ensures the realization of genetic potential through feeding systems, housing conditions, and production process management. Its effectiveness determines the extent to which animals can fully express their natural potential under specific rearing technologies.

The welfare block reflects the level of physiological and ethological comfort of animals, which directly affects nutrient utilization efficiency and growth rate. A high level of welfare reduces stress, improves organism resilience, and promotes better productivity.

As a result of the interaction of these three blocks, key output indicators are formed: live weight, dressing percentage, meat quality, and overall economic efficiency of production.

The conducted analysis shows that sheep meat productivity is a multilevel system in which no single dominant factor can be isolated. Genetic potential determines the upper limit of productivity, while feeding and housing technology determine the degree of its realization.

The approaches of European and Ukrainian scientists are complementary: the former emphasize quality and efficiency, while the latter focus on adaptation and stability under variable conditions. Their integration forms a modern model of highly efficient meat sheep farming.

Conclusions. A generalization of the research results makes it possible to state that meat productivity in sheep is a key integral indicator of the efficiency of sheep farming, formed under the influence of genetic, feeding, and technological factors. It reflects not only the level of production output but also the efficiency of resource utilization, which directly affects the economic performance of the industry.

It has been established that the genetic characteristics of sheep determine their production potential, in particular their ability for intensive growth, dressing percentage, and carcass morphological structure. The highest performance is characteristic of specialized meat breeds, which ensure a greater yield of muscle tissue and better commercial quality of products.

It has been proven that the realization of genetic potential largely depends on adequate and balanced nutrition. Housing and management technologies also have a significant impact on meat productivity formation. Rational organization of production processes, proper housing conditions, and minimization of stress factors contribute to the stabilization of animals' physiological state and increase the efficiency of their rearing.

Ensuring an adequate level of animal welfare (optimal housing conditions, access to feed and water, and reduction of stress factors) is an essential component of modern production technologies, as it contributes to fuller realization of the genetic potential of sheep, stabilization of productivity, and improvement of meat quality characteristics.

Thus, improving the efficiency of meat sheep farming is possible under a comprehensive approach that includes the integration of breeding work, optimization of feeding, and improvement of housing technologies. This ensures a steady increase in sheep meat productivity and enhances the economic performance of the industry. Further work will be aimed at the formation of sheep meat productivity depending on selection and paratypical factors as well as animal welfare indicators, and at determining their influence on productive traits and the efficiency of meat sheep production.

REFERENCES:

1. Stapay P. V., Tiutiunnyk O. S., Stakhiv N. P., Pakholkiv N. I. Biological features of meat productivity formation in sheep. *Біологія тварин*. 2023. Vol. 25(1). P. 46–53. DOI: <https://doi.org/10.15407/animbiol25.01.046>.
2. Голубенко Т.Л., Ткаченко Т.Ю., Главатчук В.А. Особливості порід як чинник формування м'ясної продуктивності овець. *Таврійський науковий вісник*. 2025. № 142. Частина 1. С. 199-213. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.1.25>
3. Rehman S. U., Zhen Y., Ding L., Saleh A. A., Zhang Y., Zhang J., He F., Husien H. M., Zhou P. Integrative meta-analysis of genetic factors in sheep growth and meat traits. *Animals*. 2024. DOI: 10.3390/ani14111679
4. Clinquart A., Ellies-Oury M. P., Hocquette J. F., Guillier L., Santé-Lhoutellier V., Prache S. Review: On-farm and processing factors affecting bovine carcass and meat quality. *Animal*. 2022. 16. 100426. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100426>
5. Prache S., Schreurs N., Guillier L. Review: Factors affecting sheep carcass and meat quality attributes. *Animal*. 2022. 16. 100330. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100330>
6. Tüfekci H., Sejian V., Stress Factors and Their Effects on Productivity in Sheep. *Animals*. 2023. 13. 2769. <https://doi.org/10.3390/ani13172769>

7. Safari E., Fogarty N. M., Gilmour A. R. Genetic parameters for sheep production traits. *Journal of Animal Science*. 2005. 83(5), 1157–1168.
8. Fogarty N. M. Genetic parameters for live weight, fat and muscle measurements. *Animal Production Science*. 2009. 49(1), 1–8.
9. Hamadani A., Ganai N.A., Mudasir S., Shanaz S. Comparison of artificial intelligence algorithms and their ranking for the prediction of genetic merit in sheep. *Scientific Reports*. 2022. 12. 18726.
10. Priolo, A., Micol, D., Agabriel, J. Effects of grass feeding on meat quality. *Animal Research*. 2002. 51(5), 365–379.
11. Hocquette J. F., Gondret F., Bae'za E., Me'dale F., Jurie C., Pethick D. W. Intramuscular fat content in meat-producing animals: development, genetic and nutritional control, and identification of putative markers. *Animal*. 2010. 4:2, pp 303–319. doi:10.1017/S1751731109991091
12. Afsal A., Sejian V., Bagath M., Krishnan G. Heat Stress and Livestock Adaptation: Neuro-endocrine Regulation. *International Journal of Veterinary and Animal Medicine*. 2018. Vol. 1.2. 593–606. DOI: 10.31021/ijvam.20181108
13. Broom, D. M. Animal welfare: Concepts and measurement. *Journal of Animal Science*. 2011. 89(4), 1208–1217. DOI:10.2527/1991.69104167x
14. Montossi F., De Barbieri I., Ciappesoni G., Ganzábal A., Banchero G., Luzardo S., San Julián R. Sustainable sheep production systems. *Animal Frontiers*. 2013. 3(1), 28–36. doi:10.2527/af.2013-0021
15. Berckmans D., Guarino M. Precision livestock farming for the global livestock sector. *Animal Frontiers*. 2017. 7(1), 4–11. DOI:10.2527/af.2017.0101

Дата першого надходження статті до видання: 30.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026

МЕЛІОРАЦІЯ І РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТІВ

MELIORATION AND SOIL FERTILITY

УДК 631.445.4:631.417:623.459.6(477)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.2.30>

СКЛАД ОРГАНІЧНОЇ ЧАСТИНИ МІЛІТАРНО ПОШКОДЖЕНИХ ПІРОЛІЗОМ ЧОРНОЗЕМІВ ТИПОВИХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Коньшин Р.В. – аспірант кафедри ґрунтознавства,
Державний біотехнологічний університет
orcid.org/0009-0000-4520-7513

Дегтярьов В.В. – д.с.-г.н., професор,
завідувач кафедри ґрунтознавства,
Державний біотехнологічний університет
orcid.org/0000-0003-1419-3096

Особливий вплив на органічну складову ґрунту мають воєнні дії. Це зумовлює зниження родючості ґрунтів. Тому дослідження органічної складової мілітарно пошкоджених ґрунтів в наслідок піролітичної дії, визначення шляхів збереження і накопичення гумусу в них – це дуже актуальне питання не тільки ґрунтознавства, але й землеробства України загалом.

У статті наведено результати досліджень пірогенного впливу на органічну частину мілітарно порушених чорноземів типових важкосуглинкових середньогумусованих на лесовидному суглинку. Досліджувалися вплив вигорання у вітряну погоду трав'яної рослинності (переліг випалений) та високих температур під час горіння техніки (місце горіння техніки). В якості порівняння використовувалися ділянки перелогу та ріллі, які розташовані в безпосередній близькості від досліджуваних об'єктів. Визначення в досліджуваних ґрунтах умісту загального гумусу показало, що найвищі значення цього показника характерні для перелогових ділянок чорнозему типового. Встановлено, що швидкоплинне вигорання природної перелогової рослинності викликає незначне зниження умісту загального гумусу у верхньому 0-10 см шарі чорнозему, що може бути пов'язано зі знищенням повсті на поверхні ґрунту, яка виступає джерелом новоутворених гумусових речовин. Досить інтенсивний вплив на органічну частину ґрунту здійснюють високі температури горіння дизельного палива (близько 1100°C), які мають місце при горінні техніки. Високі температури горіння дизельного пального під час горіння техніки викликають вигорання органічної складової ґрунту, особливо у 0-10 см шарі. У складі загального гумусу цього шару ґрунту майже у два рази знижується уміст детриту. Нижні шари (10-30 см) досліджуваної частини профілю чорнозему під впливом високих температур стерилізуються, що призводить до знищення більшої частини мікроорганізмів, задіяних в ланцюгу біохімічних перетворень органічних решток у ґрунті.

Ключові слова: чорнозем типовий, переліг, рілля, випалювання, горіння техніки, загальний гумус, власне гумусові речовини, детрит.



© Коньшин Р.В., Дегтярьов В.В., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

Konshin R.V., Dehtiarov V.V. Composition of the organic part of military damaged by pyrolysis chrone soils typical of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine

Military operations have a special impact on the organic component of the soil. This leads to a decrease in soil fertility. Therefore, the study of the organic component of militarily damaged soils as a result of pyrolytic action, determining the ways of preserving and accumulating humus in them is a very relevant issue not only for soil science, but also for agriculture in Ukraine in general.

The article presents the results of studies of pyrogenic effects on the organic part of military-disturbed chernozems of typical heavy loamy medium humus-rich loams. The effects of burning grass vegetation in windy weather (burnt-out bed) and high temperatures during equipment burning (equipment burning site) were studied. As a comparison, fallow and arable land areas located in the immediate vicinity of the studied objects were used. Determination of the total humus content in the studied soils showed that the highest values of this indicator are characteristic of fallow areas of typical chernozem. It was established that the rapid burning of natural fallow vegetation causes a slight decrease in the total humus content in the upper 0-10 cm layer of chernozem, which may be associated with the destruction of felt on the soil surface, which acts as a source of newly formed humus substances. A rather intense influence on the organic part of the soil is exerted by high combustion temperatures of diesel fuel (about 1100°C), which occur during the combustion of equipment. High combustion temperatures of diesel fuel during the combustion of equipment cause the burning of the organic component of the soil, especially in the 0-10 cm layer. The content of detritus in the total humus of this soil layer is almost halved. The lower layers (10-30 cm) of the studied part of the chernozem profile are sterilized under the influence of high temperatures, which leads to the destruction of most of the microorganisms involved in the chain of biochemical transformations of organic residues in the soil.

Key words: *typical chernozem, fallow, arable land, burning, burning equipment, general humus, humus substances themselves, detritus.*

Актуальність теми досліджень. Гумус є одним з найважливіших інтегральних показників рівня родючості ґрунтів. Він є джерелом основних елементів живлення сільськогосподарських рослин, часто обумовлює фізичні, хімічні, фізико-хімічні показники ґрунтів, їх мікробіологічну активність тощо. Тому дослідженню гумусу приділяється велика увага на всіх етапах розвитку ґрунтознавства. Кількість і якісний склад гумусу змінюється залежно від антропогенного навантаження на ґрунт. Сільськогосподарське використання ґрунтів часто обумовлює мінералізацію органічних речовин, призводить до значного зниження загальних запасів гумусу в ґрунтах різної природи [1, с. 10]. Особливий вплив на органічну складову ґрунту мають воєнні дії. Це зумовлює зниження родючості ґрунтів. Тому дослідження органічної складової мілітарно пошкоджених ґрунтів в наслідок піролітичної дії, визначення шляхів збереження і накопичення гумусу в них – це дуже актуальне питання не тільки ґрунтознавства, але й землеробства України загалом.

Постановка проблеми. Воєнні дії це один із найбільш небезпечних впливів на властивості ґрунтів. Вони призводять до зниження родючості ґрунтів, і, навіть, до повної її втрати. Негативні наслідки, спричинені воєнними діями, відбуваються на фізичному, хімічному та біологічному рівнях. Зміни фізико-хімічних та мікробіологічних показників мають прямий вплив на вміст органічної речовини та вуглецю ґрунту [2]

В Україні понад 18 млн га земель було захоплено агресором або зазнало пошкоджень в результаті збройної агресії. Найбільше від війни постраждали чорноземні ґрунти. Близько 35–40 % площі ґрунтів Харківського району мають ознаки мілітарної деградації – це і механічна, і пірогенна, і фізична, і хімічна (забруднення) [3]. Відповідно до супутникових даних Європейської інформаційної системи лісові пожежі та пожежі, спричинені війною, вже пошкодили понад 100 тис. гектарів природних екосистем [4]

Обстріли часто спричиняють пожежі, коли внаслідок вибуху загоряється суха трава або дерева. Під впливом чинників пожежі родючий шар ґрунту зазнає пошкоджень. Знищуються рослини, їхні кореневі системи, а також редуценти – бактерії та мікроміцети. Водночас, у ґрунті збільшується вміст мінеральних речовин, що сприяє в подальшому розвитку екзогенної сукцесії рослинного покриву [5, с. 30]. У наслідок пожеж відбуваються втрати водорозчинних органічних сполук. Завдяки своїй підвищеній адсорбційній здатності пірогенний вуглець може пов'язувати хімічні речовини ґрунту, що впливатиме на мікробні процеси та зростання рослин [6, с. 34-35].

Дослідженнями Дегтярьова В. В. [1, с. 73-75], Чекар О.Ю. [7, 8] встановлено, що періодичне випалювання цілинної рослинності викликає зниження вмісту загального гумусу по профілю чорнозему типового. Особливо це стосується верхніх шарів ґрунту. При випалюванні цілинної рослинності змінюється склад органічної частини ґрунту. По всій досліджуваній частині профілю чорнозему відбувається суттєве зниження вмісту власне гумусових речовин.

Згідно досліджень М.І. Лактіонова [1, с. 101], органічна складова ґрунту представлена щонайменше чотирма компонентами, а саме: 1) свіжими органічними рештками, переважно відмерлими частинами корневих систем рослин; 2) первинними продуктами розкладу цих решток (білки, амінокислоти, жири тощо); 3) детритом – напіврозкладеними органічними рештками; 4) специфічно ґрунтовими власне гумусовими речовинами.

Методика досліджень. Метою досліджень було вивчення наслідків піролітичних процесів в ході воєнних дій на органічну складову чорноземів типових. Досліджувалися вплив вигорання у вітряну погоду трав'яної рослинності (переліг випалений) та високих температур під час горіння техніки (місце горіння техніки). В якості порівняння використовувалися ділянки перелогу (контроль 1) та ріллі (контроль 2), які розташовані в безпосередній близькості від досліджуваних об'єктів.

Досліджувані чорноземи досить ретельно вивчені і задокументовані в науковій літературі [1, с. 41-44], що звільнило нас від величезного об'єму робіт з характеристики досліджуваних ґрунтів і дозволило приділити головну увагу вивченню питання впливу воєнних дій на органічну частину ґрунту.

Індивідуальні зразки ґрунту відбирались ґрунтовим буром по шарах 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 см. З індивідуальних зразків готувались середні зразки, які використовувались для аналізів (ДСТУ 4287:2004, ДСТУ ISO 10381-1:2004, ДСТУ ISO 10381-2:2004, ДСТУ ISO 10381-3:2004). Аналітичні дослідження ґрунтів проводились за загальноприйнятими методиками: уміст загального гумусу методом І.І. Тюріна в модифікації С.М. Симакова (ДСТУ 4289:2004); уміст власне гумусових речовин і детриту модифікованим методом Шпрингера [9, с. 15]. Аналізи виконувались в чотирикратній повторності. Отримані показники обробляли статистично дисперсійним методом.

Результати досліджень. У статті представлені результати дослідження впливу наслідків піролізного впливу в процесі воєнних дій на органічну частину чорноземів типових середньогумусованих важкосуглинкових на лесовидних суглинках. Визначення в досліджуваних ґрунтах умісту загального гумусу показало (табл. 1), що найвищі значення цього показника характерні для перелогових ділянок (контроль 1) чорнозему типового. Особливістю цих варіантів є різка диференціація верхньої частини профілю за умістом загального гумусу. Так, різниця значень цього показника між шарами 0-10 і 10-20 см становить 1,12%, між шарами 10-20 і 20-30 см – 0,57%, в той час як між шарами 20-30 і 30-40 см всього 0,13%. Причина

цього відома, адже накопичення органічних решток та їх гуміфікація найбільш інтенсивно відбуваються саме у верхніх шарах цілинних і перелогових ґрунтів.

Таблиця 1

Уміст загального гумусу в мілітарно порушених піролізом чорноземах типових Лівобережного Лісостепу України

Глибина, см	Об'єкти			
	переліг		рілля	
	абсолютний	випалений	поле	ділянка горіння техніки
0-10	<u>7,16*</u> 100,0	<u>7,06*</u> 98,6	<u>5,12**</u> 100,0	<u>4,05**</u> 79,1
10-20	<u>6,02</u> 100,0	<u>6,12</u> 101,7	<u>5,02</u> 100,0	<u>4,72</u> 94,0
0-20	<u>6,59</u> 100,0	<u>6,59</u> 100,0	<u>5,07</u> 100,0	<u>4,39</u> 86,6
20-30	<u>5,45</u> 100,0	<u>5,55</u> 101,8	<u>4,87</u> 100,0	<u>4,72</u> 97,9
30-40	<u>5,32</u> 100,0	<u>5,42</u> 101,9	<u>4,29</u> 100,0	<u>4,15</u> 96,7
20-40	<u>5,39</u> 100,0	<u>5,49</u> 101,9	<u>4,58</u> 100,0	<u>4,46</u> 97,4
0-40	<u>5,99</u> 100,0	<u>6,04</u> 100,8	<u>4,83</u> 100,0	<u>4,42</u> 91,5

Примітка: $HIP05=0,06$; * під рискою – % до перелогу; ** під рискою – % до ріллі.

Вигорання природної перелогової рослинності викликає незначне зниження умісту загального гумусу у верхньому 0-10 см шарі чорнозему, що може бути пов'язано зі знищенням повсті на поверхні ґрунту, яка виступає джерелом новоутворених гумусових речовин. Слід зазначити, що процес горіння рослинності на ділянці перелогу відбувався у вітряну досить швидко. Полум'я не встигало торкнутися верхнього шару ґрунту, тому не спостерігається вигорання органічної складової у верхньому шарі чорнозему. У той же час, в наслідок випалювання на поверхні ґрунту утворилася певна кількість зольних елементів, які були вмиті опадами у верхні шари ґрунту і використані рослинами під час відростання. Випалювання рослинності викликало зміни водного режиму перелогового чорнозему і змусило відростаючу рослинність розвивати кореневу систему в глиб в пошуках вологи. Про це свідчать дані визначення умісту загального гумусу у шарах 10-40 см випаленого перелогу (табл. 1). Порівняно з абсолютним перелогом, у цих шарах випаленого перелогу спостерігається тенденція до зростання умісту загального гумусу, що свідчить про збільшення маси джерел утворення гумусу.

Чорнозем ріллі (контроль 2) характеризується значно нижчим умістом загального гумусу, порівняно з ділянкою перелогу (табл. 1). Особливо це стосується 0-10 см шару ґрунту. Також у ґрунті цього варіанту не спостерігається диференціація між шарами за умістом гумусу, що пов'язано зі щорічним перемішування верхніх шарів чорнозему під час обробітку.

Досить інтенсивний вплив на органічну частину ґрунту здійснюють високі температури горіння дизельного палива (близько 1100°C [10]), які мають місце при горінні техніки. Так, у шарі 0-10 см чорнозему цього варіанту загальний уміст гумусу нижчий на 20,9 % відносно аналогічного шару ґрунту ріллі. У шарі 10-20 см уміст загального гумусу складає 4,72 %, що на 6 % нижче варіанту ріллі поля. У більш глибоких шарах (20 – 40 см) чорнозему цього варіанту спостерігається незначне зниження умісту загального гумусу, яке коливається в межах 2,1 – 3,3 %. Таким чином, у місці горіння техніки зниження умісту загального гумусу відбувається в основному у 0-10 см шарі чорнозему.

Певний інтерес являє питання за рахунок якого компонента органічної частини ґрунту відбуваються зміни в чорноземах типових. Визначення умісту власне гумусових речовин в досліджуваних зразках чорнозему типового показало (табл. 2), що вигорання трав'яної рослинності на ділянці перелогу майже не впливає на уміст цього компонента органічної частини чорнозему у 0-10 см шарі ґрунту. У більш глибоких шарах чорнозему (10-20 см), навпаки, спостерігається деяке зростання умісту власне гумусових речовин. Зовсім інша залежність проявляється на ділянці горіння техніки. Зразки чорнозему, що відібрані на місці горіння техніки, характеризуються меншим умістом власне гумусових речовин, порівняно зі зразками ґрунту поряд розташованої ріллі (контроль 2). Так, у шарах 0-10 і 10-20 см уміст власне гумусових речовин на 0,24 і 0,25 % нижче, ніж в аналогічних шарах чорнозему не пошкодженого горінням, що свідчить про досить суттєвий вплив піролізу на органічну складову чорнозему типового. Для більш глибоких шарів (20-40 см) досліджуваного чорнозему цього варіанту також характерне зниження умісту власне гумусових речовин, але не таке значне, як у верхній частині профілю.

Таблиця 2

Уміст власне гумусових речовин в мілітарно порушених піролізом чорноземах типових Лівобережного Лісостепу України

Глибина, см	переліг		рілля	
	абсолютний	випалений	поле	ділянка горіння техніки
0-10	<u>3,58*</u> 100,0	<u>3,55*</u> 99,2	<u>3,25**</u> 100,0	<u>3,01**</u> 92,6
10-20	<u>3,03</u> 100,0	<u>3,12</u> 103,0	<u>3,22</u> 100,0	<u>2,97</u> 92,2
0-20	<u>3,31</u> 100,0	<u>3,34</u> 100,9	<u>3,24</u> 100,0	<u>2,99</u> 92,3
20-30	<u>2,93</u> 100,0	<u>2,95</u> 100,7	<u>3,06</u> 100,0	<u>2,91</u> 99,3
30-40	<u>2,85</u> 100,0	<u>2,86</u> 100,4	<u>2,86</u> 100,0	<u>2,83</u> 99,3
20-40	<u>2,89</u> 100,0	<u>2,91</u> 100,7	<u>2,96</u> 100,0	<u>2,87</u> 97,0
0-40	<u>3,10</u> 100,0	<u>3,12</u> 100,6	<u>3,10</u> 100,0	<u>2,93</u> 94,5

Примітка: НІР05=0,05; * під рискою – % до перелогу; ** під рискою – % до ріллі.

Більш значних змін в наслідок піролізу зазнає інший компонент органічної частини чорнозему – детрит (табл. 3). У наслідок випалювання трав'яної рослинності на ділянці перелогу відбуваються лише незначні зміни за умістом детриту у 0-10 см шарі чорнозему, що, на нашу думку, пов'язано з вилученням степової повсті з поверхні ґрунту внаслідок її згорання. В той же час спостерігається зростання умісту детриту у шарах ґрунту 20-30 і 30-40 см, що може бути наслідком більш інтенсивного розвитку кореневої системи рослин в нижніх шарах, як захисний механізм піролітичної дії на наземну частину рослин.

Таблиця 3

**Уміст детриту в мілітарно порушених піролізом чорноземах
типових Лівобережного Лісостепу України**

Глибина, см	Об'єкти			
	переліг		рілля	
	абсолютний	випалений	поле	ділянка горіння техніки
0-10	<u>3,58*</u> 100,0	<u>3,51*</u> 98,0	<u>1,87**</u> 100,0	<u>1,04**</u> 55,6
10-20	<u>3,00</u> 100,0	<u>3,00</u> 100,0	<u>1,80</u> 100,0	<u>1,75</u> 97,2
0-20	<u>3,29</u> 100,0	<u>3,26</u> 99,1	<u>1,84</u> 100,0	<u>1,40</u> 76,1
20-30	<u>2,52</u> 100,0	<u>2,60</u> 103,2	<u>1,81</u> 100,0	<u>1,81</u> 100,0
30-40	<u>2,44</u> 100,0	<u>2,56</u> 104,9	<u>1,43</u> 100,0	<u>1,32</u> 92,3
20-40	<u>2,48</u> 100,0	<u>2,58</u> 104,0	<u>1,62</u> 100,0	<u>1,57</u> 96,9
0-40	<u>2,89</u> 100,0	<u>2,92</u> 101,0	<u>1,73</u> 100,0	<u>1,49</u> 86,1

Примітка: * під рискою – % до перелогу; ** під рискою – % до ріллі.

Досить суттєвих змін уміст детриту зазнав на ділянці горіння техніки. Висока температура горіння дизельного палива призвела до вигорання майже половини (44,4 %) детриту у 0-10 см шарі чорнозему. Згідно сучасним уявленням про роль детриту у формуванні структурних агрегатів чорнозему [11] знищенню вогнем підлягали саме ті ділянки ворсинок детриту, які не входили в середину структурних агрегатів, а виступали з'єднуючим компонентом в будові макроагрегатів. Підтвердженням цього є розпорошення структурних макроагрегатів 0-10 см шару ґрунту цього варіанту. Шар чорнозему 10-20 см майже не зазнав впливу горіння за умістом детриту.

Розрахунок частки детриту у загальному гумусі (рис. 1) досліджуваних чорноземів показав, що випалювання трав'яної рослинності на перелоговій ділянці майже не впливає на цей показник у досліджуваній частині профілю ґрунту. Коливання значень показника знаходиться в межах 0,3 – 0,8 %. Виключення складає лише 30-40 см шар ґрунту, де випалювання викликає зростання частки детриту 1,3 %, що, на нашу думку, пов'язано зі збільшенням кореневої маси трав'яної

рослинності у зв'язку зі зміною водного режиму чорнозему у верхніх шарах ґрунту в наслідок знищення степової повсті в процесі вигорання.

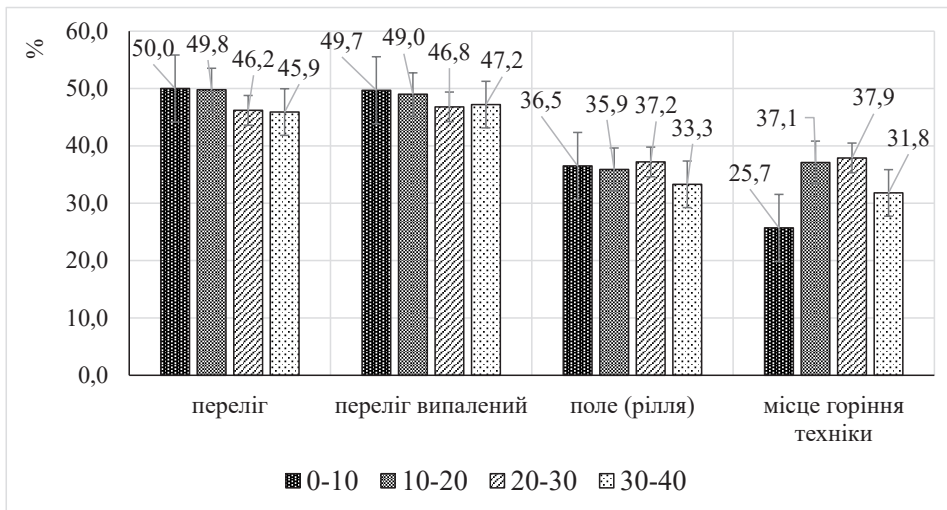


Рис. 1. Частка детриту в загальному гумусі мілітарно порушених піролізом чорноземів типових Лівобережного Лісостепу України, %

Чорнозем ріллі, як і слід було чекати, характеризується значно нижчою часткою детриту у складі загального гумусу. Горіння техніки викликає суттєві зміни у складі органічної частини чорнозему типового. Особливо це стосується 0-10 см шару ґрунту, де частка детриту становить всього 25,7 %, що на 10,8 %, що може бути пов'язано з вигоранням частини органічних речовин в наслідок високих температур. У більш глибоких шарах чорнозему типового (10-30 см) цього варіанту уміст детриту дещо вищий, що може бути викликано термічною стерилізацією цих шарів ґрунту.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Проведені дослідження показали, що швидкоплинне вигорання природної трав'яної рослинності на чорноземах типових важкосуглинкових не викликає суттєвих змін у вмісті та складі органічної частини ґрунту. Високі температури горіння дизельного пального викликають вигорання органічної складової ґрунту, особливо у 0-10 см шарі. У складі загального гумусу цього шару ґрунту майже у два рази знижується уміст детриту. Нижні шари (10-30 см) досліджуваної частини профілю чорнозему під впливом високих температур стерилізуються, що призводить до знищення більшої частини мікроорганізмів, задіяних в ланцюгу біохімічних перетворень органічних решток у ґрунті. Подальші дослідження вимагають визначення мікробіологічної активності досліджуваних чорноземів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Дегтярьов В.В. Гумус чорноземів Лівобережного Лісостепу і Степу України: монографія/за ред. д. с.-г. н., проф. Д. Г. Тихоненка. – Харківський національний аграрний університет імені В. В. Докучаєва. – Х.: Майдан, 2011. 360 с. ISBN 978-966-372-393-8
2. Скрильник Є. В., Кутова А. М., Гетманенко В. А., Москаленко В. П. Вплив воєнних дій на органічну речовину в ґрунтах Харківської області. *Сучасний стан*

грунтового покриття України в умовах збройної агресії російської федерації: збірник тез Міжнародної науково-практичної конференції (Харків, 20 жовтня 2022 р.). Харків: ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського», 2022. С. 135-138. URL: <http://www.issar.com.ua/uk/vydannya>

3. Соловей В. Б., Лебедь В. В., Залавський Ю. В. Вплив воєнних дій на ґрунтовий покрив України. *Ґрунтовий покрив України в умовах воєнних дій: стан, виклики, заходи з відновлення*: збірник тез Міжнародної науково-практичної конференції (Харків, 5 грудня 2023 р.). Харків: ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського», 2023. С. 73-75. URL: <http://www.issar.com.ua/uk/vydannya>

4. Чайка Т. О., Короткова І. В. Відновлення родючості ґрунту в Україні після воєнних дій. Захист і відновлення екологічної рівноваги та забезпечення самовідновлення екосистем: колективна монографія. Видавництво ПП «Астроя». 2023. С. 232-231. URL: https://www.researchgate.net/publication/367520848_Zahist_i_vidnovlennia_ekologicnoi_rivnovagi_ta_zabezpecennia_samovidnovlennia_ekosistem_Protecting_and_restoring_ecological_balance_and_ensuring_self-renewal_of_ecosystems

5. Наслідки для довкілля війни росії проти України. Ангурець О., Хазан П., Колесникова К., Куш М., Чернохова М., Гавранек М. [Електронне науково-популярне видання]. С. 30. ISBN: 978-80-88508-07-6. URL: <https://cleanair.org.ua/wp-content/uploads/2023/03/cleanair.org.ua-war-damages-ua-version-04-low-res.pdf>

6. Гриценко А. В., Зінченко І. В., Васенко О. Г., Бабіч О. В. Біоремедіація ґрунтів і відновлення біоценозів, порушених під час пожеж, за допомогою осаду стічних вод. *Ґрунтовий покрив України в умовах воєнних дій: стан, виклики, заходи з відновлення*: збірник тез Міжнародної науково-практичної конференції (Харків, 5 грудня 2023 р.). [Електронне видання]. Харків: ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського», 2023. С. 34-35. URL: <http://www.issar.com.ua/uk/vydannya>

7. Чекар О.Ю. Вплив випалювання на гумусовий режим чорноземів типових і темно-каштанових ґрунтів. Вісник ХНАУ ім. В.В. Докучаєва. Сер. «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів». № 1, 2011, С. 112-117. ISSN: 2225-8701 URL: [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=JRN&P21DBN=JRN&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=njuu_all&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21COLORTERMS=0&S21P03=I=&S21STR=%D0%9669512:%D0%93%D1%80%D1%83%D0%BD%D1%82./2011\\$](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=JRN&P21DBN=JRN&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=njuu_all&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21COLORTERMS=0&S21P03=I=&S21STR=%D0%9669512:%D0%93%D1%80%D1%83%D0%BD%D1%82./2011$)

8. Чекар О.Ю. Вплив випалювання трав'яного покриття на якісні показники гумусу чорноземів типових і темно-каштанових ґрунтів (повідомлення II). Вісник ХНАУ ім. В.В. Докучаєва. Сер. «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів». № 2, 2011. С. 22-26. ISSN: 2225-8701 URL: [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=JRN&P21DBN=JRN&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=njuu_all&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21COLORTERMS=0&S21P03=I=&S21STR=%D0%9669512:%D0%93%D1%80%D1%83%D0%BD%D1%82./2011\\$](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=JRN&P21DBN=JRN&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=njuu_all&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21COLORTERMS=0&S21P03=I=&S21STR=%D0%9669512:%D0%93%D1%80%D1%83%D0%BD%D1%82./2011$)

9. Практикум з ґрунтознавства: навч. посібник/ Д.Г. Тихоненко, В.В. Дегтярьов, С.В. Крохін [та ін.]; за ред. проф. Д.Г. Тихоненка, В.В. Дегтярьова.– Харків: Майдан, 2009.– 448 с. ISBN 978-966-372-290-0

10. Яка температура горіння дизельного палива? URL: <https://voloh.marka.cx.ua/ukraincyam/yaka-temperatura-gorinnya-dizelnogo-paliva.html>

11. Дегтярьов В. В., Дегтярьов Ю. В. Особливості і механізм утворення органо-мінеральних структурних агрегатів з колоїдно-хімічних позицій. *Органічна частина ґрунту: стан та перспективи дослідження*: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Харків, 19-20 лютого 2026 р.). Харків: ДБТУ, 2026. С.67-74. <https://doi.org/10.31359/9786178617226>

Дата першого надходження статті до видання: 30.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026

УДК 633.2:631.445.124

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.2.31>

ОЦІНКА МОЖЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ В УМОВАХ СУЧАСНИХ ПОКАЗНИКІВ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ ЗОНИ ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ

Поліщук О.С. – аспірант,

Інститут водних проблем і меліорації

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0009-0002-8831-0662

У статті на основі аналізу багаторічних метеоданих здійснено оцінку можливості вирощування сої різної групи стиглості в умовах сучасних показників теплозабезпеченості в зоні Західного Полісся України. Оцінку сучасних показників теплозабезпеченості здійснено на основі даних метеопосту Сарненської дослідної станції ІВПіМ НААН, що знаходиться в зоні Західного Полісся і розташований безпосередньо на осушуваному торфоболотному масиві. В цілому за період 2010-2025 рр. сума активних температур вище 10°C становила 2816°C і варіювала в межах 2612-3257°C і вище 15°C знаходилась в межах 1956-2853°C.

На дерново-підзолистих ґрунтах сума теплових одиниць CHU 2015-2025 рр. за період травень-вересень коливалась в межах – 2893-3488 та на торфових ґрунтах – 2538-3060 CHU. Це дає підставу стверджувати, що температурний режим на суходільних ґрунтах є більш сприятливим для вирощування сої ніж на прилеглих осушуваних торфових ґрунтах, що обумовлено їхніми специфічними водно-фізичними та мікрокліматичними особливостями.

Встановлено, що одним з основних обмежуючих факторів вирощування сої в зоні Західного Полісся є короткий безморозний період, особливо на торфових ґрунтах. Встановлено, що за 10-ти річний період метеоспостережень в 1 рік він був меншим 100 днів, у 2-х роках він був меншим 120 днів, та у 2-х роках – менше 130 днів, у 4-х роках меншим 140 днів та в 1 році – він становив 150 днів.

Результати проведеного аналізу метеоданих дають підставу стверджувати, що при сучасних показниках теплозабезпеченості вегетаційного періоду в зоні Західного Полісся на дерново-підзолистих ґрунтах оптимальним є вирощування сортів сої з тривалістю вегетаційного періоду до 100 днів і необхідною кількістю теплових одиниць – до 2600 CHU. На торфових ґрунтах, оптимальним є вирощування ультраранніх сортів сої з тривалістю вегетаційного періоду до 85 днів, і необхідною кількістю теплових одиниць – до 2350 CHU.

Ключові слова: гідротермічні ресурси, сума активних температур вище 10°C, сума теплових одиниць CHU, безморозний період, дерново-підзолисті ґрунти, торфові ґрунти, соя, група стиглості.

Polichuk O.S. Assessment of the possibility of growing soybeans in the conditions of current heat security indicators of the Western Polissia Zone

The article, based on the analysis of long-term meteorological data, assesses the possibility of growing soybeans of different maturity groups under the conditions of modern heat supply indicators in the Western Polissya zone of Ukraine. The assessment of modern heat supply indicators was carried out based on data from the weather station of the Sarny Research Station of the Institute of Hydrology and Hydrology of the National Academy of Sciences of Ukraine, which is located in the Western Polissya zone and is located directly on a drained peat bog massif. In total, for the period 2010-2025, the sum of active temperatures above 10°C was 2816°C and varied within 2612-3257°C, and above 15°C was within 1956-2853°C.



© Поліщук О.С., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

On sod-podzolic soils, the sum of CHU thermal units 2015-2025 for the period May-September fluctuated within the limits of – 2893-3488 and on peat soils – 2538-3060 CHU. This gives reason to argue that the temperature regime on dry soils is more favorable for soybean cultivation than on adjacent drained peat soils, which is due to their specific water-physical and microclimatic features.

It has been established that one of the main limiting factors for soybean cultivation in the Western Polissya zone is a short frost-free period, especially on peat soils. It was established that over a 10-year period of meteorological observations in 1 year it was less than 100 days, in 2 years it was less than 120 days, and in 2 years – less than 130 days, in 4 years less than 140 days and in 1 year – it was 150 days.

The results of the analysis of meteorological data give reason to assert that with current indicators of heat supply of the growing season in the Western Polissya zone on sod-podzolic soils, it is optimal to grow soybean varieties with a growing season duration of up to 100 days and the required number of thermal units – up to 2600 CHU. On peat soils, it is optimal to grow ultra-early soybean varieties with a growing season duration of up to 85 days and the required number of thermal units – up to 2350 CHU.

Key words: *hydrothermal resources, sum of active temperatures above 10 °C, sum of thermal units CHU, frost-free period, sod-podzolic soils, peat soils, soybean, ripeness group.*

Постановка проблеми. В останні роки у зоні Західного Полісся відбувається перехід сільгоспвиробників до вирощування декількох експортно-орієнтованих культур нетрадиційних для цієї зони таких, як кукурудза на зерно, соняшник, озимий ріпак, озима пшениця, соя [1, 2]. Серед вище вказаних культур, соя є найбільш вимогливою до наявності теплових ресурсів в регіоні вирощування. В багатьох випадках технологія її вирощування переноситься автоматично із зони Лісостепу та Степу в зону Полісся, тому це призводить до істотного недобору урожаю [3].

В зоні Полісся існує низка обмежуючих чинників та нюансів технології вирощування, без врахування яких вирощування сої є проблематичним. Однією з основних причин можливого істотного недобору урожаю є невірне обрання групи стиглості сої відповідно до теплових ресурсів зони Західного Полісся.

Також ґрунтовий покрив в даній ґрунтово-кліматичній зоні є дуже строкатим, тому на одному полі може бути декілька ґрунтових відмін. Ґрунтовий покрив зони Західного Полісся складають дві основні групи ґрунтів – мінеральні (в основному представлені дерново-підзолистими ґрунтами і їхніми відмінами) та органігенні, які в основному представлені низинними торфовими ґрунтами. Вище вказані ґрунти мають різні агрохімічні та водно-фізичні властивості, що вимагають специфічних технологічних підходів до вирощування сільськогосподарських культур. Крім того, існують доволі суттєві мікрокліматичні відмінності між мінеральними та органігенними ґрунтами, які можуть суттєво вплинути на урожайність сої. Тому актуальною є оцінка сучасних теплових ресурсів в зоні Західного Полісся з метою встановлення оптимальної групи стиглості сої для вирощування в даних умовах [4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для українського землеробства соя – стратегічна культура. За площею посівів і обсягом виробництва в Україні вона впевнено тримає лідерство серед зернобобових культур, поступаючись лише соняшнику, кукурудзі та озимій пшениці. В зоні Полісся соя ще не набула такого поширення, як в зоні Лісостепу через більшу вимогливість до теплових ресурсів та ґрунтів. Також однією із причин, що гальмує її поширення в цій ґрунтово-кліматичній зоні, є обмежені теплові ресурси [5].

Соя – це культура мусонного клімату, однак завдяки досягненням селекціонерів в останні роки з'явилися нові ранньостиглі високопродуктивні та високо адаптовані сорти сої, які цілком підходять для вирощування в умовах обмежених

теплових ресурсів півночі України. Разом з тим, рівень реалізації їх потенціалу значною мірою зумовлюється ґрунтово-кліматичними умовами, адаптованою технологією вирощування і зміною клімату [6].

Поділ сої за групами стиглості ґрунтується на тривалості вегетаційного періоду (ВП) від сходів до досягання насіння. Основні групи стиглості: ультра скоростиглі (ВП <85 діб), ранньостиглі (ВП 86-105), середньоранні (ВП 106-125), середньостиглі (ВП 126-135) та середньопізні (ВП 136-145 діб) [7]. Окрім тривалості вегетаційного періоду, також суттєве значення має його теплозабезпеченість, а саме сума активних температур вище 10°C та 15°C та суми ефективних температур.

Саме тому агротехнологічні основи вирощування сої, а також управління її продукційним процесом в інтенсивних сівозмінах, стабілізація врожайності в системі осушуваного землеробства набувають особливої актуальності у зв'язку з сучасними змінами клімату.

Метою досліджень було встановити оптимальну групу стиглості сої для вирощування в зоні Західного Полісся відповідно до сучасних теплових ресурсів даного регіону.

Постановка завдання. Для оцінки показників теплозабезпеченості вегетаційного періоду використовувались дані метеопосту Сарненської дослідної станції ІВПіМ НААН, (єдиного в системі гідрометеоспостережень), який розміщений безпосередньо на торфоболотному масиві. Для оцінки показників теплозабезпеченості використовувались такі показники, як сума активних температур вище 5, 10, 15°C, а також дати стійкого переходу температури через вказані значення і тривалість відповідних періодів. Окремо встановлено суми теплових одиниць СНУ, що є основним критерієм оцінки груп стиглості сортів сої канадської та американської селекції, які в останні роки набули поширення в Україні.

Виклад основного матеріалу дослідження. В сучасних умовах господарювання визначальним фактором ведення сільського господарства є зміна клімату, що в усьому світі є вже об'єктивною реальністю. Тому при виборі групи стиглості сої слід зважати на основні показники, які характеризують теплозабезпеченість рослин протягом вегетаційного періоду, до яких належать середньомісячні температури повітря та їхні аномалії, дати початку та завершення різних температурних періодів, зокрема вегетаційного (теплого) та періоду активної вегетації, суми активних та ефективних температур та інші.

Дати стійкого переходу середньодобової температури повітря через 0, 5, 10 і 15°C і тривалість періодів з температурою вище цих меж використовуються для визначення тривалості вегетації холодостійких (період з температурою понад 5°C) і теплолюбних (понад 10°C) культур, періоду їх інтенсивного росту (понад 15°C), при плануванні строків початку польових робіт весною (дати переходу через 5°C) та їх припинення (перехід через 0°C) восени та ін. (табл. 1).

Аналіз дат стійкого переходу температури по метеопосту Сарненської дослідної станції показує, що тривалість періоду з середньодобовою температурою вище 5°C коливалася від 186 до 248 днів при середньому значенні 217 днів. Тривалість періоду активної вегетації (з температурами > 10°C) коливалась в межах 128-188 днів при середньому значенні 163 дня. Період інтенсивної вегетації (>15 °C) коливався в межах 100-141 днів при середньому значенні 116 днів. У більшості випадків вегетаційний період розпочинався в III декаді березня, а період активної вегетації – в III декаді квітня. В цілому, мінімального періоду активної вегетації з середньодобовою температурою більше 15°C (100 днів) достатньо для досягання ультраранніх і ранньостиглих сортів сої.

Таблиця 1

Дати стійкого переходу температури через 0, 5, 10, 15 °C і тривалість відповідних періодів на осушуваному торфоболотному масиві Сарненської дослідної станції ІВПіМ НААН (Рівненська обл.), середнє за 2007-2024 рр.

Значення	Дати переходу температури через певні межі і тривалість відповідних періодів											
	> 0°	< 0°	дні	> 5°	< 5°	дні	> 10°	< 10°	дні	> 15°	< 15°	дні
D _{середнє}	24.02	5.12	284	25.03	30.10	217	22.04	3.10	163	12.05	7.09	116
D _{min}	26.01	9.11	254	14.03	6.10	186	4.04	24.09	128	27.04	24.08	100
D _{max}	30.03	31.12	318	11.04	25.11	248	30.04	23.10	188	7.06	18.09	141

Одним із небезпечних метеорологічних явищ, що ускладнюють вирощування багатьох теплолюбних сільськогосподарських культур, зокрема і сої, в зоні Західного Полісся є короткий безморозний період. Особливо небезпечними заморозки є на торфових ґрунтах, де вони можуть бути відмічені в кінці травня, а в окремих роках навіть на початку червня. Тривалість без морозного періоду на осушуваному торфоболотному масиві «Чемерне» Сарненської дослідної станції наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Тривалість без морозного періоду на осушуваному торфоболотному масиві Сарненської дослідної станції ІВПіМ НААН

Рік	Дата останнього весняного заморозку у повітрі	Дата першого осіннього заморозку у повітрі	Тривалість без морозного періоду
2015	5.05	21.09	138
2016	18.05	30.09	134
2017	28.04	26.09	150
2019	09.05	19.09	132
2020	21.05	20.09	121
2021	09.05	05.09	118
2022	24.05	01.09	99
2023	14.05	8.09	116
2024	17.05	3.10	138
Середнє	13.05	18.09	127

Як показують дані метеопосту Сарненської дослідної станції ІВПіМ НААН в окремі роки останні весняні заморозки у повітрі в зоні Західного Полісся можуть бути відмічені навіть у 3-й декаді травня, а перші осінні заморозки можуть бути відмічені уже у першій декаді вересня, як це було три роки поспіль (2015-2024 рр.). Середньо багаторічна тривалість без морозного періоду по торфоболотному масиві «Чемерне» становить 127 днів, чого цілком достатньо для вирощування ультраранніх та ранньостиглих сортів сої. Однак бувають роки з аномально коротким безморозним періодом. Так, у 2022 році без морозний період на торфоболотному масиві Станції становив усього 99 днів, що є одним з найкоротших за період метеоспостережень з 1946 р.

Встановлено, що основним обмежуючим фактором вирощування сої в зоні Західного Полісся є короткий безморозний період, особливо на торфових ґрунтах.

Встановлено, що за 10-річний період метеоспостережень в 1-му році він був меншим 100 днів, у 2-х роках він був меншим 120 днів, та у 2-х роках – менше 130 днів, у 4-х роках меншим за 140 днів та в 1-му році – він становив 150 днів.

Продуктивність пізніх ярих культур (сої, кукурудзи, соняшнику), що вирощуються в умовах помірного континентального клімату, в значній мірі залежить від накопичення достатньої кількості тепла (суми ефективних температур) за час періоду вегетації. Забезпеченість рослин теплом у період вегетації впливає на рівень розвитку культур, час настання фаз розвитку в період від сівби до дозрівання культур. В Україні теплозабезпеченість культур визначають за сумою активних температур, складеній із середніх добових температур вище 10°C, і сумою ефективних температур, обрахованій як сума середніх добових температур, відлічених від біологічного мінімуму, за якого розвиваються рослини цієї культури (здебільшого за біологічний мінімум приймають 5°C) [13].

Останнім часом в Україні з'явилося багато сортів сої Канадської та Американської селекції, які по групах стиглості класифікуються за необхідною кількістю теплових одиниць (CHU) для їхнього досягання. Система розрахунку Crop Heat Units (CHU) ґрунтується на врахуванні щоденних максимальних та мінімальних температур повітря.

Теплові одиниці є ключовим критерієм при виборі сорту сої, особливо для умов України, де клімат може бути нерівномірним. Сорти з нижчими показниками необхідної кількості теплових одиниць CHU підходять для регіонів з коротшим вегетаційним періодом – зокрема зона Полісся. Сорти сої селекції Канади та США класифікуються за групами стиглості на основі (CHU) – системи, що визначає необхідну кількість теплових одиниць для повного дозрівання культури. Групи стиглості відображають адаптацію сорту до певних кліматичних умов і тривалості вегетаційного періоду. Вони поділяються на ультраранні до 2350 CHU, ранні – до 2600 CHU, середньостиглі – до 2700 CHU та пізньостиглі сорти – понад 2700 CHU [3, 4].

Ультраранні та ранні сорти потребують менше тепла та підходять для регіонів із коротким вегетаційним періодом, тоді як пізньостиглі – для теплих зон із тривалою і розтягнутою в часі вегетацією [3, 12, 13].

Суми теплових одиниць CHU по торфоболотному масиві Чемерне, на якому розташована Сарненська дослідна станція ІВПіМ НААН, а по дерново-підзолистих ґрунтах – по метеостанції Сарни, що розташована поряд на суходолі (табл. 3).

Як видно з даних таблиці 3, на дерново-підзолистих ґрунтах сума теплових одиниць за період травень-вересень коливалась в межах – 2893-3488 CHU. На торфових ґрунтах сума теплових одиниць за період травень-вересень коливалась в межах – 2538-3060 CHU. Це вказує, що температурний режим на суходолі є більш сприятливим для вирощування сої ніж на прилеглих торфових ґрунтах. Торфові ґрунти належать до холодних ґрунтів через високий вміст вологи в них. Як правило торфовища розташовані на пониженнях елементів рельєфу, мають низьку теплопровідність і швидко вихолоджуються після заходу сонця, крім того сюди стікає холодне повітря з суходолу витісняючи теплі повітряні маси, що призводить до вищої ймовірності заморозків у нічний період ніж на прилеглих суходільних ґрунтах. В цілому, мінімальна нічна температура на торфовищах завжди нижча, ніж на прилеглих суходільних ґрунтах. Також тут значно коротший безморозний період порівняно з суходолом.

В цілому на торфових ґрунтах суми теплових одиниць достатньо для гарантованого досягання лише ультра ранніх сортів сої з тривалістю вегетаційного періоду

до 90 діб, в той час як на суходільних мінеральних ґрунтах (завдяки більш сприятливому тепловому режиму) кількості теплових одиниць достатньо для досягнення ранньостиглих сортів сої з тривалістю вегетаційного періоду до 100 діб.

Таблиця 3

**Сума теплових одиниць СНУ по торфоболотному масиві «Чемерне»,
Сарненська дослідна станція ІВПіМ НААН**

Рік	Сума теплових одиниць (торфові ґрунти)		Сума теплових одиниць (дерново-підзолисті ґрунти)	
	травень- вересень	безморозний період	травень- вересень	безморозний період
2015	2650	2506	2954	2671
2016	2695	2466	3051	2593
2017	2615	2523	2889	2701
2018	2841	2793	3239	2747
2019	2631	2510	3000	2622
2020	2575	2200	2936	2405
2021	2602	2280	2967	2631
2022	2538	2092	2893	2596
2023	2743	2236	3127	2567
2024	3060	2845	3488	2865
2025	2544	2422	2647	2531
Середнє за 2018-2024 рр.	2695	2445	3054	2640

Особливістю зони Західного Полісся є те, що рослини сої одержують значно меншу кількість активного тепла, оскільки вегетація сої обмежується осінніми заморозками, які припиняють її вегетацію [4, 6, 7]. Тому з метою вибору групи стиглості сорту для вирощування в зоні Західного Полісся більш достовірним показником є сума теплових одиниць за безморозний період.

Сума теплових одиниць за безморозний період протягом 2015-2025 рр. на торфових ґрунтах коливалася в межах – 2092-2845 СНУ, в той час як на дерново-підзолистих ґрунтах ці показники були у межах – 2567-2865 СНУ. На дані показники слід орієнтуватися при виборі групи стиглості сої, плануючи вирощування в зоні Західного Полісся.

Потребу рослин в теплі виражають сумою температур за період вегетації певної культури чи сорту від початку її росту до досягнення в межах конкретного ареалу. Термічні ресурси вегетаційного періоду найчастіше оцінюють сумою активних температур повітря вище 10°C.

Згідно міжнародної класифікації для досягнення ультра ранніх сортів сої з тривалістю вегетації до 90 діб необхідна сума активних температур > 10 °C становить 2200 С, для ранньостиглих з тривалістю вегетації 91-100 діб – 2200-2600 С, для середньо ранньостиглих з тривалістю вегетації 101-110 діб – 2600-2800 С, для середньостиглих з тривалістю вегетації 111-120 діб – 2800-3000 °C. Є і більш пізньостиглі сорти сої, однак розглядати їх для вирощування в північних регіонах недоцільно.

Суми позитивних ($>0^{\circ}\text{C}$) та активних ($>5, 10, 15^{\circ}\text{C}$) температур за відповідні періоди та їх відхилення від норми (2010-2025 рр.) наведено в таблиці (табл. 4).

Таблиця 4

Суми позитивних ($>0^{\circ}\text{C}$) та активних ($>5, 10, 15^{\circ}\text{C}$) температур за відповідні періоди та їх відхилення від норми (2010-2025 рр.)

Роки	Суми температур, $^{\circ}\text{C}$			
	$> 0^{\circ}\text{C}$	$> 5^{\circ}\text{C}$	$> 10^{\circ}\text{C}$	$> 15^{\circ}\text{C}$
2010	3506	3424	2760	2265
2011	3314	3050	2804	2028
2012	3530	3312	2953	2106
2013	3319	3237	2734	1972
2014	3420	3194	2842	1683
2015	3502	3004	2789	1953
2016	3355	3105	2673	2147
2017	3418	3196	2636	2040
2018	3645	3513	3257	2545
2019	3624	3423	2952	2356
2020	3513	3325	2874	2178
2021	3304	3094	2601	2066
2022	3334	3213	2612	1871
2023	3513	3321	2873	2448
2024	3420	3281	3143	2853
2025	3170	3067	2547	2047
$\Sigma T_c, ^{\circ}\text{C}$	3430	3235	2816	2160
$T_{\min}, ^{\circ}\text{C}$	3304	3004	2612	1683
$T_{\max}, ^{\circ}\text{C}$	3645	3513	3257	2545

За період 2010-2025 рр. в умовах осушуваного торфоболотного масиву «Чемерне» сума активних температур вище 10°C становила 2816°C і в середньому за останні 10 років варіювала в межах $2612-3257^{\circ}\text{C}$. Зважаючи на це, в даний час в зоні Західного Полісся суми активних температур достатньо лише для гарантованого досягання сортів сої з тривалістю вегетаційного періоду до 100 діб. Слід також мати на увазі, що рослини сої в зоні Полісся одержують тепла значно менше тієї кількості, що наведено в таблиці 4, оскільки вегетація сої обмежується пізніми весняними та ранньоосінніми заморозками, які значно скорочують вікно можливостей для вирощування сої в даному регіоні.

Висновки і пропозиції. Аналіз показників теплозабезпеченості впродовж квітня-вересня місяців по метеопосту Сарненської дослідної станції показує, що за сучасного рівня показників теплозабезпеченості вегетаційного періоду на дерново-підзолистих ґрунтах зони Західного Полісся теплових ресурсів достатньо для досягання сортів сої з тривалістю вегетаційного періоду до 100 днів. На торфових ґрунтах теплових ресурсів в цей же період достатньо лише для досягання ультраранніх сортів сої з тривалістю вегетаційного періоду до 85 днів.

Встановлено, що основним обмежувальним фактором вирощування сої в зоні Західного Полісся є короткий безморозний період, особливо це стосується торфових ґрунтів. В цілому, за останні 10 років безморозний період у 3-х роках був меншим ніж 120 днів, а у 2-х роках – меншим ніж 130 днів, що слід враховувати при плануванні вибору групи стиглості сої для вирощування в зоні Західного Полісся.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Воропай Г. В. Сільськогосподарське використання осушуваних земель гумідної зони України в умовах реформування аграрного сектору та змін клімату. Вісник аграрної науки. 2020. № 11. С. 62–73. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202011-08>.
2. Тараріко Ю. О., Зосимчук М. Д., Стецюк М. Г., Лукашук В. П., Сорока Ю. В. Перспективи вирощування сої в зоні Західного Полісся. Меліорація і водне господарство. 2022. № 2. С. 36–44. DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg202202-347>.
3. Дідора В. Г., Ступніцька О. С. Продуктивність сої залежно від інокуляції та удобрення в умовах Полісся України. Вісник аграрної науки. 2016. № 4. С. 33–37.
4. Петриченко В. Ф. Вплив агрокліматичних факторів на продуктивність сої. Вісник аграрної науки. 2006. № 2. С. 19–23.
5. Тараріко Ю. О., Писаренко П. В., Зосимчук М. Д., Сайдак Р. В., Сорока Ю. В., Лесявська Л. В. Культури лісостепової зони на осушуваних ґрунтах Західного Полісся. Вісник аграрної науки. 2025. № 4. С. 15–24. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202504-02>.
6. Мельник А. В., Романько Ю. О., Романько А. Ю., Дудка А. А. Адаптивний потенціал та стресостійкість сучасних сортів сої. Таврійський науковий вісник. 2020. № 113. Ч. 4. С. 85–91. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.12>
7. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Соевий пояс і розміщення виробництва сої в Україні. Пропозиція. 2019. № 4. С. 52–56.
8. Бахмат О. М. Моделювання адаптивної технології вирощування сої : монографія. Кам'янець-Подільський : Зволейко Д. Г., 2012. 436 с.
9. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В., Іванюк С. В. та ін. Соя : монографія. Вінниця : Діло, 2016. 400 с.
10. Дідора В. Г., Ключевич М. М. Продуктивність сої залежно від елементів органічної технології вирощування в короткостроковій сівозміні Українського Полісся. Наукові горизонти. 2021. Т. 24, № 2. С. 77–83. DOI: [https://doi.org/10.48077/scihor.24\(2\).2021.77-83](https://doi.org/10.48077/scihor.24(2).2021.77-83).
11. Петриченко В. Ф., Сич А. О., Іванюк С. В., Колісник С. І. Вплив агрокліматичних факторів на продуктивність сої. Вісник аграрної науки. 2006. № 2. С. 19–23.
12. Franche C., Lindström K., Elmerich C. Nitrogen-fixing bacteria associated with leguminous and non-leguminous plants. Plant and Soil. 2009. Vol. 321. P. 35–59.
13. Каленська С. М., Говенько Р. В. Продуктивність кукурудзи залежно від забезпечення тепловими одиницями та живленням різними видами азотних добрив. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2022. Вип. 30. С. 33–43. DOI: <https://doi.org/10.47414/np.30.2022.268943>.
14. Brown D. M., Bootsma A. Crop Heat Units for Corn and Other Warm Season Crops in Ontario. Ontario Ministry of Agriculture and Food, 1993. URL: <https://www.sojafoerderrring.de/wp-content/uploads/2014/02/Berechnung-CHU-Uni-Guelph-Ontario.pdf>.

Дата першого надходження статті до видання: 30.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026

ЕКОЛОГІЯ, ІХТІОЛОГІЯ ТА АКВАКУЛЬТУРА

ECOLOGY, ICHTHYOLOGY AND AQUACULTURE

УДК 504.54:631.4:631.95:339.9(4ЄС)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.2.32>

МІКРОПЛАСТИК В АГРОЛАНДШАФТАХ: ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ТА СИСТЕМНІ ПІДХОДИ ДО СТАЛОГО УПРАВЛІННЯ

Криштоп Є.А. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри екології та біотехнологій в рослинництві,

Державний біотехнологічний університет

orcid.org/0000-0002-2868-3101

У статті досліджено мікропластикове забруднення агроландшафтів як одну з ключових загроз екологічній безпеці ґрунтів, продовольчій безпеці та стійкості агроєкосистем. Метою роботи є системний аналіз джерел надходження мікропластику, оцінка пов'язаних екологічних ризиків та обґрунтування управлінських підходів на основі моделі DPSIR і ESG-концепції. Застосовано аналітичний підхід DPSIR (рушійні сили – тиск – стан – вплив – відгук), що дозволив структуровано відобразити причинно-наслідкові зв'язки формування мікропластикового забруднення в агроєкосистемах.

Встановлено, що основними шляхами надходження мікропластику до орних ґрунтів є мульчувальні полімерні плівки, осади стічних вод, добрива з полімерним покриттям, зрошення забрудненими водами та атмосферне осадження. Систематизовано екологічні ризики у межах DPSIR-підходу, які охоплюють зміну фізико-хімічних властивостей ґрунту, порушення мікробіологічних процесів, токсичний вплив на ґрунтову біоту та формування потенційних загроз для здоров'я людини через харчові ланцюги.

Проаналізовано регуляторні інструменти Європейського Союзу, зокрема REACH, Європейський зелений курс, План дії щодо циркулярної економіки та обмеження навмисно доданого мікропластику (2023), у контексті впровадження ESG-підходів у сільському господарстві. Обґрунтовано необхідність гармонізації природоохоронного законодавства України з нормами ЄС, розвитку систем моніторингу мікропластикового забруднення ґрунтів та переходу до альтернативних матеріалів.

Наукова новизна полягає у систематизації джерел і ризиків мікропластику в агроландшафтах у межах DPSIR-моделі, з інтеграцією DPSIR та ESG у єдину аналітичну рамку, а також у формуванні структурованої системи управлінських рішень (технологічних, агроєкологічних і регуляторних). Результати дослідження підтверджують доцільність інтеграції моніторингу мікропластику в систему сталого управління агроландшафтами.

Ключові слова: мікропластик, агроландшафти, ґрунтове забруднення, сталий розвиток, ESG, екологічна політика ЄС, DPSIR, екологічні ризики, управління відходами, мульчувальні плівки.

Kryshtop Ye.A. Microplastics in agricultural landscapes: assessment of environmental risks and systemic approaches to sustainable management

This study examines microplastic contamination of agricultural landscapes as a critical threat to soil environmental safety, food security, and the sustainability of agroecosystems. The aim of



© Криштоп Є.А., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

the paper is to provide a systematic analysis of microplastic input pathways, assess associated environmental risks, and substantiate management approaches based on the DPSIR framework and ESG concept. The DPSIR analytical model (Driving forces – Pressure – State – Impact – Response) is applied to structure causal relationships underlying the formation and propagation of microplastic contamination in agroecosystems.

The results indicate that the primary pathways of microplastic accumulation in arable soils include agricultural mulch films, sewage sludge application, polymer-coated fertilisers, irrigation with contaminated water, and atmospheric deposition. Environmental risks are systematised within the DPSIR framework, encompassing alterations in soil physicochemical properties, disruption of microbial processes, toxic effects on soil biota, and potential human health risks through food chain transfer.

The study further analyses key European Union regulatory instruments, including the REACH Regulation, the European Green Deal, the Circular Economy Action Plan, and the 2023 restriction on intentionally added microplastics, in the context of ESG-based agricultural management. The necessity of harmonising Ukrainian environmental legislation with EU standards, developing monitoring systems for soil microplastic contamination, and promoting alternative materials in agriculture is substantiated.

The scientific novelty lies in the systematisation of microplastic sources and environmental risks in agricultural landscapes within the DPSIR framework, through the integration of DPSIR and ESG into a unified analytical framework, as well as in the development of a structured system of management solutions (technological, agroecological, and regulatory). The findings support the integration of microplastic monitoring into sustainable agricultural landscape management systems.

Key words: *microplastics, agricultural landscapes, soil contamination, sustainable development, ESG, EU environmental policy, DPSIR, environmental risks, waste management, plastic mulch.*

Постановка проблеми. Пластикові матеріали стали невід’ємною частиною сучасного агровиробництва: мульчувальні плівки, теплиці, упаковка, покриття для добрив – усі вони зрештою розпадаються на дрібні фрагменти, відомі як мікропластик. Виробництво пластмас у світі демонструє стабільну динаміку зростання, що суттєво випереджає середньорічні темпи зростання світового ВВП. За прогнозами, до 2050 року в навколишнє середовище може потрапити понад 12 000 млн т пластикових відходів [1, 2], з яких значна частка осяде в ґрунтовому покриві агроєкосистем.

Мікропластик (МП) – синтетичні тверді пластикові частинки або полімерні матриці розміром від 1 мкм до 5 мм [3] – визнаний новим типом глобального забруднення довкілля, що активно досліджується у морських, прісноводних та наземних екосистемах [4].

Агроландшафти є ключовими акумуляторами мікропластику: за оцінками окремих досліджень, значна частка пластикових відходів на суші прямо чи опосередковано потрапляє в ґрунтове середовище [5]. На відміну від морських та прісноводних систем, забруднення ґрунтового середовища МП до останнього часу залишалося в тіні наукового дискурсу, попри очевидну пряму загрозу продовольчій безпеці та стійкості земельних ресурсів.

Проблема мікропластикового забруднення агроландшафтів тісно пов’язана з Цілями сталого розвитку ООН, передусім ЦСР 12 (відповідальне споживання), ЦСР 13 (дії у сфері клімату) та ЦСР 15 (захист екосистем суші). У контексті євроінтеграції України та гармонізації екологічного законодавства з нормами ЄС розробка науково обґрунтованих управлінських рішень набуває особливої актуальності [6].

У наших попередніх дослідженнях [7] розглянуто окремі аспекти впливу мікропластику, зокрема його здатність виступати носієм небезпечних хімічних

речовин. Також звернуто увагу на проблеми аналітичного визначення мікропластику, що може зумовлювати недооцінку рівня його поширення в агроєкосистемах. Це обґрунтовує необхідність переходу від фрагментарного вивчення проблеми до її системного аналізу, зокрема в контексті оцінки екологічних ризиків та розробки ефективних управлінських рішень для агроландшафтів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Наукові дослідження мікропластикового забруднення агроєкосистем набувають усе більшої інтенсивності. Ng et al. [8] систематично проаналізували шляхи потрапляння МП до ґрунтів сільськогосподарських угідь і показали, що концентрація МП у ґрунтах, які зазнали тривалого внесення осадів стічних вод, може в десятки разів перевищувати фонові значення. Серед розмаїття полімерних забруднювачів агроґрунтів переважають поліетилен (PE), поліпропілен (PP), полістирен (PS) та полівінілхлорид (PVC) – матеріали, що широко застосовуються в агрохімічній упаковці та мульчувальних плівках [9].

Lambert et al. [5] показали, що МП здатний до адсорбції широкого спектра органічних та неорганічних забруднювачів, стаючи вектором їх перенесення до організмів ґрунтової біоти та рослин. Дослідження Vethaak & Legler [10] акцентують увагу на здатності МП порушувати ендокринний баланс живих організмів навіть за відносно невисоких концентрацій.

Schell et al. [11] на підставі метааналізу дійшли висновку, що сучасний рівень знань про екотоксикологічні ефекти МП у ґрунтових системах залишається фрагментарним: більшість досліджень зосереджені на окремих видах полімерів або специфічних лабораторних умовах, що ускладнює перенесення результатів на польові масштаби. Зазначена наукова прогалина виступає ключовим обґрунтуванням необхідності систематичних польових досліджень та уніфікації методологічних підходів до моніторингу МП в агроєкосистемах.

Попри зростання кількості публікацій, низка ключових аспектів залишається недостатньо дослідженою. Відсутність стандартизованих методик відбору та аналізу МП у ґрунтах ускладнює порівняння результатів, в Україні бракує системної бази даних щодо МП-забруднення, а інтеграція цієї проблематики в ESG-управління здебільшого залишається формальною через відсутність чітких індикаторів. Водночас, попри запровадження регулювання ЄС (2023), ефективні механізми контролю потоків вторинного МП в агросекторі досі відсутні.

Метою статті є системний аналіз екологічних ризиків мікропластикового забруднення агроландшафтів та обґрунтування управлінських інструментів на основі аналітичної моделі DPSIR і ESG-підходу у контексті діючих і перспективних політик ЄС.

Виклад основного матеріалу. 1. Джерела та шляхи надходження мікропластику в агроєкосистеми. Мікропластик потрапляє до ґрунтового середовища агроландшафтів кількома основними шляхами, які умовно поділяють на прямі (пов'язані безпосередньо з агровиробничими практиками) та непрямі (зумовлені процесами в суміжних середовищах).

Найбільш значущим прямим джерелом є мульчувальні плівки (переважно PE), фрагментація яких під дією ультрафіолетового випромінювання та механічних впливів призводить до накопичення значних кількостей МП у верхніх горизонтах ґрунту [2]. Внесення осадів стічних вод (ОСВ) як органічного добрива є другим за значущістю вектором: одна тонна ОСВ може містити від 1 000 до 24 000 частинок МП [8]. Добрива з полімерним покриттям (*controlled release fertilisers*) забезпечують контрольоване вивільнення поживних речовин, однак самі оболонки

залишаються в ґрунті [6, 8]. Зрошення водами, що містять МП, є поширеним шляхом у регіонах із активним поверхневим водовідведенням. Атмосферне осадження забезпечує додаткове надходження МП з повітряних мас, що набуває особливого значення поблизу промислових зон [12]. Основні джерела надходження мікропластику в агроландшафти та їх відносний рівень ризику узагальнено в таблиці 1.

Таблиця 1

Основні джерела мікропластику в агроландшафтах

Джерело	Тип полімеру	Шлях потрапляння	Відносний ризик
Мульчувальні плівки	PE, PP, PVC	Фрагментація in situ	Дуже високий
Осади стічних вод	PE, PP, PS, PET, PA	Внесення як добриво	Дуже високий
Покриття добрив	Полімерні еластомери	Розпад оболонки в ґрунті	Середній
Теплиці та агроволокно	PE, PP, PES	Фрагментація, вивітрювання	Високий
Зрошувальні води	Різнорамітні	Зрошення	Середній–Високий
Атмосферне осадження	Різнорамітні	Аеродепозиція	Низький–Середній

Джерело: складено автором на основі [8, 9, 12, 13]

2. Екологічні ризики мікропластикового забруднення: аналіз у рамках DPSIR. Аналітична модель DPSIR (*Driving forces – Pressure – State – Impact – Response*), запропонована Європейським агентством з довкілля [14], дозволяє структурувати причинно-наслідкові зв'язки між діяльністю людини та деградацією екосистем у контексті мікропластикового забруднення агроландшафтів. Рушійними силами (D) є зростаюче споживання пластику в агросекторі та неефективне управління відходами. Тиск (P) полягає у надходженні МП до ґрунтового середовища через описані вище вектори. Стан (S) характеризується кількісними показниками концентрації МП в орних горизонтах, зміною фізичних та біологічних властивостей ґрунту.

2.1 Ризики для ґрунтового середовища. Механічна присутність МП у ґрунті змінює його агрегатну структуру, порозність, здатність утримувати воду та аерацію, що безпосередньо впливає на продуктивність агроценозів [8]. Дослідження показують, що навіть відносно низькі концентрації мікропластику (у межах часток відсотка маси ґрунту) здатні суттєво змінювати водоутримувальну здатність і структурну стабільність ґрунту [15].

Особливо вразливим до МП є мікробний ценоз ґрунту. МП змінює видовий склад та функціональну активність мікроорганізмів, що зумовлює уповільнення деструкції органічної речовини, порушення азотного циклу та зниження ферментативної активності. Lambert et al. [5] встановили пригнічення активності ґрунтових ферментів (дегідрогенази, уреаз, фосфатаз) за концентрацій МП у діапазоні, що реально спостерігається в агроґрунтах. Крім того, поверхня МП-частинок є сприятливим субстратом для формування специфічних мікробних угруповань – так званого «пластисфери», яка може включати патогенні мікроорганізми та сприяти поширенню генів антибіотикорезистентності [11].

2.2 Ризики для біоти. Мікропластик виступає як вектор перенесення забруднювачів: його поверхня активно адсорбує стійкі органічні забруднювачі (СОЗ),

важкі метали, гербіциди та пестициди, підвищуючи їх біодоступність для ґрунтових організмів [5]. Дощові черв'яки, ногохвістки та нематоди демонструють пряму токсичну реакцію на МП: зниження виживаності, репродуктивні порушення, гістопатологічні зміни [8]. На рівні рослин задокументовано затримку проростання насіння, пригнічення росту коренів, зниження засвоєння поживних речовин та накопичення МП у тканинах коренів і, в окремих випадках, – у надземних органах, що принципово важливо з точки зору харчового ланцюга [8]. Дослідження Vethaak & Legler [10] підтверджують, що мікро- та нанопластикові частинки здатні порушувати ендокринну регуляцію як у ґрунтових безхребетних, так і у вищих рослин.

2.3 Ризики для здоров'я людини. Агроландшафти є елементом харчового ланцюга, тому МП у ґрунті неминуче опиняється в рослинній продукції та, в кінцевому підсумку, – у раціоні людини. Ризик посилюється роллю МП як вектора перенесення хімічних домішок: пластифікатори (фталати, бісфенол А), антиоксиданти, барвники та поверхнево-активні речовини здатні вивільнятися з полімерної матриці та засвоюватися організмом людини [10].

Мікропластик може виконувати функцію транспортного носія небезпечних для людини хімічних речовин, сприяючи їх перенесенню та потенційному проникненню в живі організми – цей висновок узгоджується з результатами сучасних екотоксикологічних досліджень [4, 10, 11]. Виявлення мікропластику у кров'яному руслі людини, легеневій тканині та плаценті у наукових дослідженнях останніх років свідчить про потенційну системну загрозу здоров'ю населення через харчові ланцюги та інші шляхи надходження [10]. Систематизацію екологічних ризиків мікропластику в межах DPSIR-підходу представлено в таблиці 2.

3. ESG-контекст управління мікропластиковим забрудненням. Концепція ESG (*Environmental, Social, Governance*) трансформує проблему мікропластику з суто екологічної у комплексну управлінську задачу, що охоплює три взаємопов'язані виміри.

В екологічному вимірі (E) МП є індикатором якості ґрунтового покриву та деградації агроєкосистем. Включення кількісних показників МП-забруднення до систем екологічної звітності підприємств агропромислового комплексу є обґрунтованим кроком у напрямку реальної оцінки екологічного сліду виробника.

Соціальний вимір (S) охоплює безпечність харчових продуктів, доступ населення до незабрудненого продовольства та ризики для здоров'я, зумовлені наявністю МП у харчовому ланцюзі.

Управлінський вимір (G) охоплює систему регуляторних норм, прозорість звітності, стандартизацію підходів до моніторингу та контроль виробничих практик, що генерують мікропластик.

У контексті ESG-підходів мікропластикове забруднення агроландшафтів виступає не лише як фізичний забруднювач, а як складний екотоксикологічний фактор, що інтегрує механічні, хімічні та біологічні ризики. Впровадження ESG-стандартів у стратегії управління агровиробництвом сприятиме підвищенню прозорості ланцюгів постачання, зниженню кількості пластикових відходів і ефективній інтеграції у загальноєвропейські регуляторні системи.

4. Регуляторна база ЄС: інструменти обмеження МП. Європейський Союз сформував комплексну систему регуляторних інструментів для обмеження мікропластикового забруднення.

Таблиця 2

Матриця екологічних ризиків мікропластику в агроландшафтах (DPSIR)

Компонент DPSIR	Елемент	Прояв у ґрунтах	Прояв у біоті/людині	Наслідки
Рушійні сили (D)	Інтенсифікація використання пластику, агротехнології	Зростання навантаження на ґрунти	Підвищення потенційного впливу на харчовий ланцюг	Формування джерел забруднення
Тиск (P)	Надходження МП	Забруднення орних горизонтів	Підвищення фонових концентрацій у харчовому ланцюзі	Деградація ґрунту
Стан (S)	Зміна властивостей ґрунту	Порушення структури, вологоємності, мікробіоти	Зниження продуктивності рослин	Зниження врожайності
Вплив (I)	Токсичний ефект	Пригнічення ферментативної активності, токсикоз	Накопичення МП у рослинній продукції та організмі людини	Загроза здоров'ю
Відгук (R)	Управлінські рішення	Регуляторні норми, моніторинг, альтернативні матеріали	ESG-стратегії, заборони ЄС, стимули	Зниження забруднення

Джерело: розроблено автором на основі [6, 8, 10, 14]

Регламент REACH (*Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals*) закладає юридичну основу для контролю хімічних ризиків, пов'язаних із компонентами пластику [16]. Зелений курс ЄС (*European Green Deal*) визначає амбітні цілі декарбонізації та переходу до циркулярної економіки, у рамках яких скорочення пластикових відходів є стратегічним пріоритетом [17]. Циркулярна економіка як ключовий принцип політики ЄС, зокрема в межах Плану дій щодо циркулярної економіки (*Circular Economy Action Plan*), передбачає мінімізацію первинного використання полімерів та перехід до замкнутих циклів поводження з матеріалами [18].

Особливо важливим є Регламент ЄС 2023/2055, що запровадив обмеження на навмисне додавання МП до виробів та суміщення його з іншими речовинами. Згідно з цим документом, тепер в ЄС заборонено продаж мікропластику та продуктів, до яких його спеціально було додано, а до 2030 р. ЄС зобов'язався скоротити на 30 % кількість відходів із вмістом МП. Стратегія «від ферми до виделки» (*Farm to Fork Strategy*) як частина Зеленого курсу безпосередньо адресує проблему безпечності харчового виробництва та якості ґрунтів, де питання МП набуває центрального місця [19].

Для України курс на євроінтеграцію вимагає системної гармонізації з наведеними вище нормами. Наразі в країні відсутні стандарти моніторингу МП у ґрунтах сільськогосподарського призначення, не встановлені граничні допустимі концентрації МП у ґрунтах та осадах стічних вод, а регулювання мульчувальних плівок залишається на рівні загальних норм поводження з відходами.

5. Управлінські рішення: технологічні, агроекологічні та регуляторні інструменти. Ефективне управління мікропластиком потребує інтеграції політик ЄС, технологічних рішень та змін агровиробничих практик. Запропонована структура управлінських рішень охоплює три взаємодоповнюючі блоки.

5.1 Технологічні рішення. Піроліз є одним із найбільш перспективних термохімічних методів переробки пластикових відходів, що дозволяє отримувати значні виходи рідкого палива та інших цінних продуктів, при цьому ефективно контролюючи склад утворених сполук і знижуючи екологічні ризики процесу [20].

Дослідники *Woods Hole Oceanographic Institution* розробили метрику сталості для екодизайну пластикових виробів, яка враховує швидкість їх деградації в довкіллі на стадії проєктування. Застосування такого підходу може забезпечити значні суспільні вигоди, що, за оцінками авторів, для окремих споживчих продуктів можуть досягати сотень мільйонів доларів [21].

Особливого значення набуває розробка біорозкладних альтернатив полімерним матеріалам: рослинний полімер на основі мікроводоростей продемонстрував повну біодеградацію в природних умовах із проходженням стадії мікропластику протягом кількох місяців [22]. Впровадження таких матеріалів у сільськогосподарську практику потребує розвитку ринкових стимулів і відповідної регуляторної підтримки.

5.2 Агроекологічні рішення. На рівні агровиробничих практик ключовими інструментами є: перехід від одноразових полімерних мульчувальних плівок до біорозкладних альтернатив або механічних методів захисту ґрунту; скорочення та регулювання застосування ОСВ як добрива з обов'язковим попереднім контролем вмісту МП; запровадження систем фільтрації зрошувальних вод у зонах підвищеного ризику МП-забруднення; регламентація утилізації агропластику з облаштуванням організованих пунктів збору та переробки.

5.3 Регуляторні та управлінські рішення. На державному рівні необхідним є: розроблення стандартів аналітичного визначення МП у ґрунтах і продукції рослинництва; встановлення граничних концентрацій у ґрунтах сільськогосподарського призначення; включення моніторингу МП до системи агроекологічного контролю; стимулювання переходу до ESG-звітності з показниками МП-забруднення. На корпоративному рівні агровиробники мають впроваджувати моніторинг, скорочувати споживання пластику та звітувати про рівні МП у межах ESG-розкриття.

Висновки. Агроландшафти є ключовими акумуляторами мікропластику в наземних екосистемах, де основними джерелами його надходження виступають агротехнологічні практики та пов'язані з ними матеріальні потоки. Систематизація ризиків у межах DPSIR-підходу дозволила встановити взаємопов'язані рівні впливу, що охоплюють деградацію ґрунтових властивостей, токсичні ефекти для біоти та формування ризиків для здоров'я людини через харчові ланцюги. Встановлено, що мікропластик може виступати носієм ксенобіотиків, посилюючи його екотоксикологічне значення. Аналіз регуляторної політики ЄС засвідчив наявність базових механізмів обмеження мікропластикового забруднення, однак виявив потребу їх адаптації до специфіки агросектору та розвитку систем моніторингу.

Для України гармонізація з європейськими підходами є критичною передумовою формування ефективної системи управління мікропластиком. Подальші дослідження мають бути спрямовані на розробку стандартизованих методів оцінки, кількісну інтерпретацію екологічних та економічних ефектів, а також інтеграцію відповідних показників у системи сталого управління.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Plastics Europe. Plastics – the Facts 2022. An analysis of European plastics production, demand and waste data. Brussels: Plastics Europe, 2022. 64 p.
2. Geyer R., Jambeck J. R., Law K. L. Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*. 2017. Vol. 3, No. 7. e1700782. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>
3. Boucher J., Friot D. Primary Microplastics in the Oceans: A Global Evaluation of Sources. Gland, Switzerland: IUCN, 2017. 43 p. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2017.01.en>
4. Auta H. S., Emenike C. U., Fauziah S. H. Distribution and importance of microplastics in the marine environment: A review of the sources, fate, effects, and potential solutions. *Environment International*. 2017. Vol. 102. P. 165–176. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.02.013>
5. Lambert S., Sinclair C., Boxall A. Occurrence, degradation, and effect of polymer-based materials in the environment. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*. 2014. Vol. 227. P. 1–53. https://doi.org/10.1007/978-3-319-01327-5_1
6. Laskar N., Kumar U. Plastics and microplastics: A threat to environment. *Environmental Technology & Innovation*. 2019. Vol. 14. P. 100352. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2019.100352>
7. Криштон Є. А. Мікропластикове забруднення як загроза стійкості екосистем: глобальні наслідки і сталі рішення. Актуальні питання біотехнології, екології та природокористування: матеріали конф. Харків: ДБТУ, 2024. С. 165–168. <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/56647>
8. Ng E. L., Lwanga E. H., Eldridge S. M., Johnston P., Hu H. W., Geissen V., Chen D. An overview of microplastic and nanoplastic pollution in agroecosystems and its implications for the agri-food system. *Science of the Total Environment*. 2018. Vol. 627. P. 1377–1388. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.01.341>
9. Huang Y., Liu Q., Jia W., Yan C., Wang J. Agricultural plastic mulching as a source of microplastics in the terrestrial environment. *Environmental Pollution*. 2020. Vol. 260. P. 114096. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114096>
10. Vethaak A. D., Legler J. Microplastics and human health. *Science*. 2021. Vol. 371, No. 6530. P. 672–674. <https://doi.org/10.1126/science.abe5041>
11. Schell T., Rico A., Vighi M. Occurrence, fate and fluxes of plastics and microplastics in terrestrial and freshwater ecosystems. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*. Springer, New York, 2020. P. 1–68.
12. Bläsing M., Amelung W. Plastics in soil: Analytical methods and possible sources. *Science of the Total Environment*. 2018. Vol. 612. P. 422–435. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.099>
13. Zhang Y., Kang S., Allen S., Allen D., Gao T., Sillanpää M. Atmospheric microplastics: A review on current status and perspectives. *Earth-Science Reviews*. 2020. Vol. 203. P. 103118. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2020.103118>
14. European Environment Agency. DPSIR Framework. Copenhagen: EEA, 2022. URL: <https://www.eea.europa.eu/publications/92-9167-059-6-sum>
15. de Souza Machado A. A., Lau C. W., Kloas W., Bergmann J., Bachelier J. B., Faltin E., Becker R., Görlich A. S., Rillig M. C. Microplastics can change soil properties and affect plant performance. *Environmental Science & Technology*. 2018. Vol. 52, No. 17. P. 9656–9665. <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b01339>
16. European Chemicals Agency (ECHA). Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH). Helsinki: ECHA, 2023. URL: <https://echa.europa.eu/regulations/reach>
17. European Commission. A European Green Deal: Striving to be the first climate-neutral continent. Brussels: EC, 2019. URL: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en

18. European Commission. A new Circular Economy Action Plan for a cleaner and more competitive Europe. Brussels: EC, 2020. URL: <https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/>

19. European Commission. Farm to Fork Strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system. Brussels: EC, 2020. URL: https://ec.europa.eu/food/horizontal-topics/farm-fork-strategy_en

20. Rahman M. H., Bhoi P. R., Menezes P. L. Pyrolysis of waste plastics into fuels and chemicals: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2023. Vol. 188. 113799. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113799>

21. James B. D., Ward C. P., Hahn M. E., Thorpe S. J., Reddy C. M. Minimizing the environmental impacts of plastic pollution through ecodesign of products with low environmental persistence. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*. 2024. Vol. 12, No. 3. P. 1185–1194. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.3c05534>

22. Allemann M. N., Tessman M., Reindel J. et al. Demonstration of complete biodegradation of a biobased acrylate polymer via microplastic intermediates in seawater. *Scientific Reports*. 2024. Vol. 14. 6036. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-56207-9>

Дата першого надходження статті до видання: 02.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026

УДК 639.3

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.2.33>

АНАЛІЗ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИРОЩУВАННЯ *CYPRINUS CARPIO* У СТАВОВОМУ ГОСПОДАРСТВІ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

Лошкова Ю.М. — к.с.-г.н.,

старший викладач кафедри водних біоресурсів та аквакультури,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

orcid.org/0009-0005-1366-0758

У статті проведено аналіз отриманих результатів вирощування дволіток коропа (*Cyprinus carpio*) як риборосадкового матеріалу вирощеного господарством для зариблення природних водойм пониззя Дніпра. Основна увага приділялася оцінці впливу еколого-технологічних особливостей вирощування, зокрема застосуванню рівня інтенсифікаційних заходів на такі результативні показники вирощування як отримана середня маса коропа, відсоток виходу його з вирощування та рибопродуктивність.

Дослідження за гідрохімічними показниками ставів показали їх відповідність існуючим нормативам, але при цьому відмічалася низька концентрація біогенних елементів. Результати досліджень гідробіологічного режиму показали, що середньосезонні показники біомаси фітопланктону ставів склали 20,8 – 34,6 мг/м³, зоопланктону – 0,91 – 2,08 г/м³, зообентосу – 0,31 – 1,91 г/м², що вказує на помірний рівень забезпечення природним кормом дволіток коропа у ставах.

У результаті вирощування були отримані дволітки коропа (*Cyprinus carpio*), індивідуальна маса яких коливалася по ставах у межах 106,0 – 152,0 г, а середні величини за варіантами склали 110,0 – 143,0 г, що цілком відповідає як нормативним значенням, так і завданням даного господарства. Показники рибопродуктивності дволітнього посадкового матеріалу коропа (*Cyprinus carpio*) знаходились у дуже широких межах, і середні величини за варіантами становили 18,71 – 79,55 кг/га. Відсоток виходу з вирощування коропа у середньому за варіантами коливався від 28,2% – 57,6%.

Кількість внесення перегною коливалася у межах від 577,4 до 4678,2 кг/га, аміачної селітри – від 21,8 до 133,8 кг/га, суперфосфату – від 13,9 до 36,5 кг/га. Зі збільшенням кількості внесення у стави перегною і аміачної селітри були отримані кращі показники рибопродуктивності коропа. Внесення у стави органічних добрив мало істотний позитивний вплив на показники рибопродуктивності коропа, що підтверджується коефіцієнтом кореляції 0,92.

Аналіз отриманих результатів вирощування дволітків коропа у зв'язку із впливом еколого-технологічних особливостей вирощування у господарстві півдня України показав наявність значущої кореляції за певними показниками, що дозволяє у подальшому використати отриманий масив даних для подальших досліджень з метою удосконалення та покращення технологій вирощування риборосадкового матеріалу коропа (*Cyprinus carpio*) у ставах півдня України для їх вселення у пониззя Дніпра, що у свою чергу також підвищить успішність діяльності даного господарства.

Ключові слова: короп (*Cyprinus carpio*), щільність посадки, інтенсифікаційні заходи, вихід з вирощування, маса, рибопродуктивність, коефіцієнти кореляції.

Loshkova Yu.M. Analysis of the obtained results of cultivation of *Cyprinus carpio* in pond farming of southern Ukraine

The article analyzes the obtained results of the cultivation of carp (*Cyprinus carpio*) as a two-year fish planting material grown by the farm for stocking natural reservoirs below the Dnipro. The main attention was paid to the assessment of the impact of ecological and technological features of cultivation, in particular, the application of the level of intensification means on such



© Лошкова Ю.М., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

productive indicators of cultivation as the obtained average weight of carp, the percentage of its output from cultivation and fish productivity.

Research on the hydrochemical indicators of the ponds showed their compliance with the existing regulations, which are put forward for ponds for growing planting material of carp species of fish, but at the same time, a low concentration of biogenic elements was noted. The results of studies of the hydrobiological regime showed that the average seasonal biomass of pond phytoplankton was 20,8 – 34,6 mg/m³, zooplankton – 0,91 – 2,08 g/m³, zoobenthos – 0,31 – 1,91 g/m², which indicates a moderate level of provision of natural food for two-year-old carp in ponds.

As a result of cultivation, two-year-old carp (*Cyprinus carpio*) were obtained, the individual weight of which varied in ponds within the range of 106,0 – 152,0 g, and the average values according to the variants were 110,0 – 143,0 g, which fully corresponds to both the normative values and the tasks of this farm. The indicators of fish productivity of two-year planting material of carp (*Cyprinus carpio*) were within very wide limits, and the average values according to the variants were 18,71 – 79,55 kg/ha. The percentage of output from carp cultivation varied from 28,2% to 57,6% on average, depending on the options.

The amount of humus application ranged from 577,4 to 4678,2 kg/ha, ammonium nitrate – from 21,8 to 133,8 kg/ha, superphosphate – from 13,9 to 36,5 kg/ha. With an increase in the amount of adding humus and ammonium nitrate to ponds, better indicators of fish productivity of carp were obtained. The addition of organic fertilizers to the ponds had a significant positive effect on the indicators of fish productivity of carp, which is confirmed by the correlation coefficient of 0,92.

The analysis of the obtained results of growing two-year-old carp in connection with the influence of ecological and technological features of cultivation in the economy of southern Ukraine showed the presence of a significant correlation according to certain indicators, which allows us to further use the obtained data set for further research with the aim of improving and improving the technologies of growing carp (*Cyprinus carpio*) fish planting material in the ponds of southern Ukraine for their settlement in the lower reaches of the Dnipro, which in turn will also increase successful operation of this farm.

Key words: carp (*Cyprinus carpio*), stocking density, intensification measures, output from cultivation, mass, fish productivity, correlation coefficients.

Постановка проблеми. Короп (*Cyprinus carpio*) посідає провідне місце у тепловодному ставовому рибицтві України і світу через свою невибагливість, високі потенційні показники лінійно-масового росту та добрі смакові якості, які високо ціняться людиною. Вирощування коропа у ставовому рибному господарстві шляхом економічної раціональності є одним із головних завдань, орієнтованих на пасовищну технологію з використанням природних кормів. У цьому зв'язку вивчення особливостей вирощування коропа та аналіз отриманих результатів зумовлені необхідністю можливого удосконалення та покращення технології вирощування рибопосадкового матеріалу коропа (*Cyprinus carpio*) у ставах господарства півдня України з метою їх вселення у пониззя Дніпра [1, 2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження з вивчення результатів вирощування коропа як рибопосадкового матеріалу для зариблення природних водойм свідчать про наявність відповідних якісних і кількісних складових, оцінка яких є суттєвою передумовою успішності вирощування дволіток коропа у господарстві. Проведення аналізу вирощування коропа у ставовому господарстві здійснюється з метою можливого удосконалення технологічних параметрів, що дозволить отримувати якісний рибопосадковий матеріал при низькій собівартості продукції.

Дослідження, проведені з метою вивчення ефективності вирощування дволіток коропа у ставах діючого господарства, показали, що розвиток природної кормової бази був задовільним, середньосезонні значення біомаси фітопланктону знаходилися на рівні: у контролі – 23,14 мг/дм³, у досліді – 43,0 мг/дм³;

зоопланктону – відповідно 7,26 та 13,05 г/м³; зообентосу – 0,63 та 0,44 г/м². Встановлено підвищення рибогосподарських показників при вирощуванні дволіток коропа в умовах ставів у результаті згодовування у складі повнораціонного корму Інуліну і сірки кормової у кількості 0,20 і 0,04% відповідно.

Встановлено, що середня маса виловленої риби у кінці вегетаційного періоду у дослідній групі була на 4,4%, а, відповідно, рибопродуктивність – на 6,0% вищими, ніж у контрольній групі. Враховуючи вартість посадкового матеріалу і витрати на корми, отримано 7,3% додаткового прибутку за згодовування експериментального раціону [3].

Дослідження стану рибогосподарських ставів показали, що вода у вирощувальних ставах Херсонського виробничо-експериментального заводу з розведення частикових риб упродовж року значно насичена органічними та біогенними речовинами. У низці ставів постійно фіксувалося перевищення показників біхроматної окиснюваності, біологічного споживання кисню, періодично – перманганатної окиснюваності. Пік органічного забруднення води припадав на літньо-осінній період. Середньосезонна прозорість води у ставах складала 0,15–0,21 м, рівень кисню у воді за сезон у середньому був 4,3–7,2 мг/дм³ [4, 5].

Дослідження стану коропових риб для зариблення водойм пониззя Дніпра показали, що коефіцієнти вгодованості дволіток коропа були задовільними, що може забезпечити хороший вихід рибопосадкового матеріалу із зимівлі у природних водоймах. Досліджені показники крові знаходилися у межах допустимих величин, що свідчить про відсутність в організмі риб запальних процесів та хворобливого стану. Фізіологічний стан дволіток коропа за дослідженими іхтіологічними, гематологічними та біохімічними показниками відповідав вимогам до рибопосадкового матеріалу для зариблення природних водойм [6, 7].

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою дослідження був аналіз отриманих результатів вирощування дволіток коропа (*Cyprinus carpio*) у ставовому господарстві півдня України, зокрема на Херсонському виробничо-експериментальному заводі з розведення молоді частикових видів риб. Відповідно до мети роботи, було поставлено та вирішено наступні завдання: аналіз отриманої середньої масою дволітків коропа, відсотку виходу їх з вирощування та показників рибопродуктивності; проаналізовано стан та рівень застосування інтенсифікаційних заходів на господарстві, а саме кількість внесення органічних і мінеральних добрив та їх вплив на результати вирощування коропа; запропоновано рекомендації щодо покращення діяльності господарства.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження були проведені у 24 рибницьких ставах другого порядку Херсонського виробничо-експериментального заводу з розведення молоді частикових видів риб. Стави господарства були згруповані у 8 варіантів з трьома повторностями у кожному за рівнем проведення інтенсифікаційних заходів, а саме кількістю внесення органічних і мінеральних добрив. Склад полікультури був традиційним для ставового рибництва, проте у даній публікації зосереджена увага на результатах вирощування коропа (*Cyprinus carpio*), як основному представнику ставового рибництва. Результати вирощування коропа (*Cyprinus carpio*) оцінювалися за отриманою середньою масою риби, відсотком виходу з вирощування та рибопродуктивністю. Отримані показники були піддані кореляційному аналізу, за результатами якого були зроблені відповідні висновки.

Під час проведення досліджень у рибницьких ставах були застосовані загальноприйняті методи досліджень у рибництві. Також, були проведені польові та лабораторні методи дослідження на господарстві, а саме – гідрологічні, гідрохімічні

та гідробіологічні за загальноприйнятими методиками [8 – 10]. Отримані результати досліджень оброблялися за допомогою програмного забезпечення Statistica та Microsoft Excel.

Виклад основного матеріалу дослідження. Вирощування рибопосадкового матеріалу коропа (*Cyprinus carpio*) у ставках господарства здійснювалося за пасовищною технологією без додаткової годівлі штучними кормами. При цьому слід відмітити, що дослідження за гідрохімічними показниками ставів показали їх відповідність існуючим нормативам, які висуваються до ставів з вирощування посадкового матеріалу коропових видів риб, але при цьому відмічалася низька концентрація біогенних елементів.

Щодо результатів досліджень гідробіологічного режиму, то слід відмітити, що середньосезонні показники біомаси фітопланктону ставів складали 20,8 – 34,6 мг/дм³, зоопланктону – 0,91 – 2,08 г/м³, зообентосу – 0,31 – 1,91 г/м², що вказує на помірний рівень забезпечення природним кормом дволіток коропа у ставках.

У господарстві у результаті вирощування рибопосадкового матеріалу коропа були отримані дволітки, які мали широкий діапазон рибопродукційних показників. На це, певним чином, вплинули технологічні особливості вирощування, зокрема рівень застосування інтенсифікаційних заходів, а саме кількість внесення органічних і мінеральних добрив.

Аналізуючи результати вирощування рибопосадкового матеріалу коропа у межах сформованих варіантів, слід відмітити, що загалом були отримані дволітки коропа (*Cyprinus carpio*), індивідуальна маса яких коливалася по ставках у межах 106,0 – 152,0 г, а середні величини за варіантами складали 110,0 – 143,0 г. При цьому орієнтуючись на нормативні показники, які висуваються до дволіток коропових видів риб, вирощених за пасовищною технологією з метою їх подальшого вселення у природні водойми, та відповідно до завдання даного господарства з отримання дволіток коропа (*Cyprinus carpio*) – середня маса дволіток коропа дорівнює 100–150 г. Таким чином, враховуючи цю інформацію, можна відмітити, що отримана маса дволітнього посадкового матеріалу коропа (*Cyprinus carpio*) у результаті вирощування цілком відповідає як нормативним значенням, так і завданням даного господарства [11].

У результаті досліджень отримані показники рибопродуктивності дволітнього посадкового матеріалу коропа (*Cyprinus carpio*) знаходились у дуже широких межах, і середні величини за варіантами становили 18,71 – 79,55 кг/га. При цьому відсоток виходу з вирощування коропа у середньому за варіантами коливався від 28,2% – 57,6%.

Значний вплив на результати вирощування рибопосадкового матеріалу коропа мали технологічні особливості вирощування, а саме щільність посадки та проведення інтенсифікаційних заходів на господарстві, серед яких важливе значення мали кількість внесення органічних і мінеральних добрив у стави протягом сезону.

Отримані значення рибопродуктивності коропа, як важливого показника вирощування, в залежності від застосування інтенсифікаційних заходів та щільності посадки представлені у таблиці 1.

Так, слід відмітити, що у I варіанті, де щільність посадки складала 3036,2 тис. екз./га та кількість внесення перегною була 4678,2 кг/га, аміачної селітри – 123,1 кг/га і суперфосфату – 36,5 кг/га отримали рибопродуктивність дволіток коропа на рівні 79,55 кг/га, яка є найкращим результатом вирощування.

У варіанті VIII, де щільність посадки на вирощування була нижчою, у порівнянні з варіантом I, і складала 2293,1 тис. екз./га та удобрення ставів також на

нижчому рівні, а саме: перегній внесено з розрахунку 577,4 кг/га, аміачну селітру – 21,8 кг/га і суперфосфат – 13,9 кг/га, отримали рибопродуктивність коропа на найнижчому рівні – 18,71 кг/га. При цьому слід підкреслити, що зі збільшенням кількості внесення у стави перегною і аміачної селітри були отримані кращі показники рибопродуктивності дволіток коропа.

Таблиця 1

Показники рибопродуктивності в залежності від рівня інтенсифікаційних заходів та щільності посадки

Варіант	Щільність посадки, екз./га	Добрива, кг/га			Маса, г	Вихід, %	Рибопродуктивність, кг/га
		перегній	АС	СФ			
I	3036,2	4678,2	123,1	36,5	111,0	41,4	79,55
II	2207,6	4544,6	133,8	14,7	127,0	56,2	68,61
III	1881,0	4119,2	23,9	38,2	120,0	57,6	55,75
IV	1229,3	4032,1	31,3	17,6	121,0	54,9	44,10
V	1666,7	1109,7	131,3	39,2	143,0	52,5	34,37
VI	1704,2	695,9	129,2	16,3	110,0	44,7	28,91
VII	2740,4	686,8	26,0	38,2	126,0	28,2	22,98
VIII	2293,1	577,4	21,8	13,9	127,0	37,0	18,71

Для визначення залежності результатів вирощування рибопосадкового матеріалу коропових риб від еколого-технологічних особливостей вирощування був проведений кореляційний аналіз, який підтверджує зв'язок між умовами вирощування, які створювалися у господарстві, і отриманими показниками. Оцінка результатів вирощування коропа (*Cyprinus carpio*) відбувалася за показниками відсотку виходу з вирощування, отриманою середньою масою коропа і його рибопродуктивністю.

Щільність посадки коропа (*Cyprinus carpio*) проаналізована за допомогою кореляційних залежностей не показала суттєвого впливу на кінцеві показники вирощування дволіток. Коефіцієнти кореляції при цьому не перевищували 0,27.

Аналіз кореляційних зв'язків між розвитком природної кормової бази і результатами вирощування дволіток коропа показав між дослідженими показниками тісний зв'язок. Так, розвиток біомаси зообентосу мав позитивну залежність із отриманими показниками рибопродуктивності коропа, про що свідчить коефіцієнт кореляції 0,74 та його масою – коефіцієнт кореляції 0,66. У порівнянні з розвитком біомаси зообентосу дещо слабший зв'язок простежується між розвитком біомаси зоопланктону та отриманою рибопродуктивністю (коефіцієнт кореляції 0,71). Розвиток біомаси фітопланктону не мав суттєвого впливу на кінцеві результати вирощування дволіток коропа: коефіцієнти кореляції не перевищували 0,53. Таким чином, у результаті аналізу кореляційних зв'язків було помічено, що загалом гідробіологічні умови, які склалися у ставах, позитивно позначилися на результатах вирощування дволіток коропа.

Слід відмітити, що на результати вирощування рибопосадкового матеріалу, зокрема показники рибопродуктивності, мали істотний вплив застосування інтенсифікаційних заходів, зокрема кількість внесених органічних і мінеральних добрив, що підтверджують отримані високі коефіцієнти кореляції. Так, аналіз

кореляційних зв'язків між внесенням органічних і мінеральних добрив, та результатами вирощування дволіток коропа, показав тісний зв'язок між дослідженими показниками. Так, внесення у стави органічних добрив мало істотний позитивний вплив на показники рибопродуктивності коропа, що підтверджується коефіцієнтом кореляції 0,92. Кількість внесення аміачної селітри мала нижчий зв'язок із результатами вирощування у порівнянні із перегноем, проте виявлена також позитивна залежність. Аналіз коефіцієнтів кореляції між застосуванням суперфосфату та результатами вирощування дволіток коропових не показав істотного зв'язку. При цьому отримані коефіцієнти кореляції були низькими. Таку ситуацію можна пояснити тим, що кількість внесення суперфосфату, була вкрай невисокою і за варіантами складала 13,9–39,2 кг/га, а тому не вплинула суттєво на результативні показники.

Також слід відмітити, що за візуальним оглядом дволітки коропа були достатньо жвавими та активними, без слідів порушення зовнішніх покривів тіла, що певним чином свідчить про відсутність в організмі риб запальних процесів та хворобливого стану, і загалом вирощений рибопосадковий матеріал коропа готовий до зариблення природних водойм восени і подальшої зимівлі у них та не несе загрози місцевій іхтіофауні.

Висновки. У результаті вирощування у господарстві були отримані дволітки коропа (*Cyprinus carpio*), індивідуальна маса яких коливалася по ставах у межах 106,0 – 152,0 г, а середні величини за варіантами склали 110,0 – 143,0 г, що цілком відповідає як нормативним значенням, так і завданням даного господарства. Показники рибопродуктивності дволітнього посадкового матеріалу коропа (*Cyprinus carpio*) знаходились у дуже широких межах, і середні величини за варіантами становили 18,71 – 79,55 кг/га. Відсоток виходу з вирощування коропа у середньому за варіантами коливався від 28,2% – 57,6%. Аналіз отриманих результатів вирощування дволітків коропа у зв'язку із впливом еколого-технологічних особливостей вирощування у господарстві півдня України показав наявність значущої кореляції за певними показниками, що дозволяє у подальшому використати отриманий масив даних для подальших досліджень з метою удосконалення та покращення технологій вирощування рибопосадкового матеріалу коропа (*Cyprinus carpio*) у ставах півдня України для їх вселення у пониззя Дніпра, що у свою чергу підвищить успішність діяльності даного господарства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Екологія та технологія виробництва рибопосадкового матеріалу коропових в умовах півдня України : наукова монографія / Г.А. Данильчук та ін.; за ред. І.М. Шермана. Херсон, 2014. 228 с.
2. Біологічні основи рибного господарства: навч. посібник / Гриневич Н.С. та ін. Біла Церква, 2023. 151 с.
3. Підвищення ефективності вирощування коропа в умовах ставів шляхом удосконалення його раціону / О. В. Дерень та ін. *Рибогосподарська наука України*. 2024. № 3. С. 110 – 129.
4. Вплив гідрохімічних показників ставів на якість рибопосадкового матеріалу в умовах Херсонського виробничо-експериментального заводу з вирощування частикових риб / П. С. Кутішев та ін. *Рибогосподарська наука України*. 2024. № 3. С. 63 – 81.
5. Лошкова Ю.М. Екологічна оцінка стану рибогосподарських ставів при вирощуванні коропових риб у Херсонській області. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 126. С. 283 – 289.

6. Лошкова Ю.М. Рибничо-біологічні особливості коропа (*Cyprinus carpio*) при зарибленні природних водойм пониззя Дніпра. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 131. С. 361–367.
7. Лошкова Ю.М. Шевченко В.Ю. Стан дволіток коропових риб для зариблення водойм пониззя Дніпра за гематологічними показниками. *Водні біоресурси та аквакультура*. 2022. № 2. С. 150 – 157.
8. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / ред. Романенко В. Д. Київ, 2006. 628 с.
9. Євтушенко М. Ю. Методика досліджень у рибництві. Київ, НУБП. 2013. 130 с.
10. Кражан С. А., Хижняк М. І. Природна кормова база рибогосподарських водойм. Херсон : Олді-Плюс, 2014. 330 с.
11. Лошкова Ю.М. Результати вирощування коропа (*Cyprinus carpio*) із застосуванням пасовищної технології у ставках Півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2025. № 143. Ч.2 С. 304–308.

Дата першого надходження статті до видання: 29.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026

УДК 630*17:504.7:631.4(477.86)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.2.34>

САМОСІЙНІ ЛІСИ НА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ЗЕМЛЯХ ЯК ФАКТОР СКОРОЧЕННЯ ВУГЛЕЦЕВОГО СЛІДУ АГРАРНОГО СЕКТОРУ

Лучак І.П. – аспірант кафедри біології та екології,
Карпатський національний університет імені Василя Стефаника
orcid.org/0009-0008-8342-519X

Миленька М.М. – к.б.н.,
професор кафедри біології та екології,
Карпатський національний університет імені Василя Стефаника
orcid.org/0000-0001-9249-8077

У статті досліджено роль самосійних лісів, що формуються на занедбаних сільськогосподарських угіддях Івано-Франківської області, як чинника скорочення вуглецевого сліду аграрного сектору в контексті вимог ЄС у сфері сталого землекористування та кліматичної нейтральності. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю пошуку природоорієнтованих рішень для декарбонізації агровиробництва та адаптації України до європейської кліматичної політики в умовах євроінтеграції.

На основі польових геоботанічних описів 12 ділянок самосійного лісу (2024–2025 рр.) встановлено видовий склад піонерних деревостанів Передкарпаття: домінують береза повисла (*Betula pendula*), вільха чорна (*Alnus glutinosa*), осика (*Populus tremula*) та клен польовий (*Acer campestre*); у підрослі фіксується дуб звичайний і граб звичайний, що свідчить про тривалий потенціал накопичення вуглецю. Загальна площа занедбаних угідь у регіоні оцінюється на рівні ~83 тис. га (~13,3% сільськогосподарських земель Карпатської зони).

Розрахунок потенціалу депонування вуглецю виконано на основі літературних коефіцієнтів накопичення вуглецю в ґрунті та біомасі (IPCC Tier 1) із застосуванням трьох сценаріїв ефективного заліснення (40–85% площі). Отримані оцінки становлять 165–894 тис. т CO₂-екв./рік, що відповідає компенсації 7–40% регіонального аграрного вуглецевого сліду. Зазначені діапазони відображають невизначеність щодо частки фактично залісненої площі та потребують верифікації шляхом польового визначення вмісту органічного вуглецю.

Методом нормативно-порівняльного аналізу встановлено відповідність функцій самосійних лісів вимогам EU Soil Strategy 2030, Nature Restoration Law (EU 2024/1991) та CAP/GAEC 8; щодо Farm to Fork Strategy відповідність є частковою. Водночас виявлено критичну інституційну прогалину: самосійні ліси не включені до звітності сектору LULUCF, що унеможливило облік їхнього кліматичного ефекту у євроінтеграційних процесах. Запропоновано рекомендації щодо інтеграції самосійних лісів до національного кадастру парникових газів у категорії «заліснення» та розроблення регіональних еко-схем агроєкологічних виплат.

Ключові слова: самосійні ліси, вуглецевий слід, депонування вуглецю, занедбані угіддя, природна сукцесія, LULUCF, агроєкологічні виплати, сталий розвиток.

Luchak I.P., Mylenka M.M. Naturally regenerated forests on agricultural lands as a factor in reducing the carbon footprint of the agricultural sector

The article examines the role of naturally regenerated forests forming on abandoned agricultural lands of Ivano-Frankivsk Oblast as a factor in reducing the carbon footprint of the agricultural sector within the context of EU sustainable land use and climate neutrality



© Лучак І.П., Миленька М.М., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

requirements. The study is motivated by the need to identify nature-based solutions for the decarbonization of agricultural production and Ukraine's adaptation to European climate policy in the context of European integration.

Based on field geobotanical surveys of 12 naturally regenerated forest plots (2024–2025), the species composition of pioneer forest stands in the Pre-Carpathian zone was established: the dominant species are silver birch (*Betula pendula*), black alder (*Alnus glutinosa*), aspen (*Populus tremula*), and field maple (*Acer campestre*), with pedunculate oak and hornbeam appearing in the understorey, indicating long-term carbon accumulation potential. The total area of abandoned land in the region is estimated at approximately 83,000 ha ($\approx 13.3\%$ of agricultural land in the Carpathian zone).

Carbon sequestration potential was calculated using literature-based coefficients for soil and biomass carbon accumulation (IPCC Tier 1) under three effective afforestation scenarios (40–85% of total area). The resulting estimates range from 165,000 to 894,000 tonnes CO₂-equivalent per year, corresponding to 7–40% of the regional agricultural carbon footprint. These ranges reflect uncertainty regarding the actual proportion of afforested area and require verification through field-based soil organic carbon measurements.

Through normative-comparative analysis, the functions of naturally regenerated forests were found to correspond to the requirements of the EU Soil Strategy 2030, the Nature Restoration Law (EU 2024/1991), and CAP/GAEC 8; correspondence with the Farm to Fork Strategy is partial. A critical institutional gap was identified: naturally regenerated forests are not included in Ukraine's LULUCF reporting, preventing recognition of their climate contribution in European integration processes. Recommendations are proposed for integrating naturally regenerated forests into the national greenhouse gas inventory under the «afforestation» category and for developing regional agri-environmental payment schemes.

Key words: naturally regenerated forests, carbon footprint, carbon sequestration, abandoned lands, natural succession, LULUCF, agri-environmental payments, sustainable development.

Актуальність теми дослідження. Скорочення вуглецевого сліду аграрного виробництва є одним із центральних завдань аграрної та кліматичної політики ЄС на шляху до досягнення кліматичної нейтральності. Аграрний сектор відповідальний за близько 10–12% прямих викидів парникових газів у країнах ЄС, а з урахуванням змін у землекористуванні – до 19–29% у глобальному масштабі [15; 13]. Разом із тим саме у цьому секторі існують найбільш значні та порівняно доступні за вартістю можливості для секвестрації вуглецю через зміни у структурі землекористування та управлінні угіддями [11; 32, с. 80].

Після розпаду Радянського Союзу мільйони гектарів орних земель і сіножатей у Центральній та Східній Європі вийшли з активного сільськогосподарського обороту [8, с. 1226; 26, с. 11; 16, с. 2; 32, с. 51]. На цих землях розпочалась природна рослинна сукцесія, кінцевою стадією якої у більшості регіонів є формування самосійних лісів [21, с. 900; 17, с. 4]. До прикладу, в Івано-Франківській області, де загальна лісистість і без того сягає близько 45%, процес спонтанного заліснення занедбаних угідь відбувається особливо активно завдяки сприятливим кліматичним умовам Передкарпаття та Карпат [19, с. 614].

Попри те, що в національному законодавстві вже закріплено поняття самосійних лісів [3], їх інтеграція у систему кліматичної політики та обліку викидів і поглинання парникових газів залишається неповною [1, с. 3; 2, с. 14]. Зокрема, самосійні деревостани практично не відображаються в офіційній лісовій статистиці та звітності сектору Land Use, Land-Use Change and Forestry (LULUCF), обмежено враховуються у регіональних стратегіях кліматичної нейтральності, а також поки що не мають системної прив'язки до механізмів агроекологічних виплат і програм відновлення екосистем. У результаті значна частка поглинання CO₂-еквіваленту, що забезпечується самосійними лісами, залишається недостатньо репрезентованою в національній системі кліматичного обліку [6, с. 24].

Зважаючи на євроінтеграційний курс України та необхідність адаптації аграрного сектору до вимог ЄС у сфері сталого землекористування, інтеграція самосійних лісів у систему кліматичного обліку та агроекологічних інструментів підтримки набуває стратегічного значення. Наукова новизна дослідження полягає у переосмисленні ролі самосійних лісів: вони розглядаються не як наслідок занедбання чи відчуження сільськогосподарських земель, а як функціонально важливий компонент ландшафтів, здатний забезпечувати скорочення вуглецевого сліду агровиробництва.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання вуглецевого балансу занедбаних сільськогосподарських угідь і природно-сукцесійних лісів у Центральній та Східній Європі є предметом активних досліджень у міжнародній і національній науковій літературі [18; 20; 21; 6]. Зокрема, Т. Kuemmerle із співавторами на основі даних дистанційного зондування оцінили масштаби та просторову структуру покинутих сільськогосподарських земель у Карпатському регіоні [19, с. 614]. Встановлено, що після 1991 р. частка занедбаних угідь становила 13,3% в українських Карпатах, 13,9% – у польських та 20,7% – у словацьких. Отримані результати формують емпіричну основу для оцінювання потенційних площ самосійних лісів у Карпатському регіоні та їхнього внеску у процеси вуглецевого поглинання.

Разом з тим, наукові джерела засвідчують значний потенціал покинутих сільськогосподарських територій до акумуляції вуглецю [4, с. 129; 26, с. 26]. За узагальненими оцінками, швидкість накопичення органічного вуглецю в ґрунті на початкових стадіях сукцесії становить у середньому 0,3–0,8 т С/рік [4, с. 135; 24, с. 211]. На теренах східноєвропейських країн сумарна акумуляція вуглецю на відчужених сільськогосподарських землях оцінюється як значна та сягає десятків і потенційно сотень мегатонн вуглецю залежно від просторового охоплення та методики оцінювання [30, с. 1176].

Потенціал природного заліснення як механізму кліматичної компенсації висвітлюється у ряді досліджень [26; 6; 10; 23]. Природно відновлені ліси зберігають і поглинають вуглець ефективніше, ніж штучні лісонасадження, завдяки складнішій структурі деревостанів, інтенсивнішому накопиченню детриту та активнішій ґрунтовій біоті [20, с. 76; 22, с. 990], що робить їх важливим елементом кліматично орієнтованих підходів до управління землекористуванням.

До того ж, показано ключову роль самосійних лісів як осередків біорізноманіття та структурних елементів, що підвищують екологічну стійкість агроландшафтів [20, с. 75; 31, с. 3]. Подібні висновки узгоджуються з результатами досліджень, які підкреслюють важливість природно відновленої деревно-чагарникової рослинності для підтримки біорізноманіття та екосистемних послуг у сільськогосподарських ландшафтах [27, с. 290]. Водночас кількісна оцінка внеску самосійних лісів у скорочення вуглецевого сліду агровиробництва в контексті вимог ЄС у літературі залишається обмеженою.

В Україні дослідження самосійних лісів і природного заліснення сільськогосподарських земель поступово формуються як окремий науковий напрям. Зокрема, А. В. Городнична розглянула питання ідентифікації та обліку самозаліснених територій [1]. П. І. Лакида зі співавторами обґрунтували значення природно сформованих деревостанів для накопичення біомаси та вуглецю [4]. Інвентаризаційну базу для оцінки лісових ресурсів України запропонував В. В. Миронюк [5]. Водночас аналіз наявних публікацій свідчить, що вітчизняні дослідження зосереджені переважно на лісівничих і екологічних аспектах, тоді як кліматична та агрополітична функції самосійних лісів залишаються недостатньо розкритими,

що підтверджує брак інформації щодо перспектив їх використання як вуглецевих резервуарів.

Мета та завдання дослідження. Метою статті є комплексний огляд та кількісна оцінка ролі самосійних лісів на занедбаних сільськогосподарських угіддях України як чинника скорочення вуглецевого сліду агровиробництва в контексті вимог ЄС, а також визначення механізмів їх інтеграції у систему кліматичного обліку та агроекологічних виплат в умовах євроінтеграції. Завдання дослідження: 1) систематизувати дані щодо масштабів занедбання сільськогосподарських угідь; 2) розрахувати потенціал депонування вуглецю самосійними лісами; 3) провести порівняльний аналіз із іншими європейськими країнами, що мають схожий процес відчуження сільськогосподарських угідь; 4) систематизувати відповідність функцій самосійних лісів вимогам ключових регуляторних документів ЄС; 5) виявити інституційні бар'єри та розробити рекомендації щодо їх усунення.

Методика дослідження Дослідження ґрунтується на комбінованому підході, що поєднує польові геоботанічні спостереження, літературний аналіз та нормативно-порівняльний аналіз.

Польові дослідження проводились у 2024–2025 рр. на 12 ділянках самосійного лісу в Івано-Франківській області. На кожній ділянці закладено пробну площу 20×20 м, виконано маршрутні геоботанічні описи та кернування модельних дерев. Зібрані дані використано для характеристики видового складу піонерних деревостанів, визначення частоти трапляння та проективного покриття домінантних видів у деревному ярусі. Польові матеріали не містять прямих вимірів вмісту вуглецю в біомасі чи ґрунті, тому вони слугують основою для флористичної характеристики деревостанів, а не для верифікації розрахункових коефіцієнтів депонування.

Оцінка площ занедбаних угідь виконана на прикладі Карпатського регіону. За даними Kuemmerle et al. [19], частка занедбаних угідь у межах українських Карпат становить 13,3%. Розрахунок площі: $S = A \times k$, де $A = 621$ тис. га (загальна площа сільськогосподарських угідь регіону за даними [12]), $k = 0,133$. Отримане $S \approx 83$ тис. га є оцінкою першого порядку і не враховує динаміку повторного введення земель в обіг після 2010 року. Потенціал річного депонування CO_2 (P , т CO_2 -екв./рік):

$$P = S_{\text{еф}} \times (R_{\text{гр}} + R_{\text{нбм}} + R_{\text{пбм}}) \times 44/12,$$

де: $S_{\text{еф}}$ – ефективна площа деревостану, га; $R_{\text{гр}}$ – річне накопичення вуглецю в ґрунті, т $\text{C}/\text{га}/\text{рік}$; $R_{\text{нбм}}$ – річне накопичення вуглецю в надземній біомасі, т $\text{C}/\text{га}/\text{рік}$; $R_{\text{пбм}}$ – річне накопичення вуглецю в підземній біомасі, т $\text{C}/\text{га}/\text{рік}$; $44/12$ – коефіцієнт перерахунку C у CO_2 . Усі компоненти R виражені у т $\text{C}/\text{га}/\text{рік}$.

Значення $R_{\text{гр}}$ (0,4–0,7 т $\text{C}/\text{га}/\text{рік}$) прийнято відповідно до узагальнених оцінок для природних екосистем помірної зони [25]. Значення $R_{\text{нбм}}$ (0,8–2,3 т $\text{C}/\text{га}/\text{рік}$) визначено на основі даних для листяних лісових екосистем помірного поясу [9]. Підземна біомаса ($R_{\text{пбм}}$) прийнята на рівні 20% від надземної відповідно до підходу IPCC Tier 1 [11]. Наведені коефіцієнти є літературними і не верифіковані власними польовими вимірами вмісту органічного вуглецю – це обмеження дослідження, яке визначає пріоритет подальших робіт.

Розраховано три сценарії залежно від частки ефективно залісненої площі ($S_{\text{еф}}$): мінімальний (40% від S), середній (65%) та максимальний (85%). Межі сценаріїв обрано на основі польових спостережень: на ділянках із несприятливими умовами (надмірне зволоження, крутосхили) деревний ярус формувався лише на

35–45% площі, тоді як на дренажних суглинках зімкнутість намету досягала 0,8 на 80–90% ділянки, що й визначило нижню і верхню межі діапазону.

Нормативно-порівняльний аналіз здійснено на основі офіційних текстів: Farm to Fork Strategy (2020) [14], EU Soil Strategy 2030 (2021) [12], Nature Restoration Law (EU 2024/1991) [28], CAP 2023–2027/GAEC 8 [33] та LULUCF Regulation (EU 2023/839). Для кожного документа визначено ключові кількісні та якісні вимоги і зіставлено їх із встановленими екологічними функціями самосійних лісів. Результати систематизовано у вигляді матриці відповідності (табл. 3).

Систематичний огляд літератури охопив публікації 2000–2025 рр. за ключовими словами «farmland abandonment Ukraine», «spontaneous forests carbon», «post-socialist land use change», «LULUCF afforestation». Загалом проаналізовано 33 наукові та нормативні джерела; відбір здійснювався за критеріями тематичної відповідності, рецензованості та географічної релевантності (Центральна і Східна Європа, Карпатський регіон).

Результати досліджень. Загальна площа занедбаних сільськогосподарських угідь України оцінюється в 1,19–1,43 млн га, що становить 5–12% від загальної площі таких угідь [1; 5]. Найвищий відносний показник занедбання характерний для гірських і передгірських територій Карпат (13–21%) [12; 20], найнижчий – для степової зони (3–6%), де більша частина угідь залишається в інтенсивному обробітку [16; 5].

Карпатська зона відрізняється найвищою інтенсивністю природної сукцесії: піонерні деревостани формуються вже через 7–10 років після залишення угіддя завдяки насінневному банку суміжних лісів та сприятливому зволоженню [12; 28; 20].

Польові дослідження 2024–2025 рр. підтвердили широке та стійке поширення самосійних деревостанів на занедбаних сільськогосподарських угіддях Івано-Франківської області. На всіх 12 обстежених ділянках зафіксовано сформований деревний ярус висотою 8–14 м із зімкнутістю намету 0,6–0,8. Видовий склад та характеристики деревостану наведено у табл. 1.

Береза повисла (*Betula pendula*) виявилась найбільш поширеним піонерним видом – зафіксована на 11 із 12 ділянок (91,7%) з середньою часткою в деревному ярусі $34,2 \pm 5,1\%$. Цей вид характерний для ранніх стадій сукцесії на всіх типах ґрунту.

Вільха чорна (*Alnus glutinosa*) домінує у знижених рельєфних позиціях і заплавлених ділянках (75,0% ділянок), відіграючи важливу роль у збагаченні ґрунту азотом завдяки симбіозу з азотфіксуючими бактеріями. Осика (*Populus tremula*) зафіксована на 66,7% ділянок, клен звичайний (*Acer platanoides* L.) – на 58,3% і є типовим видом для пізніших стадій сукцесії. У деревостанах усіх ділянок поступово з'являється підріст широколистяних видів – дуба звичайного (*Quercus robur*) та граба звичайного (*Carpinus betulus*), що свідчить про тривалий потенціал самосійних лісів до нагромадження вуглецю.

Розраховано три сценарії депонування вуглецю самосійними лісами Івано-Франківської області (табл. 2).

Показники річного накопичення органічного вуглецю в ґрунті ($R_{гр}$) прийнято в межах 0,4–0,7 т С/га/рік відповідно до класичних оцінок для природних екосистем [25]. Значення річного накопичення вуглецю в надземній біомасі ($R_{нбм}$) визначено на основі даних для лісових екосистем помірної зони [9]. Підземну біомасу прийнято на рівні 20% від надземної відповідно до підходу IPCC Tier 1 [11]. Усі компоненти ($R_{гр}$, $R_{нбм}$, $R_{пбм}$) виражені у т С/га/рік; множення на коефіцієнт 44/12 забезпечує перерахунок у т CO₂-екв./га/рік.

Таблиця 1

**Видовий склад деревостану та видо-специфічні коефіцієнти
накопичення біомаси самосійних лісів Івано-Франківської області
(2024–2025 рр., n = 12 ділянок)**

Вид	Частота трапляння, %	Середнє покриття у ярусі, %	Тип субстрату
Береза повисла (<i>Betula pendula</i> Roth)	91,7	34,2 ± 5,1	Усі типи
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn. (вільха чорна)	75,0	28,6 ± 6,3	Знижені, вологі
Осика (<i>Populus tremula</i>)	66,7	19,4 ± 4,8	Суглинкові, дреновані
Клен звичайний (<i>Acer platanoides</i> L.)	58,3	11,8 ± 3,2	Суглинкові, свіжі
дуб звичайний (<i>Quercus robur</i>), граб звичайний(<i>Carpinus betulus</i>),	-	поодинокі (підріст)	Усі типи

Таблиця 2

**Аналіз потенціалу депонування вуглецю самосійними лісами
з урахуванням ефективної площі деревостанів**

Компонент	R _{тр} , т C/га/рік	R _{пбм} , т C/га/рік	R _{пбм} , т C/га/рік	R _{сума} , т C/га/рік	S _{еф} , тис. га	P, тис. т CO ₂ -екв./ рік
Мінімальний (деревостан – 40% S)	0,4	0,8	0,16	1,36	33,2	165
Середній (деревостан – 65% S)	0,55	1,55	0,31	2,41	53,95	477
Максимальний (деревостан – 85% S)	0,7	2,3	0,46	3,46	70,55	894
% від рег. аграр. сліду*	–	–	–	–	–	7–40%

Примітки: Підземна біомаса – 20% від надземної (IPCC Tier 1). * Регіональний аграрний вуглецевий слід = 2,15–2,35 млн т CO₂-екв./рік за даними звіту Офісу зеленого переходу «Роль агросектору у досягненні кліматичної нейтральності» (2023). Межі сценаріїв (40–85% ефективної площі) відповідають діапазону часткового заліснення, зафіксованому на польових ділянках.

Навіть за мінімальним сценарієм (165 тис. т CO₂-екв./рік) потенціал депонування є кількісно значущим. За середнім сценарієм (477 тис. т CO₂-екв./рік) самосійні ліси здатні компенсувати значну частку регіонального аграрного вуглецевого сліду – без будь-яких витрат з боку агровиробників чи держави [14]. Таким чином, коректним є формулювання: самосійні ліси здатні «компенсувати» частину аграрного вуглецевого сліду у балансовому сенсі, але не замінити заходів зі скорочення прямих викидів. Матрицю відповідності функцій самосійних лісів вимогам ЄС наведено у табл. 3.

Таблиця 3

Матриця відповідності функцій самосійних лісів вимогам регуляторних документів ЄС у сфері сталого землекористування

Регуляторний документ ЄС	Ключова вимога	Екологічні функції самосійних лісів	Статус відповідності
Farm to Fork Strategy (2020)	Скорочення пестицидів на 50%; 25% органічних площ	Буферна зона, фільтрація агрохімікатів (40–85% стоку)	Часткова відповідність
EU Soil Strategy 2030 (2021)	Відновлення ґрунтового вуглецю; 75% здорових ґрунтів	Акумуляція +0,4–0,7 т С/рік у ґрунті; відновлення структури	Повна відповідність
Nature Restoration Law 2024 (EU 2024/1991)	Відновлення 20% деградованих екосистем до 2030 р.	Природне відновлення лісових екосистем на ~83 тис. га	Повна відповідність
CAP GAEC 8 (2023–2027)	4% орних площ – некультивовані елементи	Некультивовані елементи агроландшафту; основа еко-схем	Повна відповідність
LULUCF Regulation EU 2023/839	Повний облік поглинань ПГ усіма категоріями землекористування	Не включені у звітність – інституційна прогалина	Невідповідність – потребує усунення

EU Soil Strategy 2030 [12] визначає, що до 2030 р. вміст органічного вуглецю в ґрунтах ЄС має стабілізуватись або зростати, а 75% ґрунтів – перебувати у «здоровому» стані. Самосійні ліси безпосередньо сприяють досягненню цих цілей: під їхнім пологом щорічно акумулюється від 0,4 до 0,7 т С у ґрунті [30], що за 20–25 років збільшує запаси ґрунтового вуглецю на 8–17 т С. Формування лісової підстилки, активізація ґрунтової мікробіоти та припинення механічного обробітку забезпечують відновлення агрегатної структури ґрунту.

Nature Restoration Law 2024 [28] зобов'язує відновити щонайменше 20% деградованих екосистем до 2030 р. і 100% до 2050 р. Самосійні ліси є реалізованим механізмом такого відновлення: у межах Івано-Франківщини вони фактично вже відновили частину лісових екосистем на площі ~83 тис. га. Їх включення до звіту про виконання NRL у категорії «відновлені ліси» дозволить Україні продемонструвати реальний прогрес.

Умова CAP GAEC 8 [33] вимагає виведення щонайменше 4% орних площ під некультивовані елементи ландшафту. Самосійні ліси на маргінальних землях є саме такими елементами і вже фактично виконують функцію GAEC 8. Після вступу України до ЄС фермери отримають підставу для агрокомпенсаційних виплат [31]. Farm to Fork [14] передбачає скорочення пестицидів на 50% та добрив на 20% до 2030 року.

Попри кліматичний потенціал, самосійні ліси не включені до офіційної звітності України з LULUCF. Це прямо суперечить вимогам Регламенту ЄС 2023/839, який зобов'язує вести повний облік поглинань у категорії «заліснення» для всіх лісів незалежно від юридичного статусу. Як наслідок, кліматична компенсація у розмірі 165–894 тис. т CO₂-екв./рік залишається «невидимою» у кліматичній звітності та не може бути врахована у євроінтеграційних процесах.

Порівняльний аналіз із літературними джерелами [24; 16; 20; 5; 31] демонструє два ключові висновки. По-перше, параметри природного заліснення і депонування

вуглецю в Україні є зіставними з аналогічними показниками у Польщі, Словаччині та Румунії. По-друге, Україна є єдиною серед порівнюваних країн, де самосійні ліси досі не включені до LULUCF-звітності. На відміну від ряду країн Центрально-Східної Європи (Польща, Словаччина, країни Балтії), де природне заліснення інтегроване в системи LULUCF-обліку, в Україні цей потенціал залишається недостатньо відображеним у офіційній звітності. Відставання пояснюється виключно інституційними та адміністративними бар'єрами.

Слід також зазначити динамічний характер вуглецевого балансу самосійних лісів: молоді деревостани (15–30 років) перебувають у фазі активного поглинання CO₂, з переходом у зрілу фазу (40–60 років) темп сповільнюється [22; 14]. Це означає, що тривале збереження кліматичного ефекту вимагає або постійного збільшення площ таких деревостанів, або управлінських заходів відповідно до методології IPCC Tier 2 [11].

Висновки та перспективи подальших досліджень. На підставі даних офіційних реєстрів та власних польових спостережень 2024–2025 рр. встановлено, що на занедбаних сільськогосподарських угіддях Івано-Франківської області сформувалися різновікові самосійні деревостани віком 15–25 років із домінуванням берези повислої, вільхи чорної, осики та клена польового. Встановлено, що ці деревостани перебувають в активній фазі накопичення біомаси та органічного вуглецю, що визначає їхню високу екосистемну та кліматорегулюючу цінність.

Оцінка потенціалу депонування вуглецю самосійними лісами показала, що його обсяг становить від 165 тис. т CO₂-екв./рік (мінімальний сценарій) до 894 тис. т CO₂-екв./рік (максимальний сценарій), із середнім значенням 477 тис. т CO₂-екв./рік. Це відповідає компенсації 7–40% регіонального аграрного вуглецевого сліду, що свідчить про значний внесок самосійних лісів у досягнення кліматичних цілей у секторі землекористування.

Встановлено, що самосійні ліси демонструють відповідність вимогам ключових політик ЄС у сфері сталого землекористування, зокрема EU Soil Strategy 2030, Nature Restoration Law (2024), CAP/GAEC та Farm to Fork Strategy. Водночас ідентифіковано критичну інституційну прогалину – відсутність самосійних лісів у звітності сектору LULUCF, що обмежує можливість обліку та монетизації їхнього кліматичного ефекту.

З огляду на отримані результати запропоновано практичні рекомендації, що включають: інтеграцію самосійних лісів до національного кадастру парникових газів у межах категорії «заліснення»; розроблення регіональних еко-схем підтримки збереження самосійних деревостанів із прив'язкою до вимог GAEC 8; проведення актуалізованої інвентаризації самосійних лісів із використанням методів дистанційного зондування Землі та геоінформаційного аналізу.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з верифікацією оцінок потенціалу депонування вуглецю шляхом польового визначення вмісту органічного вуглецю (відповідно до методології IPCC), уточненням коефіцієнтів занедбання на основі сучасних даних дистанційного зондування, а також економічною оцінкою вартості вуглецевих екосистемних послуг для обґрунтування ефективних механізмів агроєкологічних виплат. Доцільним є також розширення просторового аналізу на інші області з метою формування масштабованих управлінських рішень на національному рівні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Городнична А. В. Самозаліснені території України: проблеми ідентифікації та обліку. *Біоресурси і природокористування*. 2023. Т. 15, № 1–2. С. 1–6.
2. Дорош С. О., Застулка І.-О. Ю. Наукові підходи до використання самосійних лісів на землях сільськогосподарського призначення приватної власності в територіальних громадах. *Збалансоване природокористування*. 2022. № 3. С. 13–22. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.3.2022.266555>
3. Земельний кодекс України : Закон України від 25 жовт. 2001 р. № 2768-III. *Відомості Верховної Ради України*. 2002. № 3–4. Ст. 27. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14> (дата звернення: 30.04.2025).
4. Лакида П. І., Блищик В. І. Продуктивність та екологічні функції самосійних соснових лісів Українського Полісся. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. 2024. № 27. DOI: <https://doi.org/10.15421/412420>
5. Миронюк В. В. *Інвентаризація рівнинних лісів України за даними супутникової зйомки* : монографія. Харків : АТ «Харківська книжкова фабрика «ГЛЮБУС»», 2020. 240 с.
6. Опенько І. А., Городнична А. В. Самосійні ліси в контексті зміни клімату: екологічна роль та економічні переваги. *Агросвіт*. 2024. № 8.
7. Alcantara C., Kuemmerle T., Baumann M., Bragina E. V., Griffiths P., Hostert P., Knorn J., Müller D., Prishchepov A. V., Schierhorn F., Sieber A., Radeloff V. C. Mapping the extent of abandoned farmland in Central and Eastern Europe using MODIS time series satellite data. *Environmental Research Letters*. 2013. Vol. 8, № 3. 035035. DOI: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/8/3/035035>
8. Baumann M., Kuemmerle T., Elbakidze M., Ozdogan M., Radeloff V. C., Keuler N. S., Prishchepov A. V., Kruhlov I., Hostert P. Patterns and drivers of post-socialist farmland abandonment in Western Ukraine. *Land Use Policy*. 2011. Vol. 28. P. 1226–1234. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2010.11.003>
9. Brainard J., Lovett A., Bateman I. *Social & Environmental Benefits of Forestry: Phase 2: Carbon Sequestration Benefits of Woodland*. Edinburgh : Forestry Commission, 2003. 56 p.
10. Chazdon R., Lindenmayer D., Guariguata M. R., Crouzeilles R., Rey Benayas J. M., Chavero E. L. Fostering natural forest regeneration on former agricultural land through economic and policy interventions. *Environmental Research Letters*. 2020. Vol. 15, № 4. 043002. DOI: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab79e6>
11. Climate Change and Land: an IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse Gas Fluxes in Terrestrial Ecosystems / ed. P. R. Shukla et al. Geneva : IPCC, 2019. URL: <https://www.ipcc.ch/srccl> (дата звернення: 20.04.2025).
12. EU Soil Strategy for 2030: Reaping the Benefits of Healthy Soils for People, Food, Nature and Climate : Communication from the Commission. Brussels : European Commission, 2021. URL: https://environment.ec.europa.eu/strategy/soil-strategy_en (дата звернення: 20.04.2025).
13. European Environment Agency. *Greenhouse Gas Emissions from Agriculture in Europe*. Copenhagen : EEA, 2022. URL: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/greenhouse-gas-emissions-from-agriculture> (дата звернення: 20.04.2025).
14. Farm to Fork Strategy: For a Fair, Healthy and Environmentally-Friendly Food System : Communication from the Commission. Brussels : European Commission, 2020. URL: https://food.ec.europa.eu/horizontal-topics/farm-fork-strategy_en (дата звернення: 20.04.2025).
15. Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Greenhouse Gas Emissions from Agri-food Systems: Global, Regional and Country Trends, 2000–2020*. FAOSTAT Analytical Brief 50. Rome : FAO, 2022. 12 p.
16. Griffiths P., Müller D., Kuemmerle T., Hostert P. Agricultural land change in the Carpathian ecoregion after the breakdown of socialism and expansion of the European

Union. *Environmental Research Letters*. 2013. Vol. 8, № 4. 045024. DOI: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/8/4/045024>

17. Keenleyside C., Tucker G. M. Farmland Abandonment in the EU: an Assessment of Trends and Prospects. Report prepared for WWF. London : Institute for European Environmental Policy, 2010. 97 p.

18. Kuemmerle T., Chaskovsky O., Knorn J., Radeloff V. C., Kruhlov I., Keeton W. S., Hostert P. Forest cover change and illegal logging in the Ukrainian Carpathians in the transition period from 1988 to 2007. *Remote Sensing of Environment*. 2009. Vol. 113. P. 1194–1207. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2009.02.006>

19. Kuemmerle T., Hostert P., Radeloff V. C., van der Linden S., Perzanowski K., Kruhlov I. Cross-border comparison of post-socialist farmland abandonment in the Carpathians. *Ecosystems*. 2008. Vol. 11. P. 614–628. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10021-008-9146-z>

20. Li S., Liang J., Zhu W., Zhu S. Natural forest restoration outperforms tree planting in sequestering carbon and conserving biodiversity. *Nature*. 2023. Vol. 624. P. 75–84. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06702-4>

21. Navarro L. M., Pereira H. M. Rewilding abandoned landscapes in Europe. *Ecosystems*. 2012. Vol. 15, № 6. P. 900–912. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10021-012-9558-7>

22. Pan Y., Birdsey R. A., Fang J., Houghton R., Kauppi P. E., Kurz W. A., Phillips O. L., Shvidenko A., Lewis S. L., Canadell J. G., Ciais P., Jackson R. B., Pacala S. W., McGuire A. D., Piao S., Rautiainen A., Sitch S., Hayes D. A large and persistent carbon sink in the world's forests. *Science*. 2011. Vol. 333, № 6045. P. 988–993. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1201609>

23. Pellis G., Chiti T., Rey A., Curiel Yuste J., Trotta C., Papale D. The ecosystem carbon sink implications of mountain forest expansion into abandoned grazing land: the role of subsoil and climatic factors. *Science of the Total Environment*. 2019. Vol. 672. P. 106–120. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.329>

24. Poorter L., Bongers F., Aide T. M. et al. Biomass resilience of Neotropical secondary forests. *Nature*. 2016. Vol. 530. P. 211–214. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature16512>

25. Post W. M., Kwon K. C. Soil carbon sequestration and land-use change: processes and potential. *Global Change Biology*. 2000. Vol. 6, № 3. P. 317–327. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2486.2000.00308.x>

26. Prishchepov A. V., Radeloff V. C., Baumann M., Kuemmerle T., Müller D. Effects of institutional changes on land use: agricultural land abandonment during the transition from state-command to market-driven economies in post-Soviet Eastern Europe. *Environmental Research Letters*. 2012. Vol. 7, № 2. 024021. DOI: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/7/2/024021>

27. Queiroz C., Beilin R., Folke C., Lindborg R. Farmland abandonment: threat or opportunity for biodiversity conservation? *Frontiers in Ecology and the Environment*. 2014. Vol. 12, № 5. P. 288–296. DOI: <https://doi.org/10.1890/120348>

28. Regulation (EU) 2024/1991 of the European Parliament and of the Council of 24 June 2024 on nature restoration and amending Regulation (EU) 2022/869. *Official Journal of the European Union*. 2024. L series. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:L_2024_1991 (дата звернення: 20.04.2025).

29. Rey Benayas J. M., Martins A., Nicolau J. M., Schulz J. J. Abandonment of agricultural land: an overview of drivers and consequences. *CAB Reviews*. 2007. Vol. 2, № 057. P. 1–14. DOI: <https://doi.org/10.1079/PAVSNNR20072057>

30. Schierhorn F., Müller D., Beringer T., Prishchepov A. V., Krankina O., Balman A. Post-Soviet cropland abandonment and carbon sequestration in European Russia, Ukraine, and Belarus. *Global Biogeochemical Cycles*. 2013. Vol. 27, № 4. P. 1175–1185. DOI: <https://doi.org/10.1002/gbc.20047>

31. Semak U. Y., Luchak I. P. Spontaneous forests as biodiversity conservation hotspots on abandoned agricultural lands. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Agronomy and Biology*. 2025. Vol. 62, № 4. P. 3–9. DOI: <https://doi.org/10.32782/agrobio.2025.4.1>

32. Smaliychuk A., Müller D., Prishchepov A. V., Levers C., Kruhlov I., Kuemmerle T. Recultivation of abandoned agricultural lands in Ukraine: patterns and drivers. *Global Environmental Change*. 2016. Vol. 38. P. 70–81. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.02.009>

33. The Common Agricultural Policy at a Glance. Brussels : European Commission, 2023. 18 p. URL: https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/cap-overview_en (дата звернення: 20.04.2025).

Дата першого надходження статті до видання: 30.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026

УДК 630*165.754:630*3

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.2.35>

ВПЛИВ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН НА МОРФОМЕТРИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА РЕПРОДУКТИВНІ ФУНКЦІЇ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ (*PINUS SYLVESTRIS* L.) ФІНСЬКОГО ПОХОДЖЕННЯ В УМОВАХ ВІННИЧЧИНИ

Нейко І.С. – д.с-г.н.,

старший викладач кафедри лісового та садово-паркового господарства,

Вінницький національний аграрний університет

orcid.org/0000-0002-4473-540X

Оцінено вплив кліматичних змін на стан та формування репродуктивних органів 25-річних клонів сосни звичайної фінського походження. Дослідження проведені на клонівій плантації у кліматичних умовах центральної частини України (Вінницька область). Щеплені саджанці сосни звичайної фінського походження було переміщено у південному напрямку на відстань понад 1500 км. Кліматичні умови Вінниччини, у які переміщено клони відрізнялися підвищенням середніх та максимальних температур на 3,3-3,6 °C а також зростанням середніх температур у холодний період та підвищенням мінімумів на 2,1-2,3 °C. Клімат розташування плантації характеризувався найбільш суттєвим зростанням середніх температур у квітні та травні (5,3-5,8 °C), що значною мірою вплинуло на інтенсивність утворення мікростробілів та макростробілів. Відношення суми опадів до суми температур знизилося більш ніж у двічі. На клонівій плантації було проведено аналіз приживлюваності клонів фінського походження та насінневого потомства місцевої популяції, оцінювання інтенсивності їх росту (висота, діаметр), стану (категорія стану) та репродуктивних процесів (інтенсивність утворення мікростробілів та макростробілів). В умовах зміни клімату більшість клонів фінського походження характеризувалися вищою інтенсивністю цвітіння у порівнянні із місцевою популяцією. Окремі клони фінського походження (E80 та E729) переважали місцеву популяцію за насінною продуктивністю. За комплексним аналізом приживлюваності, енергії росту та репродуктивної здатності найкращими показниками відрізнялися клони фінського походження E80, E1883 та E2254. Низька адаптивна здатність була відмічена у клонів E2312, K634 та K801. За результатами проведених досліджень встановлено, що зміна кліматичних умов не суттєво вплинула на приживлюваність, розвиток та стан клонів. Відбулася активізація інтенсивності утворення мікростробілів та шишок. Підтверджена висока життєздатність та якість отриманого насіння сосни звичайної фінського походження, вирощеного в умовах Фінляндії.

Ключові слова: клонова плантація, мікростробіли, макростробіли, енергія росту, насінношостення.

Neyko I.S. Climate change impact on morphometric characteristics and reproductive functions of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) of Finnish origin in condition of Vinnytsia region

The impact of climate change on the condition and formation of reproductive organs of 25-year-old clones of Scots pine of Finnish origin was assessed. The studies were conducted on a clonal seed orchard in the climatic conditions of the central part of Ukraine (Vinnytsia region). Grafted Scots pine seedlings of Finnish origin were moved southward for a distance of over 1500 km. The climatic conditions of the Vinnytsia region, to which the clones were moved, were characterized by an increase in average and maximum temperatures by 3.3-3.6 °C, as well as an increase in average temperatures in the cold period and an increase in minimum temperatures by 2.1-2.3 °C. The climate of the seed orchard's location was characterized by the most significant increase in average temperatures in April and May (5.3-5.8 °C), which significantly affected the



© Нейко І.С., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

intensity of microstrobili and macrostrobili formation. The ratio of precipitation to temperature decreased more than twice. The survival rate of clones of Finnish origin and seed progeny of the local population was analyzed on the clonal seed orchard, and their growth intensity (height, DBH), condition (condition category) and reproductive processes (intensity of microstrobili formation and macrostrobili formation) were assessed. Under climate change conditions, most clones of Finnish origin were characterized by higher flowering intensity compared to the local population. Individual clones of Finnish origin (E80 and E729) outperformed the local population in seed productivity. According to a comprehensive analysis of survival rate, growth energy and reproductive ability, the best indicators were distinguished by clones of Finnish origin E80, E1883 and E2254. Low adaptive capacity was noted in clones E2312, K634 and K801. According to the results of the conducted studies, it was found that the change in climatic conditions did not significantly affect the survival, development and condition of the clones. The intensity of microstrobil formation and cones was activated. The high viability and quality of the obtained seeds of Scots pine of Finnish origin, grown in the conditions of Finland, was confirmed.

Key words: *clonal seed orchard, microstrobils, macrostrobils, growth energy, seed bearing.*

Актуальність теми дослідження. Клонові лісонасіннєві плантації є одним із основних джерел для отримання селекційно покращеного насіння підвищеної селекційної якості. Плантаційне лісове насінництво набуло інтенсивного розвитку впродовж останніх десятиліть. Перші клонові лісонасіннєві плантації були створені у Скандинавських країнах, зокрема, у Швеції та набули значного поширення як у європейських країнах так і у світі загалом. Основні наукові розробки були направлені на: дослідження оптимальних умов для створення лісонасіннєвих плантацій; оптимального представництва генотипів; технологій вирощування; підвищення репродуктивних процесів та заготівлі насіння [1-3, 7, 8]. Незважаючи на певні протиріччя важливість створення лісонасіннєвих плантацій є підтвердженим фактом у більшості країн де ведеться лісове господарство.

Основна функція плантацій це отримання насіння високої генетичної якості. У зв'язку із цим головним завданням є підвищення репродуктивної здатності дерев. Насіннєва продуктивність дерев в урожайні роки залежить від багатьох факторів, зокрема, кліматичних умов, впливу біотичних агентів [2, 4-6]. Періодичність плодоношення дерев закладена на генетичному рівні що зумовлює повторність урожайних років через певні періоди часу. Біолого-екологічні та генетичні особливості деревних порід, умови середовища а також вплив кліматичних чинників є основними факторами, які визначають періодичність та інтенсивність плодоношення.

Постановка проблеми. Існуючі плантації, як і більшість лісових насаджень зазнають негативного впливу факторів середовища. Більшість питань, які стосуються зменшення негативної дії біотичних факторів, у тому числі, шкідників уже вирішено. Зокрема, використовуються ряд заходів, які дають можливість успішно боротися із шкідниками та хворобами, які поширюються на плантаціях. Водночас, на сьогоднішній день не розроблено оптимальних концепцій щодо управління плантаціями в умовах кліматичних змін. До кінця не з'ясовано, як саме кліматичні зміни вплинуть на стан генотипів та їх репродуктивну здатність. Є припущення, що глобальні кліматичні зміни, які пов'язані із поступовим зростанням температур у найближчому майбутньому не будуть мати значного впливу на лісонасіннєві плантації. У той же час ж плантації будуть більш надійним джерелом постачання насіння ніж природні популяції. Плантації 1,5-2 генерації, створені за результатами перевірки напівсібсового та сібсового потомства у різних умовах середовища, перевіреного у різних умовах середовища будуть більш стійкими в умовах кліматичних змін [9].

Проте, у більшій мірі на стан клонів та їх репродуктивну здатність можуть вплинути не стільки глобальні кліматичні зміни як аномальні підвищення температури впродовж вегетаційного періоду, частота яких зростає в умовах глобального потепління. Проведені дослідження вказують на те що в умовах загального підвищення температур буде зростати інтенсивність цвітіння дерев. Зазначається, що саме температурний режим та температурні екстремуми мають суттєвий вплив на утворення репродуктивних органів. У той же час насіння, вирощене у південних умовах може бути не придатним для використання у північних регіонах. З метою активізації насіннєвої продуктивності більшість насіннєвих плантацій сосни звичайної у Фінляндії були розташовані у південній частині країни. Дослідження насіннєвого потомства отриманого із плантацій не показало зниження його життєздатності при переміщенні у північному напрямку [10, 12].

У зв'язку із цим надзвичайний інтерес викликає дослідження репродуктивних процесів на клонівних плантаціях, закладених у різних кліматичних умовах. Такі об'єкти дають можливість змодельовати вплив змін клімату на репродуктивну здатність генетично ідентичних рослин. Клонові насінні плантації сосни звичайної фінського походження були закладені у 1992 році у Вінницькій області (центральна частина України) науковцями Науково-дослідного інституту лісу Фінляндії (METLA) та ДП «Вінницька лісова науково-дослідна станція» (Україна) [3, 4, 6]. Такі ж плантації було створено у Фінляндії. Сьогодні це унікальні об'єкти, які дають можливість дослідити вплив глобальних кліматичних змін на морфометричні характеристики, стан та репродуктивні процеси переміщених генотипів.

Методика досліджень. Дослідження проведені на клонівній плантації сосни звичайної фінського походження, закладеної в умовах Вінницької області (Центральна частина України). Плантація була закладена у 1992-1993 роках за схемою розташування клонів 5 x 5 м. Загальна площі плантації – 2,0 га. Аналіз кліматичних умов розташування плантацій в Україні та Фінляндії проведено за допомогою бази даних клімату Wordclim [11]. Аналіз кліматичних умов проведено як за багаторічними середньорічними даними так і за багаторічними середньомісячними показниками. Між цими показниками нами визначено основні відмінності. При аналізі значна увага приділялася кліматичним показникам вегетаційного періоду а також періоду формування репродуктивних органів у рослин.

Дослідження морфологічних параметрів, стану та репродуктивної здатності клонів сосни звичайної фінського походження проводили впродовж 2011-2025 років. На клонівній плантації також представлено насіннєві потомства сосни звичайної місцевого походження, що дало можливість провести порівняльний аналіз морфометричних характеристик, стану та репродуктивних функцій. Для кожного дерева визначали висоту, діаметр стовбура, ширину крони та кут відходження гілок від центральної осі стовбура. При цьому використовували стандартні прилади та інструменти. Статистичні розрахунки, визначення головних компонент (Principal Component Analysis, PCA analysis) проводили за допомогою програми R-статистика. Інтенсивність утворення мікро, макро- стробілів та насінношення визначали окомірно за бальною шкалою (від 0 балів до 5-ти балів). Оцінювання стану дерев проводили за удосконаленою методикою, розробленою науковцями УкрНДІЛГА [7].

Результати досліджень. Клонову плантацію сосни звичайної фінського походження створено в умовах Вінницької області (центральна частина України) за південною межею природного ареалу поширення сосни звичайної. Репродуктивний матеріал – щеплені сіянці переміщено у південному напрямку із Фінляндії

в Україну на відстань більш ніж 1500 км. Щеплені рослини висаджено в умовах Вінниччини, які характеризуються зміною, кліматичних умов, температурного режиму, зволоження ґрунтового покриття та інших умов навколишнього середовища.

Зміна кліматичних умов, у яких висаджено клони сосни звичайної фінського походження характеризується вищими середніми та максимальними температурами на 3,3-3,6 °C а також вищими середніми температурами у холодний період та мінімумами на 2,1-2,3 °C. Збільшення суми опадів в умовах Вінниччини є найбільш суттєвим у найвологішому та найтеплішому кварталі року на 22-37 мм. Співвідношення суми опадів до суми температур за ГТК Селянінова в умовах Вінниччини зменшується майже у двічі. Різниця середньомісячних температур знаходиться у межах 1,4-5,8 °C та є найбільш значною у квітні та травні (5,3-5,8 °C). У ці ж місяці є найбільші відмінності у мінімальних температурах (5,0-5,1 °C). Найбільша різниця максимумів спостерігається у квітні та вересні (6,1-6,7 °C). Якщо наприкінці літа та осінню (серпень-листопад) сума опадів за місяць переважає у Фінляндії (на 16-32 мм), то у весняні місяці (квітень-травень) сума місячних опадів є більшою в умовах України (14-37 мм). Значення ГТК має найбільшу різницю у весняний (квітень) та осінній період (жовтень). У ці місяці співвідношення опадів до температур в Україні зменшується у два-три рази.

Найбільша різниця середніх, максимальних та мінімальних температур у квітні-травні має значний вплив на утворення макро- та мікростробілів а також на процеси перезапилення дерев на клонівій плантації в умовах України.

Клонова плантація сосни звичайної фінського походження була створена на весні 1992 року. На плантації представлено 30 клонів фінського походження та саджанці сосни звичайної місцевого походження.



Рис. 1. Клонова плантація сосни звичайної фінського походження, Вінницька область (Літинське лісництво)

Плюсові дерева, які були використані для створення плантації, переважно були зосереджені у південній частині Фінляндії. Найбільш північне розташування мали дерева K292, K917, K919 (Pieksänmaa). У південній частині були локалізовані

плюсові дерева E80 (Heinola), E1591 (Taipalsaari). Близько третини плюсових дерев на час відбору у Фінляндії мали понад 100 років.

Дослідження на клонівій плантації сосни звичайної фінського походження в Україні проводили періодично із часу її закладання з 1993 по 1999 роки. Регулярне вивчення стану, цвітіння та репродукції проводиться починаючи із 2012 року. На даний час клони фінського походження характеризуються високою адаптивною здатністю до зміни умов середовища. Збереженість дерев на плантації є досить високою та у середньому становить 94,8%. Найнижчий показник збереженості у клону E2312 – 66,7%.

У місцевої популяції відмічено найвищу інтенсивність росту за висотою (10.6 ± 5.6 м). Схожою енергією росту характеризується генотип фінського походження E1883 (10.4 ± 0.8 м). Найвищі показники діаметру у локальної популяції (29.5 ± 1.1 см). Значними діаметрами характеризуються генотипи фінського походження E2209 (27.2 ± 2.9 см) та E1883 (25.7 ± 1.6 см). Місцева популяція відрізняється найбільшими параметрами за шириною крони (54 ± 9.0). Інтенсивним розвитком крони характеризуються також генотипи фінського походження E2209 (7.7 ± 0.9 м), E2254 (7.1 ± 1.5) та K294 (7.2 ± 1.3).

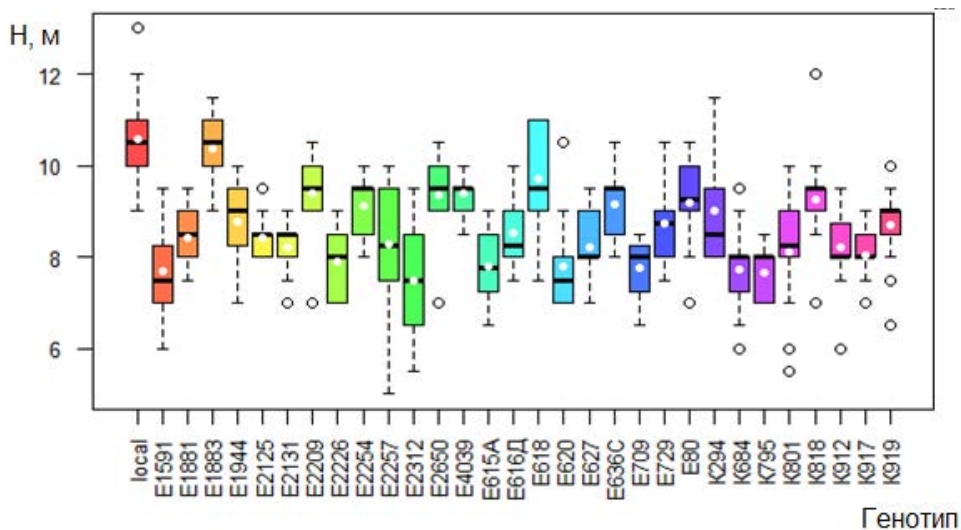


Рис. 2. Розподіл генотипів сосни звичайної фінського походження та місцевої популяції за висотою

За аналізом основних компонент найбільшою мінливістю відрізняються такі показники як діаметр, висота та ширина крони. Їх частка у структурі першої головної компоненти є найвищою. Кут відходження гілок та вік хвої відрізнялися незначною мінливістю. Частка цих показників є найвищою у складі другої головної компоненти. У другій головній компоненті вік хвої характеризується найвищою мінливістю. За результатами кореляційного аналізу найбільш тісні зв'язки виявлені між шириною висотою клонів та діаметром ($r=0.70$), шириною крони та діаметром ($r=0.61$). За результатами кореляційного аналізу найбільш тісні зв'язки виявлені між шириною висотою клонів та діаметром ($r=0.70$), шириною крони та діаметром ($r=0.61$).

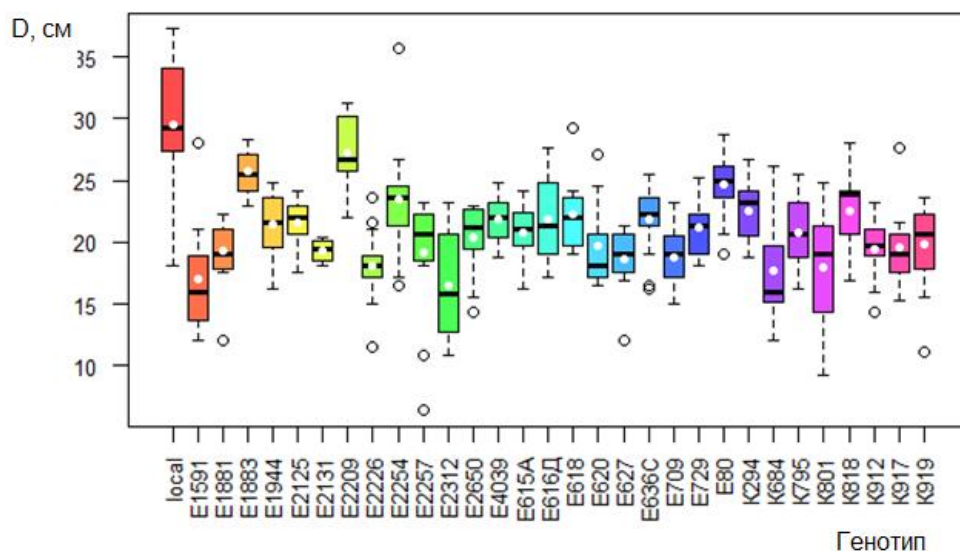


Рис. 3. Розподіл генотипів сосни звичайної фінського походження та місцевої популяції за діаметром

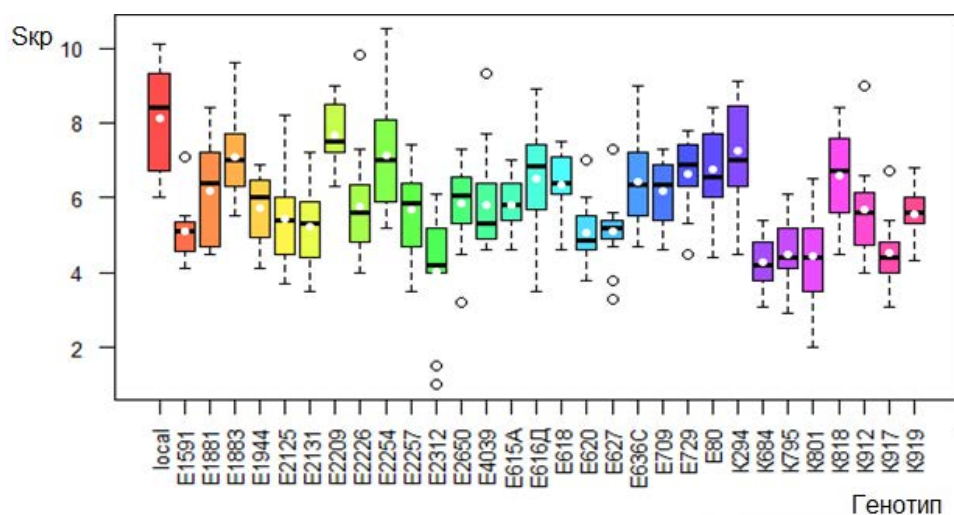


Рис. 4. Розподіл генотипів сосни звичайної фінського походження та місцевої популяції за шириною крони

За морфологічними параметрами дерев частка першої головної компоненти становить 45.7%. Друга та третя головні компоненти становлять відповідно 20.4% та 18.7%. Найменша частка припадає на третю та четверту головні компоненти – 9.7% та 5.5%.

Таблиця 1

**Розподіл головних компонент мінливості морфологічних характеристик
клонів сосни звичайної фінського походження**

Показник	ГК1	ГК2	ГК3	ГК4	ГК5
Висота	0,5482	0,2645	0,0954	0,5462	0,5674
Діаметр	0,5877	0,1876	0,0502	0,1173	0,7766
Ширина крони	0,5407	0,0827	0,0339	0,7910	0,2719
Кут нахилу гілок до осі стовбура	0,2062	0,4742	0,8411	0,1582	0,0110
Вік хвої	0,1385	0,8143	0,5290	0,1926	0,0286

Середня категорія стану клонів сосни звичайної становить 1.5 бали. Найкращим станом (1.2-1.3) характеризувалися клони Е80, Е627, Е2125 та місцева популяція. Значно нижча середня категорія стану (1.8) відмічена для клонів Е4039, К912, К917.

Інтенсивність утворення мікростробілів у клонів змінюється за роками від 2,5 до 4,5 балів та у середньому становить 3,9 балів. Інтенсивність утворення мікростробілів місцевої популяції була нижчою ніж у частини фінських клонів. У більшості років динаміка утворення мікростробілів сосни звичайної фінського походження та місцевої популяції була синхронною. Найвищою інтенсивністю утворення чоловічих репродуктивних органів впродовж останніх 5-ти років відрізнялися клони Е80, Е2226 та Е2209. Середній бал утворення мікростробілів цих клонів становив 4,2-4,3. Середня інтенсивність утворення мікростробілів місцевої популяції становила 3,8 бали. Середній бал насіннюшення впродовж останніх 6-ти років був вищим у клону Е80 та у місцевої популяції (2.7-2.8 бали). Клон Е80 зберігав високу репродуктивну здатність впродовж більшості років спостереження.

Основними показниками адаптації клонів в умовах зміни клімату є ріст та розвиток дерев, стан та репродуктивні процеси. Для комплексної оцінки успішності адаптації нами використано такі показники дерев як: збереженість, діаметр, висота, стан, утворення мікростробілів та макростробілів.

За комплексною оцінкою генотипів найвищим рейтингом характеризувалася місцева популяція (загальна сума балів становила 13). Високими показниками відрізнялися клони фінського походження: Е80, Е1883, Е2254 та Е618 (загальна сума балів становила 24-35 балів). Клони фінського походження Е1591, К801, К634 та Е2312 мали найнижчий рейтинг (сума балів 103-112). У загальній структурі оцінок більшість клонів фінського походження за рівнем утворення мікростробілів переважали місцеву популяцію. Вищу, або рівну насінню продуктивність у порівнянні із місцевою популяцією мали клони Е80 та Е729. Найнижчою репродуктивною здатністю за інтенсивністю утворення мікростробілів та шишок характеризувалися клони Е615А та К917.

Отже, отримані нами дані вказують на добру приживлюваність та добрий розвиток більшості клонів фінського походження в умовах зміни клімату. Нами не відмічено значного погіршення стану клонів фінського походження у порівнянні із місцевою популяцією. Інтенсивність утворення мікростробілів клонів фінського у більшості випадків є вищою за місцеву популяцію. Це співпадає із висновками науковців, які вважають що переміщення дерев у південному напрямку збільшує

інтенсивність їх цвітіння. Особливу увагу заслуговують клони сосни звичайної фінського походження (E80, E729), які характеризуються такими ж або вищими показниками насінневої продуктивності як місцева популяція.

Таблиця 2
Ранжування клонів сосни звичайної фінського походження та дерев місцевої популяції за станом, енергією росту та репродуктивною здатністю (ранги)

Генотип	D	H	S крони	КС	♂	♀	Разом
E80	4	8	6	2	2	1	24
E615A	15	26	16	3	7	12	80
E618	8	3	11	3	4	5	35
E620	19	25	26	5	4	4	84
E627	26	19	24	4	7	10	96
E636C	9	9	10	2	8	9	48
E661/E616D	10	15	9	4	5	3	47
E709	25	27	13	4	2	10	82
E729	14	13	7	3	5	2	47
E1591	30	29	25	3	6	5	103
E1881	23	16	12	5	6	6	74
E1883	3	2	5	4	6	7	28
E1944	13	12	18	4	3	7	59
E2125	12	17	22	4	5	10	74
E2131	22	21	23	1	5	7	80
E2209	2	4	2	5	6	9	29
E2226	27	24	17	3	3	4	79
E2254	5	10	4	4	4	4	32
E2257	24	18	19	6	7	8	89
E2312	31	31	31	3	6	10	120
E2650	17	6	14	4	3	8	55
E4039	11	5	15	7	1	7	47
K294	6	11	3	6	6	9	44
K634	29	28	30	5	9	10	112
K795	16	30	28	3	9	8	95
K801	28	22	29	6	8	10	110
K818	7	7	8	6	6	5	40
K912	21	20	20	7	5	9	85
K917	20	23	27	7	7	11	96
K919	18	14	21	5	7	5	1
Local	1	1	1	1	6	2	13

Примітка: крацій показник оцінено 1, ранжування показників проведено від 1 до 30; D – середній діаметр, P – середня висота, S – ширина крони; КС – категорія стану, ♂ – утворення мікростробілів; ♀ – утворення макростробілів.

Загалом, генотипи можуть по-різному відреагувати на зміну кліматичних умов. У нашому випадку виявлено ряд клонів, які виявилися більш стійкими (E80, E1883, E2254) та менш стійкими (E2312, E1591, K636, K801) в умовах зміни середовища. Менш стійкі генотипи мають низьку приживлюваність, енергію росту та насіннєву продуктивність.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Клони фінського походження у 25-річному віці на плантації в умовах кліматичних змін зберегли високу адаптивну здатність. Підвищення середніх та максимальних температур на 3,3-3,6 °C а також підвищення середніх температур у холодний період та мінімумів на 2,1-2,3 °C а та зниження відношення опадів до температур у два рази не призвело до погіршення їх стану та енергії росту. При зміні кліматичних умов у клонів фінського походження збереглася висока репродуктивна здатність. Інтенсивність утворення мікростробілів більшості клонів фінського походження була вищою ніж місцевої популяції. За оцінюванням приживлюваності, енергії росту та розвитку а також репродуктивними процесами найкращими характеристиками відрізнялися клони фінського походження E80, E1883, E2254 та E618. Рейтинг цих клонів за цими показниками є найвищим. Найнижча адаптивна здатність була у клонів E1591, K801, K634 та E2312. Найнижча інтенсивність утворення мікростробілів та шишок була у клонів E615A та K917.

Для оцінювання взаємодії генотип-середовище та проведення порівняльного аналізу необхідні дані із плантацій, закладених у Фінляндії. Отримані дані щодо енергії росту та інтенсивності репродукції дадуть можливість більш точно виявити реагування сосни звичайної на глобальні кліматичні зміни.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Мажула О.С. Ключові моменти розвитку лісового насінництва в Україні. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2008. № 112. С. 132–134.
2. Мажула О.С. Репродуктивні характеристики родинних і клонових насінних плантацій сосни звичайної. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2006. № 109. С. 152–156.
3. Нейко І.С., Колчанова О.В., Монарх В.В., Зленко О.П. Просторовий аналіз репродуктивних процесів на клоновій плантації сосни звичайної фінського походження. *Збалансоване природокористування*. 2018. № 7. С. 28–34.
4. Нейко І.С., Сماشнюк Л.В., Єлісавенко Ю.А. Оцінювання стану та насінношеності клонів сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) фінського походження в умовах Вінниччини. *Науковий вісник НЛТУ України: Збірник науково-технічних праць*. 2013. № 23 (18). С. 37–32.
5. Нейко І.С., Сماشнюк Л.В., Лось С.А., Колчанова О.В., Єлісавенко Ю.А. Динаміка формування генеративних органів дуба звичайного на клоновій плантації в умовах Вінниччини. *Лісівнича наука у контексті сталого розвитку: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф.*, 29-30 вер. 2015 р. Харків: УкрНДІЛГА, 2015. С. 160–162.
6. Нейко І.С., Юрків З.М. Адаптивна здатність та особливості утворення репродуктивних органів сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) фінського походження на клоновій плантації в умовах Вінниччини. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2017. № 1 (58). Т. 1. С. 120–127.
7. Ткач В.П., Лось С.А., Терещенко Л.І., Торосова Л.О., Висоцька Н.Ю., Волосянчук Р.Т. Сучасний стан та перспективи розвитку лісової селекції в Україні. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2013. № 123. С. 3–12.
8. Шлончак Г.А., Шлончак Г.В. Ефективність використання клонових плантацій сосни звичайної для потреб лісовідтворення. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2009. № 115. С. 65–70.

9. Lindgren D., Karlsson B., Andersson B., Prescher F. Swedish seed orchards for Scots pine and Norway spruce. *Proceedings of a Seed Orchard Conference: 2007: Proceedings from a conference, 26-28 September 2007*. Umeå, Sweden, 2007. P. 142.
10. Pulkkinen P., Haapanen M., Mikola J. Effect of southern pollination on the survival and growth of seed orchard progenies of northern Scots pine (*Pinus sylvestris*) clones. *Forest Ecology and Management*. 1995. Vol. 73 (1-3). P. 75–84.
11. WorldClim – Global Climate Data. 2026. Available at <https://www.worldclim.org/>
12. Wu, D., Pulkkinen, P., Pappinen, A. et al. Frost hardiness of Finnish plus tree progenies of Scots pine from seed orchards in Finland and Ukraine. *Eur J Forest Res.* 142, 1467–1477 (2023).

Дата першого надходження статті до видання: 30.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026

УДК 911.2:[581.524.2:625.1(477.65)]

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.2.36>

ВПЛИВ ДОМІНУВАННЯ ІНВАЗІЙНОЇ ФЛОРИ НА ВИДОВЕ РІЗНОМАНІТТЯ РОСЛИННИХ УГРУПОВАНЬ УКРАЇНСЬКОГО ЛІСОСТЕПУ

Парахненко В.Г. – д. філос. з Наук про Землю,

старший викладач кафедри екології,

Уманський національний університет

orcid.org/0000-0002-4312-6194

Мандебура С.В. – викладач кафедри біології та хімії,

Уманський національний університет

orcid.org/0000-0001-7952-5974

Кватернюк С.М. – д.т.н., професор,

професор кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля,

Вінницький національний технічний університет

orcid.org/0000-0003-1296-8249

Гончарук В.В. – к.п.н., доцент,

старший викладач кафедри біології та хімії,

Уманський національний університет

orcid.org/0000-0002-3977-3612

У сучасних умовах глобалізації, інтенсифікації антропогенного впливу та кліматичних змін проблема поширення інвазивної флори набуває особливої актуальності, оскільки вона є одним із ключових факторів трансформації природних екосистем. Лісостеп України характеризується високим рівнем біорізноманіття та значною вразливістю до біологічних інвазій, що зумовлює необхідність комплексного вивчення впливу чужорідних видів рослин на структуру та функціонування природних фітоценозів. Метою дослідження є оцінка впливу інвазивної флори на видовий склад, просторову організацію та екологічні функції екосистем Лісостепу України.

Методологічною основою дослідження стали загальнонаукові та спеціальні методи, зокрема порівняльний аналіз, геоботанічні обстеження, методи екологічного моніторингу та статистичної обробки даних. Аналіз проводився на основі польових досліджень та узагальнення літературних джерел, що дозволило виявити основні закономірності поширення інвазивних видів та їхній вплив на природні рослинні угруповання.

У результаті дослідження встановлено, що інвазивна флора суттєво змінює видовий склад фітоценозів, знижує рівень біорізноманіття та витісняє автохтонні види. Виявлено, що домінування інвазивних рослин призводить до спрощення трофічних зв'язків, порушення кругообігу речовин і змін у ґрунтових характеристиках. Також визначено, що найбільшого впливу зазнають порушені та антропогенно трансформовані екосистеми, де інвазивні види мають конкурентні переваги.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у комплексній оцінці впливу інвазивної флори на структурно-функціональні особливості екосистем Лісостепу України та виявленні ключових механізмів їх трансформації. Практична значущість дослідження полягає у можливості використання отриманих результатів для розробки ефективних заходів контролю поширення інвазивних видів, збереження біорізноманіття та оптимізації природокористування.

Ключові слова: біологічні інвазії, фітоценози, біорізноманіття, екосистемні процеси, антропогенний вплив, екологічний моніторинг, чужорідні види, трансформація екосистем.



© Парахненко В.Г., Мандебура С.В., Кватернюк С.М., Гончарук В.В., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

Parakhnenko V.H., Mandebura S.V., Kvaterniuk S.M., Honcharuk V.V. The Impact of Invasive Flora Dominance on the Species Diversity of Plant Communities in the Ukrainian Forest-Steppe

In the current context of globalization, intensifying human impact, and climate change, the issue of the spread of invasive flora has become particularly pressing, as it is one of the key factors driving the transformation of natural ecosystems. The forest-steppe of Ukraine is characterized by a high level of biodiversity and significant vulnerability to biological invasions, which necessitates a comprehensive study of the impact of alien plant species on the structure and functioning of natural plant communities. The aim of the study is to assess the impact of invasive flora on the species composition, spatial organization, and ecological functions of the ecosystems of the Ukrainian forest-steppe.

The methodological basis of the study consisted of general scientific and specialized methods, including comparative analysis, geobotanical surveys, ecological monitoring methods, and statistical data processing. The analysis was conducted based on field studies and a review of the literature, which allowed for the identification of the main patterns of invasive species distribution and their impact on natural plant communities.

The study found that invasive flora significantly alters the species composition of phytocenoses, reduces biodiversity, and displaces native species. It was found that the dominance of invasive plants leads to a simplification of trophic relationships, disruption of the nutrient cycle, and changes in soil characteristics. It was also determined that disturbed and anthropogenically transformed ecosystems, where invasive species have competitive advantages, are most affected.

The scientific novelty of the results lies in a comprehensive assessment of the impact of invasive flora on the structural and functional characteristics of the ecosystems of the Ukrainian Forest-Steppe and the identification of key mechanisms of their transformation. The practical significance of the study lies in the possibility of using the obtained results to develop effective measures to control the spread of invasive species, conserve biodiversity, and optimize nature management.

Key words: biological invasions, plant communities, biodiversity, ecosystem processes, anthropogenic impact, ecological monitoring, invasive species, ecosystem transformation.

Актуальність теми дослідження. У сучасних умовах глобальних екологічних змін однією з найгостріших проблем є поширення інвазійних видів рослин, що становлять серйозну загрозу для біорізноманіття природних екосистем. Український Лісостеп, як одна з ключових природних зон України, характеризується високим рівнем антропогенного навантаження, значною розораністю території та фрагментацією природних біотопів, що створює сприятливі умови для проникнення та домінування інвазійної флори.

Інвазійні види рослин відзначаються високою екологічною пластичністю, конкурентоспроможністю та здатністю швидко поширюватися, витісняючи аборигенні види та трансформуючи структуру рослинних угруповань. Це призводить до зниження видового різноманіття, спрощення ценотичної структури, порушення трофічних зв'язків і функціонування екосистем у цілому. Особливо вразливими до інвазій є агроландшафти та порушені території, які домінують у межах Лісостепу України.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю комплексної оцінки впливу домінування інвазійної флори на видовий склад і структуру рослинних угруповань, а також визначенням масштабів і наслідків цих змін. В умовах посилення кліматичних змін, активізації господарської діяльності та глобалізаційних процесів проблема інвазій набуває ще більшої значущості, оскільки інвазійні види виступають одним із ключових чинників деградації екосистем.

Крім того, результати таких досліджень мають важливе практичне значення для розробки ефективних заходів управління біорізноманіттям, збереження природних екосистем та оптимізації екологічного стану агроландшафтів Українського Лісостепу. Таким чином, дослідження впливу інвазійної флори на видовий склад

рослинних угруповань є своєчасним, науково обґрунтованим і необхідним для забезпечення екологічної безпеки регіону [2, с. 46].

Постановка проблеми. Інтенсифікація антропогенного впливу на природні екосистеми Українського Лісостепу, зокрема розширення сільськогосподарського використання територій, урбанізація та фрагментація природних біотопів, створюють передумови для активного поширення інвазійних видів рослин. У таких умовах інвазійна флора не лише інтегрується у природні та напівприродні угруповання, а й часто набуває домінуючого положення, істотно трансформуючи їхню структуру та функціонування.

Основна проблема полягає у недостатній вивченості масштабів і механізмів впливу домінування інвазійних видів на видовий склад і різноманіття рослинних угруповань Українського Лісостепу. Зокрема, потребують уточнення закономірності зміни флористичного складу, рівень витіснення аборигенних видів, а також ступінь спрощення ценотичної структури під впливом інвазій. Відсутність системних досліджень і кількісних оцінок ускладнює об'єктивне визначення екологічних наслідків цього явища [3, с. 87].

Крім того, існує проблема недостатньої розробленості ефективних підходів до моніторингу, прогнозування та управління поширенням інвазійної флори в умовах Лісостепу. Брак інтегрованих методик оцінки впливу інвазійних видів на біорізноманіття обмежує можливості своєчасного реагування та впровадження природоохоронних заходів.

Таким чином, постає необхідність у комплексному дослідженні впливу домінування інвазійної флори на видову структуру рослинних угруповань, виявленні основних закономірностей цих процесів та обґрунтуванні наукових підходів до збереження біорізноманіття Українського Лісостепу [4, с. 145].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема поширення інвазійної флори та її впливу на біорізноманіття рослинних угруповань є предметом активних наукових досліджень як в Україні, так і у світі. Сучасні наукові підходи до вивчення фітоінвазій мають міждисциплінарний характер і поєднують методи екології, географії, ботаніки та ландшафтознавства.

У вітчизняній науковій літературі значну увагу приділено теоретико-методологічним засадам дослідження інвазійної флори. Зокрема, визначено понятійно-категоріальний апарат, основні підходи до класифікації адвентивних видів та методи їх дослідження, включаючи польові обстеження, картографування та моделювання поширення [5, с. 65].

Численні дослідження присвячені аналізу видового складу інвазійних рослин у різних регіонах України. Так, встановлено, що інвазійна флора характеризується значним різноманіттям, переважанням видів чужорідного походження та високою екологічною пластичністю, що забезпечує їх швидке поширення і закріплення в різних типах біотопів. В окремих регіонах, зокрема у Центральній-Придніпровській височинній області, виявлено значну кількість інвазійно активних видів, які формують стійкі популяції та впливають на структуру рослинності.

Дослідження показують, що інвазійні види активно поширюються в трансформованих екосистемах, таких як агроландшафти, урбанізовані території та транспортні коридори. У цих умовах вони виступають як види-трансформери, здатні змінювати екологічні умови середовища та витісняти аборигенні види. Особливої актуальності набувають дослідження інвазійних деревних видів в урбоекосистемах, де вони істотно змінюють структуру насаджень і знижують рівень біорізноманіття [6, с. 245].

Окремий напрям досліджень стосується оцінки інвазійного потенціалу чужорідних видів. Запропоновано систему критеріїв, що дозволяє визначати ступінь їх небезпечності та прогнозувати подальше поширення. Це створює наукову основу для моніторингу та управління процесами фітоінвазій.

Разом з тим, у наукових працях наголошується, що інвазійні рослини є одним із ключових факторів трансформації природних екосистем, оскільки вони здатні знижувати видовий склад, порушувати структуру рослинних угруповань і змінювати функціонування екосистем. Для Лісостепу України характерним є суттєве зменшення фіторізноманіття під впливом інвазійних видів, особливо в умовах інтенсивного антропогенного навантаження [7, с. 177].

Незважаючи на значну кількість досліджень, питання комплексної оцінки впливу домінування інвазійної флори на видову різноманітність рослинних угруповань Українського Лісостепу залишається недостатньо висвітленим. Більшість наукових праць мають регіональний або фрагментарний характер, що зумовлює необхідність подальших узагальнюючих досліджень у цьому напрямі.

Методика досліджень. Методика дослідження впливу домінування інвазійної флори на видову різноманітність рослинних угруповань Українського Лісостепу базується на поєднанні польових, камеральних та аналітичних методів.

Польові дослідження проводилися у межах типових ландшафтів Лісостепової зони України, зокрема в умовах агроландшафтів, узлісь, перелогів, балкових систем та інших трансформованих і напівприродних біотопів. Для вивчення рослинного покриву використовувався маршрутно-описовий метод із закладанням пробних площ (геоботанічних ділянок) стандартного розміру. На кожній ділянці здійснювався повний флористичний опис із визначенням видового складу, проективного покриття видів, їх ценотичної ролі та виділенням домінантів і субдомінантів.

Ідентифікація рослин здійснювалася за визначниками флори України, із поділом видів на аборигенні та інвазійні відповідно до сучасних класифікацій адвентивної флори. Особлива увага приділялася видам-трансформерам, які здатні істотно змінювати структуру фітоценозів.

Для оцінки видового різноманіття використовувалися загальноприйняті біодікаційні та статистичні показники, зокрема індекс Шеннона, індекс Симпсона, показники видового багатства та вирівняності. Порівняльний аналіз проводився між угрупованнями з різним ступенем домінування інвазійних видів.

Кількісна оцінка впливу інвазійної флори здійснювалася шляхом визначення частки інвазійних видів у загальному видовому складі, їх проективного покриття та ступеня участі у формуванні структури угруповань. Також аналізувалися зміни у видовому складі та структурі фітоценозів уздовж градієнта антропогенного навантаження [9, с. 211].

Камеральна обробка матеріалів включала систематизацію отриманих даних, побудову таблиць, графіків і діаграм, а також використання методів математичної статистики для виявлення закономірностей та достовірності отриманих результатів.

З метою узагальнення результатів застосовувалися методи порівняльного, системного та ландшафтно-екологічного аналізу, що дозволило комплексно оцінити вплив домінування інвазійної флори на видову різноманітність рослинних угруповань Українського Лісостепу.

Результати досліджень. У ході проведених досліджень встановлено, що рослинні угруповання Українського Лісостепу зазнають істотної трансформації під впливом домінування інвазійної флори. Аналіз флористичного складу показав, що

частка інвазійних видів у досліджуваних фітоценозах варіює залежно від типу біотопу та рівня антропогенного навантаження і може досягати 20–45% від загальної кількості видів у порушених екосистемах [10, с. 145].

Найбільша концентрація інвазійних видів виявлена в агроландшафтах, на узбіччях доріг, перелогах та урбанізованих територіях. У цих умовах інвазійні види, такі як *Ambrosia artemisiifolia*, *Solidago canadensis*, *Acer negundo*, формують щільні монодомінантні угруповання, витісняючи аборигенні види та значно знижуючи флористичне різноманіття.

Порівняльний аналіз показників біорізноманіття засвідчив чітку тенденцію до їх зниження зі зростанням рівня інвазії. Зокрема, значення індексу Шеннона в угрупованнях із високим ступенем домінування інвазійних видів зменшується в середньому на 25–40% порівняно з умовно природними ділянками. Аналогічно спостерігається зниження індексу вирівняності, що свідчить про домінування обмеженої кількості видів [11, с. 212].

Встановлено, що інвазійні види виступають як едифікатори, змінюючи мікрокліматичні умови, світловий режим, водний баланс і хімічні властивості ґрунту. Це, у свою чергу, ускладнює відновлення аборигенної рослинності та сприяє подальшому закріпленню інвазійних видів у фітоценозах.

Дослідження також показали, що ступінь трансформації рослинних угруповань прямо залежить від інтенсивності антропогенного навантаження. У слабо порушених біотопах інвазійні види мають фрагментарне поширення і не визначають структуру угруповань, тоді як у сильно трансформованих екосистемах вони стають домінантами та формують нові, спрощені за структурою ценози [12, с. 57].

Частка інвазійних видів залежно від антропогенного навантаження

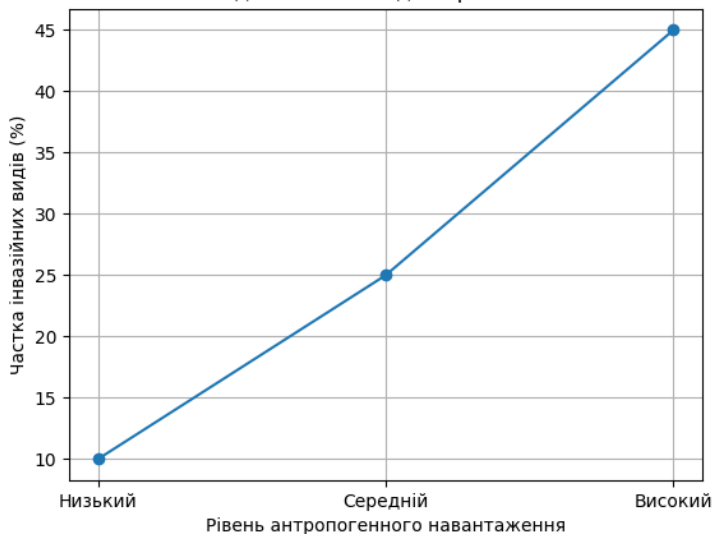


Рис. 1. Частка інвазійних видів залежно від антропогенного навантаження

Відображає чітку залежність між рівнем антропогенного навантаження та часткою інвазійних видів у рослинних угрупованнях. За низького рівня антропогенного

впливу частка інвазійних видів є мінімальною (близько 10%), що свідчить про відносну стабільність природних екосистем і домінування аборигенної флори. Із підвищенням рівня антропогенного навантаження до середнього показник зростає до приблизно 25%, що вказує на активізацію процесів проникнення та закріплення інвазійних видів у трансформованих біотопах. За високого рівня навантаження частка інвазійних видів досягає 40–45%, що свідчить про їх домінування та значну трансформацію фітоценозів. Таким чином, графік демонструє пряму залежність між інтенсивністю господарської діяльності та рівнем інвазії рослинного покриву.

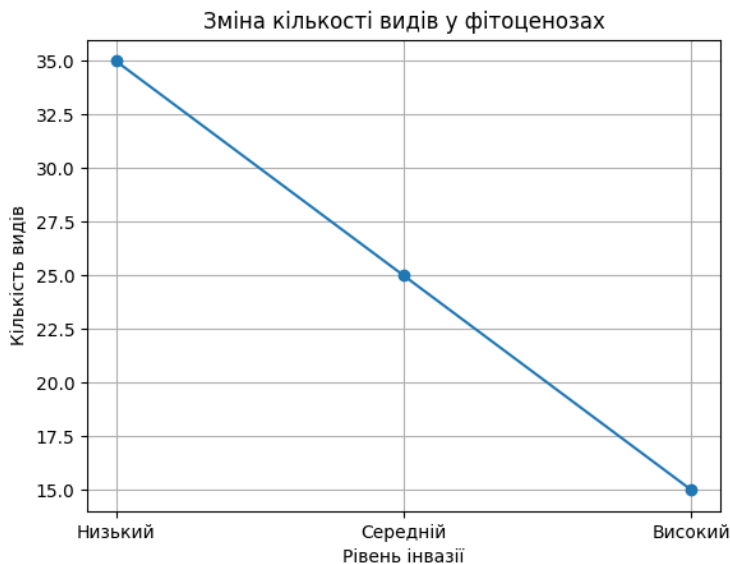


Рис. 2. Зміна кількості видів у фітоценозах

Графік ілюструє зменшення загальної кількості видів у рослинних угрупованнях залежно від ступеня інвазії. За низького рівня інвазії у фітоценозах спостерігається найбільше видове багатство (близько 30–35 видів), що характерно для відносно стабільних і малопорушених екосистем. Із підвищенням рівня інвазії до середнього кількість видів зменшується до 20–25, що свідчить про поступове витіснення аборигенних видів інвазійними. За високого рівня інвазії кількість видів скорочується до 10–15, що вказує на формування спрощених, часто монодомінантних угруповань. Отже, графік підтверджує негативний вплив інвазійної флори на видову різноманітність та структурну складність рослинних угруповань.

Висновки та перспективи подальших досліджень. У результаті проведеного дослідження встановлено, що домінування інвазійної флори є одним із ключових чинників трансформації рослинних угруповань Українського Лісостепу. Поширення інвазійних видів супроводжується суттєвим зниженням видового різноманіття, спрощенням ценотичної структури та витісненням аборигенних видів. Особливо інтенсивно ці процеси проявляються в умовах високого антропогенного навантаження, де інвазійні види формують монодомінантні угруповання.

Виявлено пряму залежність між рівнем інвазії та зменшенням показників біорізноманіття, зокрема індексу Шеннона, видового багатства та вирівняності.

Інвазійні види виступають як трансформери екосистем, змінюючи екологічні умови середовища та порушуючи природні механізми саморегуляції фітоценозів. Це призводить до деградації рослинного покриву та зниження екологічної стійкості ландшафтів.

Отримані результати підтверджують необхідність системного моніторингу інвазійної флори та розробки ефективних заходів її контролю, особливо в агроландшафтах і порушених екосистемах Лісостепу України. Практичне значення дослідження полягає у можливості використання отриманих даних для оптимізації природоохоронних заходів і відновлення біорізноманіття.

Перспективи подальших досліджень полягають у поглибленому вивченні механізмів взаємодії інвазійних і аборигенних видів, оцінці впливу кліматичних змін на динаміку інвазій, а також розробці моделей прогнозування поширення інвазійної флори. Важливим напрямом є створення інтегрованих систем моніторингу з використанням геоінформаційних технологій та дистанційного зондування Землі.

Крім того, доцільним є розроблення науково обґрунтованих стратегій управління інвазійними видами, включаючи біологічні, агротехнічні та екологічні методи їх контролю, що сприятиме збереженню та відновленню природного різноманіття рослинних угруповань Українського Лісостепу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бурда Р. І. Адвентивна флора України: формування, структура та трансформація: монографія. – Київ: Наукова думка, 2011. – 304 с.
2. Василенко О. В., Парахненко В. Г., Мандебур С. В. Landscape and ecological bases for ensuring ecological safety of territories under conditions of natural ecosystem transformation. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. Кременчук: КрНУ, 2026. Випуск 1 (153). с. 106-111.
3. Дідух Я. П. Основи біоіндикації: навчальний посібник. – Київ: Наукова думка, 2012. – 344 с.
4. Кучерявий В. П. Урбоекологія: підручник. – Львів: Світ, 2001. – 440 с.
5. Мельник В. І. Біорізноманіття рослинного світу України: стан і перспективи збереження. – Київ: Академперіодика, 2015. – 280 с.
6. Протопопова В. В., Шевера М. В. Інвазійні види рослин у флорі України: сучасний стан і проблеми дослідження. – Київ: Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України, 2019. – 256 с.
7. Соломаха В. А. Синтаксономія рослинності України. – Київ: Фітосоціоцентр, 2008. – 296 с.
8. Ткаченко В. С. Екологія рослинних угруповань України. – Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2017. – 320 с.
9. Шевера М. В., Протопопова В. В., Мосякін С. Л. Адвентивна та інвазійна флора України: теоретичні й прикладні аспекти. – Київ, 2014. – 280 с.
10. Якубенко Б. Є. Фітоінвазії в природних і антропогенних екосистемах України. – Київ: НПУ імені М. П. Драгоманова, 2020. – 240 с.

Дата першого надходження статті до видання: 30.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026

УДК 628.4:349.6(477)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.2.37>

АНАЛІЗ МІЖНАРОДНИХ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ У СФЕРІ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇХНЬОГО ЗАСТОСУВАННЯ В УКРАЇНІ

Парубок В.О. – аспірант кафедри екології,

Уманський національний університет

orcid.org/0009-0007-5350-3823

Гурський І.М. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри екології,

Уманський національний університет

orcid.org/0000-0002-3822-3889

Міжнародні документи, такі як директиви Європейського Союзу, конвенції ООН та стандарти ISO, формують основу для гармонізації практик управління відходами, визнають вимоги до проектування полігонів, контролю за утворенням фільтрату та газів, а також забезпечують прозорість управління та участь громадськості.

У статті здійснено аналіз ключових міжнародних директив, актів та стандартів, зокрема Директиви Ради 1999/31/ЄС «Про захоронення відходів», Директиви 2008/98/ЄС «Про відходи», Директиви 2010/75/ЄС «Про промислові викиди», Базельської та Орхуської конвенцій, а також стандартів ISO 14001, ISO 9001, ISO 45001 та Цілей сталого розвитку ООН. Виявлено, що ці документи охоплюють технічні, екологічні, соціальні та управлінські аспекти, забезпечуючи комплексний підхід до вирішення проблеми поводження з відходами. Особливе значення мають директиви ЄС, які встановлюють ієрархію поводження з відходами та інтегрують принципи циркулярної економіки, тоді як міжнародні конвенції підкреслюють важливість контролю транскордонних перевезень небезпечних відходів та доступу громадськості до екологічної інформації.

Результати дослідження свідчать, що міжнародні стандарти не лише регламентують технічні процеси, але й створюють основу для переходу від традиційних полігонів до сучасних систем управління відходами, орієнтованих на відновлення ресурсів та енергії. Для України та інших країн, що перебувають на етапі реформування системи управління відходами, вивчення міжнародного досвіду та впровадження міжнародних стандартів є критично важливим. Це дозволить зменшити екологічні ризики, забезпечити інтеграцію у глобальні стратегії сталого розвитку, підвищити прозорість управління та залучити інвестиції у сферу поводження з відходами.

Таким чином, стаття підкреслює необхідність гармонізації національної політики з міжнародними директивами та стандартами, а також окреслює перспективи подальших досліджень, спрямованих на розробку інтегрованих моделей управління полігонами твердих побутових відходів, адаптацію міжнародних практик до українських реалій та впровадження цифрових технологій для моніторингу й контролю.

Ключові слова: управління полігонами твердих побутових відходів, міжнародні директиви та стандарти, Базельська та Орхуська конвенції, директиви Європейського Союзу.

Parubok V.O., Hurskyi I.M. Analysis of International Regulatory Documents in the Field of Waste Management and Prospects for Their Application in Ukraine

International documents such as European Union directives, UN conventions, and ISO standards form the basis for harmonizing waste management practices, setting requirements for landfill design, monitoring leachate and gas emissions, and ensuring transparency and public participation.



© Парубок В.О., Гурський І.М., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

The article analyzes key international directives, acts, and standards, including Council Directive 1999/31/EC on the landfill of waste, Directive 2008/98/EC on waste, Directive 2010/75/EC on industrial emissions, the Basel and Aarhus Conventions, as well as ISO 14001, ISO 9001, ISO 45001 standards and the UN Sustainable Development Goals. It was found that these documents cover technical, environmental, social, and managerial aspects, providing a comprehensive approach to solving waste management problems. EU directives are of particular importance as they establish the waste management hierarchy and integrate circular economy principles, while international conventions emphasize the importance of controlling transboundary movements of hazardous waste and ensuring public access to environmental information.

The results of the study indicate that international standards not only regulate technical processes but also create the foundation for transitioning from traditional landfills to modern waste management systems focused on resource and energy recovery. For Ukraine and other countries undergoing waste management reform, studying international experience and implementing international standards is critically important. This will reduce environmental risks, ensure integration into global sustainable development strategies, increase transparency in management, and attract investment in the waste management sector.

Thus, the article highlights the need to harmonize national policy with international directives and standards, as well as outlines prospects for further research aimed at developing integrated models of municipal solid waste landfill management, adapting international practices to Ukrainian realities, and implementing digital technologies for monitoring and control.

Key words: municipal solid waste landfill management, international directives and standards, Basel and Aarhus Conventions, European Union directives.

Постановка проблеми. Управління твердими побутовими відходами є одним із найгостріших екологічних та управлінських викликів XXI століття. Швидка урбанізація, зростання чисельності населення, зміна моделей споживання та розширення середнього класу призвели до постійного збільшення обсягів утворення відходів у світі [1]. За сучасними глобальними оцінками, виробництво твердих побутових відходів продовжуватиме суттєво зростати в найближчі десятиліття, особливо у країнах із низьким та середнім рівнем доходів, де розвиток інфраструктури часто відстає від темпів утворення відходів [2].

Останні міжнародні дослідження підтверджують ці тенденції. Згідно з даними Міжурядової групи експертів з питань зміни клімату (ІРСС), сектор поводження з відходами є значним джерелом антропогенних викидів парникових газів, зокрема метану, що утворюється на полігонах [3]. Світовий банк прогнозує, що до 2050 року глобальне утворення відходів досягне приблизно 3,4 млрд. тонн [4], причому найшвидше зростання очікується саме у країнах із низьким та середнім рівнем доходів, де інфраструктура управління відходами залишається недостатньо розвиненою.

Такі масштабні оцінки підкреслюють не лише екологічну нагальність проблеми, але й структурні диспропорції у системах управління відходами. Це свідчить про необхідність впровадження інтегрованих, контекстно чутливих та низьковуглецевих рішень, що відповідають принципам циркулярної економіки та спрямовані на зменшення негативного впливу на довкілля.

Практики поводження з твердими побутовими відходами залишаються надзвичайно різноманітними у різних регіонах світу. У країнах із високим рівнем доходів переважають сучасні санітарні полігони, розвинені системи переробки та технології «відходи в енергію» [5]. Натомість у багатьох країнах, що розвиваються, досі поширене відкрите складування або напівконтрольовані полігони. Такі практики супроводжуються значними екологічними ризиками: утворенням метану, забрудненням ґрунтових вод через інфільтрацію фільтрату, накопиченням важких металів у ґрунтах та неконтрольованими викидами забруднювальних речовин у повітря внаслідок відкритого спалювання [6].

Отже, полігони залишаються домінуючим способом утилізації відходів у світі та суттєво сприяють антропогенним викидам метану. Метан, що утворюється при захороненні відходів, є потужним парниковим газом, який має значно вищий потенціал глобального потепління порівняно з вуглекислим газом у короткостроковій перспективі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Порівняльна екологічна ефективність технологій поводження з твердими побутовими відходами значною мірою визначається межами системного аналізу, рівнем технологічної зрілості, енергетичним контекстом та інституційною спроможністю. Попри значний обсяг наукових публікацій, що застосовують аналіз життєвого циклу (LCA) [7–10], ексергетичний аналіз чи сценарне моделювання [11, 12], сучасні дослідження залишаються фрагментованими. Багато з них концентруються переважно на викидах парникових газів [13], не враховуючи комплексно енергетичну ефективність, відновлення матеріалів, інфраструктурні обмеження та управлінські чинники.

Водночас окремі роботи підкреслюють важливість ESG-орієнтованого управління, яке безпосередньо впливає на формування викидів та екологічну результативність систем [14]. Проте технологічні показники часто аналізуються ізольовано від соціально-економічних та інституційних умов, хоча саме регуляторний контроль, фінансова спроможність та прозорість даних визначають реальні результати. У цьому контексті розвиток цифрового регуляторного управління (RegTech) пропонує нові можливості для моніторингу, забезпечення дотримання норм та підвищення прозорості, що може бути безпосередньо застосовано до систем управління твердими побутовими відходами [15].

Отже, сучасна наукова дискусія демонструє, що для формування цілісних моделей оцінки ефективності систем управління твердими побутовими відходами необхідно не лише враховувати локальні умови, але й активно вивчати міжнародний досвід та впроваджувати міжнародні стандарти. Саме вони забезпечують узгодженість методологій, сприяють гармонізації практик та створюють основу для сталого розвитку у глобальному вимірі.

Постановка завдання. Метою статті є здійснення огляду та аналізу міжнародних директив, стандартів і сертифікаційних систем у сфері управління полігонами твердих побутових відходів, а також виявлення можливостей їхнього застосування для вдосконалення національної політики та практики.

Виклад основного матеріалу дослідження. Управління полігонами твердих побутових відходів є однією з ключових проблем сучасної екологічної політики, яка потребує системного підходу та міжнародної координації. Зростання обсягів відходів у світі, особливо в країнах із низьким та середнім рівнем доходу, актуалізує питання впровадження єдиних стандартів та директив, що регулюють безпечне захоронення та утилізацію.

Міжнародні документи, такі як директиви Європейського Союзу, конвенції ООН та стандарти ISO, формують основу для гармонізації практик управління відходами. Вони визначають вимоги до проектування полігонів, контролю за утворенням фільтрату та газів, а також забезпечують прозорість управління та участь громадськості (табл. 1).

Особливе значення мають директиви ЄС, які встановлюють ієрархію поводження з відходами та інтегрують принципи циркулярної економіки. Водночас міжнародні угоди, такі як Базельська та Орхуська конвенції, підкреслюють важливість контролю транскордонних перевезень небезпечних відходів та доступу громадськості до екологічної інформації.

Таблиця 1

**Міжнародні директиви, акти та стандарти у сфері управління
полігонами твердих побутових відходів**

Документ / стандарт	Рік ухвалення	Основні положення	Значення для полігонів твердих побутових відходів
Директива Ради 1999/31/ЄС «Про захоронення відходів»	1999	Класифікація полігонів (небезпечні, інертні, побутові), вимоги до проектування, експлуатації, моніторингу та закриття	Гармонізація практик у країнах ЄС, зменшення екологічних ризиків
Директива 2008/98/ЄС «Про відходи» (Waste Framework Directive)	2008	Встановлює ієрархію поводження з відходами: запобігання, повторне використання, переробка, інші види утилізації, захоронення	Формування політики управління відходами на основі принципів циркулярної економіки
Директива 2010/75/ЄС «Про промислові викиди» (Industrial Emissions Directive)	2010	Визначає вимоги до контролю викидів від полігонів та установок з утилізації відходів	Зменшення забруднення повітря та ґрунтових вод
Базельська конвенція про контроль транскордонного перевезення небезпечних відходів	1989	Регулює переміщення небезпечних відходів між країнами, встановлює вимоги до їх утилізації	Запобігання нелегальному переміщенню та захороненню небезпечних відходів
Орхуська конвенція про доступ до інформації, участь громадськості та доступ до правосуддя у питаннях довкілля	1998	Забезпечує право громадськості на доступ до екологічної інформації та участь у прийнятті рішень	Підвищення прозорості управління полігонами
ISO 14001 (Системи екологічного менеджменту)	1996 (оновлення 2015)	Встановлює вимоги до систем управління довкіллям, моніторингу та зменшення негативного впливу	Підвищення екологічної відповідальності операторів полігонів
ISO 9001 (Системи управління якістю)	1987 (оновлення 2015)	Стандарти управління якістю процесів	Забезпечення прозорості та ефективності управління полігонами
ISO 45001 (Охорона праці та безпека)	2018	Вимоги до систем управління охороною праці	Захист працівників полігонів від небезпечних умов
Рамкова програма ООН з питань сталого розвитку (SDGs, Цілі сталого розвитку)	2015	Ціль 12: відповідальне споживання та виробництво, Ціль 13: боротьба зі зміною клімату	Інтеграція управління відходами у глобальні стратегії сталого розвитку

Проведений аналіз показав, що міжнародна нормативна база у сфері управління полігонами твердих побутових відходів є комплексною та багаторівневою. Вона охоплює технічні, екологічні, соціальні та управлінські аспекти, що забезпечує системний підхід до вирішення проблеми.

Директиви ЄС та стандарти ISO формують чіткі вимоги до проектування, експлуатації та моніторингу полігонів, спрямовані на мінімізацію негативного впливу

на довкілля. Конвенції ООН забезпечують контроль транскордонних перевезень небезпечних відходів та участь громадськості у процесах прийняття рішень.

Важливим є те, що міжнародні стандарти не лише регламентують технічні процеси, але й інтегрують принципи циркулярної економіки, сталого розвитку та екологічної відповідальності. Це створює основу для переходу від традиційних полігонів до сучасних систем управління відходами, орієнтованих на відновлення ресурсів та енергії

Отже, для України та інших країн, що перебувають на етапі реформування системи управління відходами, вивчення міжнародного досвіду та впровадження міжнародних стандартів є критично важливим. Це дозволить не лише зменшити екологічні ризики, але й забезпечити інтеграцію у глобальні стратегії сталого розвитку.

Аналіз міжнародних директив, стандартів та сертифікаційних систем показує, що вони формують багаторівневу нормативну основу для управління полігонами твердих побутових відходів. Кожен документ має власну специфіку – від технічних вимог до проектування та експлуатації полігонів до стратегічних положень щодо прозорості управління, участі громадськості та інтеграції принципів циркулярної економіки.

Для України, яка перебуває на етапі реформування системи управління відходами, важливо не лише ознайомитися з цими документами, але й зрозуміти можливості їхнього практичного застосування. Схема (рис. 1) наочно демонструє, як міжнародні директиви та стандарти можуть бути адаптовані до національної політики, забезпечуючи комплексний підхід до вирішення проблеми.

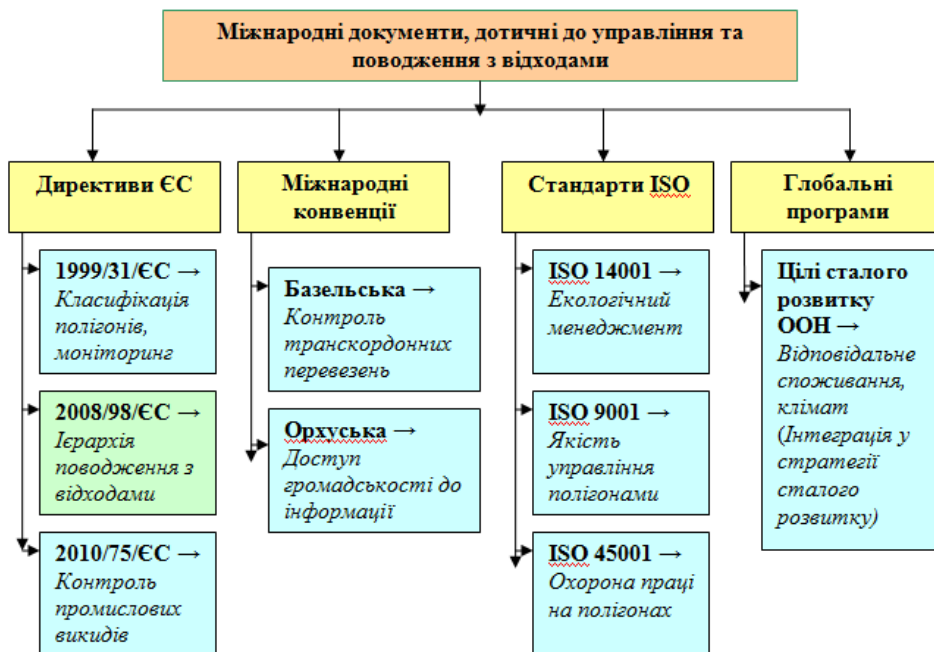


Рис. 1. Концептуальна схема зв'язку міжнародних документів із застосуванням їх в Україні

Перш за все, міжнародні директиви та стандарти створюють основу для гармонізації українського законодавства з європейськими нормами. Їхнє впровадження дозволить підвищити екологічну безпеку полігонів, зменшити негативний вплив на довкілля та забезпечити відповідність глобальним цілям сталого розвитку. По-друге, адаптація міжнародних практик сприятиме розвитку інфраструктури для переробки та утилізації відходів, що особливо актуально для великих урбанізованих регіонів. Це відкриває можливості для впровадження сучасних технологій збору біогазу, компостування та виробництва енергії з відходів.

Нарешті, інтеграція міжнародних стандартів у національну політику дозволить Україні не лише вирішувати внутрішні екологічні проблеми, але й стати активним учасником глобальних екологічних ініціатив. Це забезпечить підвищення довіри суспільства, залучення інвестицій та формування сучасної системи управління відходами, орієнтованої на принципи циркулярної економіки.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Проведений аналіз міжнародних директив, стандартів та сертифікаційних систем у сфері управління полігонами твердих побутових відходів засвідчив, що вони формують комплексну нормативну основу, яка охоплює технічні, екологічні, соціальні та управлінські аспекти. Це забезпечує системний підхід до вирішення проблеми поводження з відходами та створює умови для гармонізації національних практик із міжнародними.

Директиви ЄС, стандарти ISO та міжнародні конвенції визначають чіткі вимоги до проектування, експлуатації та моніторингу полігонів, спрямовані на мінімізацію негативного впливу на довкілля. Вони також інтегрують принципи циркулярної економіки та сталого розвитку, що дозволяє перейти від традиційних полігонів до сучасних систем управління відходами, орієнтованих на відновлення ресурсів та енергії.

Для України впровадження міжнародних стандартів є критично важливим, адже це дозволить зменшити екологічні ризики, підвищити прозорість управління та забезпечити відповідність глобальним екологічним цілям. Гармонізація законодавства з європейськими нормами сприятиме залученню інвестицій та розвитку сучасної інфраструктури у сфері поводження з відходами.

Подальші дослідження мають бути спрямовані на розробку інтегрованих моделей управління полігонами ТПВ, які враховують не лише технічні та екологічні аспекти, але й соціально-економічні та інституційні умови. Це дозволить створити більш реалістичні та ефективні стратегії управління.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Chen D.M.C., Bodirsky B., Krueger T., Mishra A., Popp A. The world's growing municipal solid waste: Trends and impacts. *Environ. Res. Lett.*, 2020. 15. 074021.
2. Zhang Z., Chen Z., Zhang J., Liu Y., Chen L., Yang M., Osman A., Farghali M., Liu E., Hassan D. Municipal solid waste management challenges in developing regions: A comprehensive review and future perspectives for Asia and Africa. *Sci. Total Environ.*, 2024. 930. 172794.
3. IPCC. Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change; Cambridge University Press: Cambridge, UK; New York, NY, USA, 2022.
4. Kaza S., Yao L., Bhada-Tata P., Van Woerden F. What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050; Urban Development Series; World Bank: Washington. DC, USA, 2018.

5. Wang Y., Fang M., Lou Z., He H., Guo Y., Pi X., Wang Y., Yin K., Fei X. Methane emissions from landfills differentially underestimated worldwide. *Nat. Sustain.*, 2024. 7. P. 496–507.
6. Awino F.B., Aritz S. Solid waste management in the context of the waste hierarchy and circular economy frameworks: An international critical review. *Integr. Environ. Assess. Manag.*, 2023. 20. P. 9–35.
7. Кривенко С.В. Модернізація системи управління відходами у контексті циркулярної економіки. *Економіка та суспільство*, 2024. № 68.
8. Фролов С.М., Білопільська О.О. Перспективи використання методу оцінки життєвого циклу в системі управління відходами в Україні. *Ефективна економіка*, 2013. № 2.
9. Андрусів У., Черчата А., Уфімцева О. Еколого-економічна складова управління відходами на засадах циркулярної економіки. *Економічний простір*, 2023. № 188. С. 163–169. <https://doi.org/10.32782/2224-6282/188-27>
10. Attia Y., Soori P. K., Ghaith F. Analysis of Households' E-Waste Awareness, Disposal Behavior, and Estimation of Potential Waste Mobile Phones towards an Effective E-Waste Management System in Dubai. *Toxics*, 2021. № 9(10). 236. <https://doi.org/10.3390/toxics9100236>
11. Погребенник В.Д., Коваль І.І., Джумеля Е.А. Тенденції розвитку методів і систем управління відходами. *Науковий вісник НЛТУ України*, 2019. 29(1). С. 78–82. <https://doi.org/10.15421/40290117>
12. Коцюба І.Г., Подчашинський Ю.О., Лико С.М., Лук'янова С.М. Математичне моделювання та прогнозування обсягів накопичення твердих комунальних відходів міста. *Вісник Національного транспортного університету*, 2017. Вип. № 2/2017. С. 34–41.
13. Мальований М.С., Голодовська О.Я., Пастернак М.І. Тверді побутові відходи м. Львова та їх вплив на довкілля. *Хімія, технологія речовин та їх застосування: [збірник наукових праць]*, 2011. № 700. С. 250–252.
14. Malinauskaite J., Jouhara H., Czajczyńskab D., Stanchev P., Katsou E., Rostkowski P. Municipal solid waste management and waste-to-energy in the context of a circular economy and energy recycling in Europe. *Energy*, 141. 2017. P. 2013–2044. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.11.128> /
15. Bagherifam N., Naghdi S., Ahmadian V., Fazlzadeh A., Shishehgarhaneh M.B. Digital Regulatory Governance: The Role of RegTech and SupTech in Transforming Financial Oversight and Administrative Capacity. *Int. J. Financ. Stud.*, 2025. 13. P. 217.

Дата першого надходження статті до видання: 30.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026

УДК 502.131.1:502.72(477.82-25)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.2.38>

ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ МІСТ: МЕТОДИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ

Самчук В.М. – аспірант кафедри екології, технологій захисту навколишнього середовища та лісового господарства,
Національний університет водного господарства та природокористування
orcid.org/0009-0000-6227-6203

Обґрунтовано методичну та практичну важливість здійснення оцінювання стану зелених насаджень на території міських систем. В основному таке оцінювання нині має епізодичний характер і вузьке практичне спрямування, не завжди відображає реальний стан насаджень загалом. Основними для оцінювання є багаторічні деревні та деревно-чагарникові насадження. Оцінювання стану зелених насаджень безпосередньо пов'язана з процедурою їхньої інвентаризації, метою якої є одержання достовірних даних щодо кількісних і якісних характеристик.

Видовий склад є одним із найінформативніших показників, який дозволяє оцінювати біологічну різноманітність представлених у зелених зонах форм на рівні видів і надвидових таксонів. Стан насаджень можна оцінювати за станом окремих дерев, який співставляють із їхнім віком. Пропонується визначати індекс санітарного стану насаджень (I_s). Площа зелених насаджень має бути достатньою для спроможності виконувати відповідні екологічні та санітарно-гігієнічні функції та забезпечувати високу якість середовища проживання міського населення. Дефіцит вільних площ для закладання нових насаджень частково можна вирішувати шляхом вертикального озеленення або ж шляхом створення насаджень на дахах будинків. Важливо звертати увагу також на просторове розміщення, густоту та цільність насаджень. Для характеристики пропонується визначати нормалізований відносний індекс рослинності (NDVI). Загалом рівномірний розподіл озелених площ буде сприяти кращому виконанню екологічних функцій. Потрібно також у планувальній концепції міста передбачити відносно великі за площею осередки багаторічної рослинності. У процесі оцінювання стану насаджень, варто його тісно співставляти зі сприятливістю екологічних, особливо абіотичних умов, для конкретних видів дерев і кущів.

Ключові слова: зелені насадження; міські системи; оцінювання стану; інвентаризація; видовий склад; стан і вік дерева; просторовий розподіл насаджень, сприятливість екологічних умов.

Samchuk V.M. Assessment of the state of green plantings in urban areas: methodological and practical aspects

The methodological and practical importance of assessing the state of green spaces in urban systems is substantiated. Basically, such an assessment is currently episodic in nature and has a narrow practical focus, and does not always reflect the real state of the spaces in general. The main ones for assessment are perennial tree and tree-shrub plantings. Assessment of the state of green spaces is directly related to the procedure of their inventory, the purpose of which is to obtain reliable data on quantitative and qualitative characteristics.

Species composition is one of the most informative indicators, which allows assessing the biological diversity of forms represented in green zones at the level of species and supraspecific taxa. The condition of stands can be assessed by the condition of individual trees, which is compared with their age. It is proposed to determine the index of sanitary condition of stands (I_s). The area of green spaces should be sufficient to perform the relevant ecological and sanitary-hygienic functions and ensure a high quality of living environment for the urban population.



© Самчук В.М., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

The shortage of free space for new plantings can be partially solved by vertical gardening or by creating plantings on the roofs of buildings. It is also important to pay attention to the spatial arrangement, density and density of plantings. For the characterization, it is proposed to determine the normalized relative vegetation index (NDVI). In general, a uniform distribution of green areas will contribute to a better performance of ecological functions. It is also necessary to provide for relatively large areas of perennial vegetation in the planning concept of the city. In the process of assessing the state of plantings, it is worth closely comparing it with the favorableness of ecological, especially abiotic conditions, for specific types of trees and shrubs.

Key words: *green spaces; urban systems; condition assessment; inventory; species composition; condition and age of the tree; spatial distribution of stands, favorable environmental conditions.*

Постановка проблеми. У структурі сучасних урбоєкосистем зелені насадження є невід’ємним компонентом, який виконує чимало важливих функцій і вирішальною мірою впливає на якість міського середовища. Зелену зону в містах, як в екологічному й санітарно-гігієнічному, так і в естетичному відношеннях, неможливо повноцінно замінити іншими інженерно-технічними складниками. Навіть у закритих просторах озелененню за участю кімнатних рослин відводиться далеко не остання роль. У зв’язку з кліматичними змінами останніх десятиріч роль зелених насаджень буде лише зростати.

У цьому зв’язку актуальною методичною та практичною проблемою постає питання всебічного та найбільш об’єктивного оцінювання стану зелених насаджень і їхньої спроможності забезпечувати виконання покладених на них функцій в системі – міська інфраструктура-людина.

Проведення оцінювання стану насаджень має значне розповсюдження передусім через його практичну значущість. Міські служби в своїй повсякденній діяльності змушені час від часу проводити таке оцінювання. Тим не менше таке оцінювання стану насаджень має епізодичний характер, як правило має вузьке практичне спрямування та не завжди відображає їхній реальний стан загалом.

Вирішення цієї проблеми дозволило б розробити уніфіковані підходи щодо оцінювання стану зелених насаджень, здійснювати його порівняння для різних ділянок у межах однієї великої урбоєкосистеми або для різних міст. Водночас у практичному відношенні це дало б змогу на науковій основі розробляти відповідні заходи для покращення або суттєвої реконструкції вже існуючих, чи для закладання нових зелених зон.

Мета і завдання дослідження. Мета даної роботи – проаналізувати використовувані на даний час практичні та теоретичні підходи до оцінювання стану зелених насаджень міст. На основі теоретичних розробок вітчизняних та закордонних науковців, результатів практичної реалізації їхнього досвіду поставлено завдання обрання та обґрунтування відповідних методик і показників.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У контексті зазначеної вище проблеми передусім важливо з’ясувати сучасні підходи до понять “зелені насадження” та “комплексна зелена зона міста”.

“Правила утримання зелених насаджень у населених пунктах України” (Наказ Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України від 10 квітня 2006 року N 105) подають наступне визначення зелених насаджень: “Зелені насадження – деревна, чагарникова, квіткова та трав’яна рослинність природного і штучного походження на визначеній території населеного пункту” [1].

Водночас необхідно зазначити, що зелені насадження в переважній більшості випадків включаються як обов’язковий елемент зеленої зони міста, без якого

ця зона не має змісту. Так, у 1997 р. L.S. Bourne дав широке тлумачення зеленої зони міста (a green space, an urban green zone), яку він розглядає як територію із зеленими насадженнями та незабудованими відкритими просторами (an open space) в межах міста або приміської зони, що має (реальне або потенційне) екологічне, економічно-господарське, рекреаційне та естетичне значення [2]. Подібне за суттю розуміння зеленої зони наводить В.П. Кучерявий [3], однак він вводить поняття “комплексної зеленої зони міста” та включає до її складу водні простори. М. Елбакідзе зі співавторами [4] тісніше прив’язують комплексну зелену зону до власне міської системи, розглядаючи її як систему природних та природноантропогенних елементів урболандшафтів, що виступає своєрідним екологічним каркасом планувальної структури міста.

В юридичному аспекті комплексна зелена зона міста визначена як сукупність міських і приміських насаджень, межі якої наносяться на картографічні матеріали [1]. Частина науковців розглядає зелені зони як території поза межами міста, що зайняті лісами та лісопарками й виконують захисну та санітарно-гігієнічну функції, слугують місцем відпочинку населення. Такі зони називають позаміськими системами зелених насаджень [5]. І. Кузик узагальнив поняття комплексної зеленої зони міста й трактує його в широкому розумінні: “це єдина система озелених, обводнених, вкритих рослинним покривом територій міста і приміської зони, яка формує систему взаємопов’язаних елементів ландшафту міста (містечка, групи міських населених місць) та прилеглого району, що забезпечує комплексне вирішення питань озеленення й обводнення території, охорони природи й рекреації, спрямована на забезпечення здорового середовища життєдіяльності і відпочинку громадян” [6]. Однак у цьому випадку передусім варто враховувати вплив на зелену зону загалом і на зелені насадження зокрема власне урбанізованого середовища. На приміську зелену зону цей вплив буде іншим, і значною мірою вплив як усередині міста, так і поза його межами буде визначатись площею власне міської території, чисельністю населення, рівнем розвитку інфраструктури та виробничих потужностей.

Із точки зору оцінювання стану зелених насаджень і їхньої функціональної спроможності, то параметри та критерії оцінювання для територій власне урбо-системи й приміської території об’єктивно не можуть бути ідентичними. В межах міста зелені насадження мають виконувати дещо інші функції, ніж вони виконують у приміській зоні. Тому підходи до їхнього оцінювання також будуть відрізнятись. Виникають також і юридичні проблеми. По-перше, на сьогодні не існує єдиного загальноприйнятого визначення дефініції «приміська зона» [7]. В територіальному відношенні приміська зона не має чітких меж. У багатьох випадках територія власне міста та приміська територія відносяться до різних громад. Відповідно міська влада не може безпосередньо впливати на формування зелених насаджень у цій зоні.

Тому обґрунтовуючи показники для оцінювання стану зелених насаджень, першочергово необхідно брати до уваги територію міста в його офіційно визначених межах (у межах міської територіальної громади). З усієї системи зелених насаджень основними є багаторічні деревні та деревно-чагарникові насадження, оскільки ділянки, що зайняті під трав’янистими угрупованнями є доволі динамічним, найчастіше в їхній структурі переважають однорічні або малорічні форми, а сама площа їх доволі суттєво може змінюватись із року в рік. З огляду на такий підхід використовують поняття “стан дендрофлори”.

Варто також зазначити, що оцінювання стану зелених насаджень безпосередньо пов’язане з процедурою їхньої інвентаризації [4]. Водночас інвентаризація

зелених насаджень у містах і інших населених пунктах передбачена відповідною Інструкцією [8]. Згідно з Інструкцією, метою проведення інвентаризації є одержання достовірних даних щодо кількісних і якісних характеристик зелених насаджень на території населеного пункту, сприяння створенню й формуванню високодекоративних і екологічно ефективних та стійких до несприятливих умов навколишнього природного середовища насаджень. Під час інвентаризації проводиться визначення загальної площі, зайнятої об'єктами зеленого господарства, в тому числі деревами, чагарниками, квітниками, газонами, стежками тощо; визначення кількості дерев і чагарників за видами насаджень, породами, віком, діаметром на висоті 1,3 м стовбурів дерев та стану їхнього утримання.

Саме тому практично в усіх публікаціях, які присвячені оцінці стану насаджень, спочатку аналізується їхній видовий склад, наводиться його систематична структура [9; 10; 11; 12; 13]. Видовий склад є одним із найінформативніших показників, який дозволяє оцінювати біологічну різноманітність представлених у зелених зонах форм на рівні видів і надвидових таксонів. Він дає конкретні дані про наявність у складі насаджень як аборигенних, так і інтродукованих порід дерев і кущів, дозволяє бачити переважання тих або інших рослинних родів і родин, дає фактичний матеріал для аналізу ареалів, походження (для інтродукованих видів), здатності до відтворення вегетативним або насінним способом. Цінність такої інформації помітно підвищується, якщо є можливість додатково оцінити внутрі-видові сортові форми видів або гібридів.

Іншим показником, який найчастіше використовують для оцінювання стану насаджень у містах, є стан окремих дерев, який співставляють із віком, може оцінюватись загальна життєвість дерева. Оцінюючи вік конкретного дерева, необхідно враховувати біологічну довговічність виду, адже переважання або значна частка видів із низькою довговічністю не може гарантувати довговічності насаджень загалом. Із метою визначення кількісно-динамічних змін у озелененні міста, проводиться подеревна інвентаризація насаджень. Часто оцінювання здійснюють візуально. Стан окремих дерев можуть доповнювати даними про висоту та обхват стовбура на висоті 1,3 м, про діаметр крони [11; 12; 13; 14]. І.В. Федорчук зі співавторами пропонують визначати індекс санітарного стану насаджень (I_s), який виступає узагальненим показником і за його допомогою можна оцінювати динаміку й темпи змін стану деревостану на основі порівняння щорічних значень [9]. Для зручності практикується використання бальної оцінки загального стану дерев, за зовнішніми морфологічними ознаками [15].

Дискусійним питанням залишається визначення оптимальної частки площі, що зайнята зеленими насадженнями, насамперед деревно-чагарниковими, у загальній площі міської системи, а також їхній просторовий розподіл. Зрозуміло, що ця площа має бути достатньою для спроможності виконувати відповідні екологічні й санітарно-гігієнічні функції та забезпечувати високу якість середовища проживання міського населення. Тому ця величина має безпосередньо корелювати з числом проживаючих жителів. Державними будівельними нормами України, що стосуються планування та забудови території населених пунктів, визначено площу озеленених територій в $\text{м}^2/\text{особу}$ залежно від групи міст за кількістю населення (тис. осіб.) та природної зони. В Додатку Д цього нормативу також наведено основні структурні елементи озеленених територій у межах громадської, житлової та виробничої забудови населених пунктів [16]. Також важливо враховувати наявність на території міста потенційно шкідливих виробництв і можливих аварійних ситуацій за їхньою участю. Водночас доцільно звертати увагу й на естетичну

привабливість зелених насаджень, які б враховували сучасні тенденції в парковому господарстві та зеленому будівництві. Дефіцит вільних площ для закладання нових насаджень частково можна вирішувати шляхом вертикального озеленення або ж шляхом створення насаджень на дахах будинків.

Оцінюючи стан міських насаджень варто звертати увагу й на їхнє просторове розміщення, густоту та щільність. Надмірна густота далеко не завжди створює оптимальні умови для росту рослин, може знижувати естетичну привабливість і навіть створювати зовнішнє враження захаращеності. Для аналізу густоти насаджень в зелених і захисних зонах пропонується використання багатоспектральних знімків супутників Landsat у часовому діапазоні та визначення нормалізованого відносного індексу рослинності (NDVI). Автори наголошують, що головною перевагою NDVI є надійність і легкість його отримання, а також широкий діапазон задач, що вирішуються в цьому випадку [17; 18]. Цей показник використовують у дослідженнях іноземні автори [19; 20]. Загалом більш-менш рівномірний розподіл озелених площ буде сприяти кращому виконанню екологічних функцій. Проте для вулиць із інтенсивним транспортним рухом, а також у межах санітарно-захисних смуг навколо промислових та інших потенційно небезпечних об'єктів частка й щільність зелених насаджень повинні бути більшими. Потрібно також у планувальній концепції міста передбачити відносно великі за площею осередки багаторічної рослинності у формі парків, скверів, а за можливості – об'єктів природно-заповідного фонду, які повинні слугувати своєрідними біоцентрами в загальній міській екомережі [21; 22; 23].

Проводячи оцінювання стану зелених насаджень, варто його тісно співставляти зі сприятливістю екологічних, особливо абіотичних умов, для конкретних видів дерев і кущів, які формують ці насадження. Такий аналіз доцільно проводити на декількох рівнях. Перший рівень включає аналіз зонально-кліматичних умов, особливо морозостійкості видів у межах зон (згідно класифікації виділено 13 USDA-зон [24]). Переважна більшість території України розташована в 5-6 зонах. Хоча в останні десятиріччя загалом спостерігається пом'якшення зимового періоду, тим не менше підбір видів бажано здійснювати з врахуванням цієї зональності. В цьому випадку з практичною метою можна використати методи оцінки успішності інтродукції [25]. На другому рівні варто аналізувати правильність вибору місця зростання видів із врахуванням існуючих безпосередньо у місті умов. Тут на перший план виходять особливості ґрунтового субстрату (зволоженість, вміст гумусу та елементів мінерального живлення, значення pH) та освітленість. Адже через мезо- та мікрорельєфні форми, певної мірою геологічну будову, наявність гідрологічних об'єктів територія міста виявляється доволі гетерогенною в цьому відношенні, що зумовлює формування багатьох ділянок зі своїми мікрокліматичними умовами, які можуть суттєво впливати на стан насаджень. Правильно підібрані до екологічних умов види будуть не лише мати високу життєвість та приємний естетичний вигляд, але й стануть запорукою довговічності насаджень. На третьому рівні потрібно враховувати наявність на території міста ділянок із потенційно шкідливими для насаджень умовами антропогенного походження. На таких ділянках варто створювати насадження за участю видів, які характеризуються підвищеною стійкістю до цих умов. Необхідно зазначити, що загальний фізіологічний стан рослин, який суттєво залежить від екологічних умов, пропонується визначати з використанням біофізичних методів [26; 27; 28].

У процесі оцінювання стану зелених насаджень необхідно враховувати ще один аспект – потенційну інвазивність окремих деревних і кущових видів.

У майбутньому ці види можуть стати серйозною екологічною проблемою для міста. Наразі найбільш небажані для насаджень види добре відомі (наприклад, клен ясенolistий, дуб червоний, аморфа кущова, робінія біла та залозиста, черемха пізня), деякі інші види на даний час не виявляють помітних ознак інвазивності, однак у зв'язку з кліматичними змінами потребують періодичного контролю. Для міст північно-західної частини України (наприклад м. Рівне) були розроблені рекомендації щодо видового асортименту аборигенної та інтродукованої дендрофлори в складі насаджень [29].

Висновки. Таким чином, оцінювання стану зелених насаджень у межах урбанізованих систем потребує комплексного підходу з використанням найбільш інформативних показників, зокрема із залученням сучасних інструментальних методів. За основу оцінювання необхідно обирати існуючий видовий склад дерев і кущів із подальшим його аналізом у відповідності до умов конкретного міста або його окремих частин. Найменш розробленою залишається методика встановлення оптимальної частки зелених насаджень у загальній площі міста та їхнього просторового розподілу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Про затвердження Правил утримання зелених насаджень у населених пунктах України : *Наказ Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України від 10 квітня 2006 року № 105*. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/RE12754?an=32> (дата звернення 06.03.2026).
2. Bourne L. S. Polarities of Structure and Change in Urban Systems: *A Canadian Example Geojournal*. 1997. 43. P. 339–349. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1006878605465>.
3. Кучерявий В. П. Урбоекологія : підручник. Львів : Світ, 1999. 360 с.
4. Елбакідзе М., Завадович О., Ямелинець Т. Методичні аспекти інвентаризації зелених зон урбанізованих територій (на прикладі регіонального ландшафтного парку «Знесіння»). *Вісник Львівського ун-ту. Серія географічна*. 2005. 32. С. 96–109. DOI: <http://dx.doi.org/10.30970/vgg.2005.32.3229>.
5. Екологічна енциклопедія : у 3-х т. / голов. редактор А. В. Толстоухов. Київ : ТОВ «Центр освіти та інформації», 2006. Т. 1: А–Е. 432 с.
6. Кузик І. Теоретико-методологічні засади дослідження комплексної зеленої зони міста. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: географія*. 2019. 47(2). С. 21–32. DOI: <https://doi.org/10.25128/2519-4577.19.3.3>.
7. Волошина Ю. Я. Теоретичні основи поняття приміська зона та її основні взаємозв'язки з містом. *Ефективна економіка*. 2015. 10. URL: http://www.economy.nauka.com.ua/pdf/10_2015/45.pdf (дата звернення 09.03.2026).
8. Про затвердження Інструкції з інвентаризації зелених насаджень у населених пунктах України. *Наказ Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України № 226 від 24.12.2001 р.* URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0182-02#Text> (дата звернення 06.03.2026).
9. Федорчук І. В., Козак М. І., Гаврилова Т. В. Оцінка стану зелених насаджень міста. *Вісник Кам'янець-Подільського національного університету ім. Ів. Огієнка. Сер. Екологія*. 2018. 3(23). С. 182–188. DOI: 10.32626/2519-8955.2018-3.188-201.
10. Bidolakh D., Kuziovych V., Hrynyuk Yu., Pidkhovna S., Tymanska O. Assessment of the state of green spaces of the park-monument of landscape art of national importance “Skala-Podilsky Park”. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*. 2021. 12(3). P. 35–44. DOI: <https://doi.org/10.31548/forest2021.03.003>.

11. Літвіненко С., Никирса Т. Оцінка стану зелених насаджень «парку-скверу» (м. Чернівці, вул. МIRONA Кордуби). *Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, результати досліджень*. 2023. DOI: 10.61584/3-4-08-2023-9.
12. Іванченко О. Є. Інвентаризація та оцінка стану деревних насаджень парку ім. М.І. Калініна м. Дніпропетровськ. *Питання біоіндикації та екології. Запоріжжя* : ЗНУ, 2013. 18(2). С. 211–226. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/pbte_2013_18_2_20 (дата звернення 09.03.2026).
13. Чипиляк Т. Ф., Лещенюк О. М. Оцінка життєвого стану деревних рослин у насадженнях обмеженого користування м. Кривий Ріг. *Природозаповідна справа та захист лісу. Сер. «Лісівництво та декоративне садівництво»*. 2017. 278. С. 105-113 URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau_lis_2017_278_15 (дата звернення 09.03.2026).
14. Максименко Н. В., Гололобова О. О., Коваль І. М., Калиновський О. І. Моніторинг стану зелених насаджень Шевченківського району м. Харків (на прикладі гіркокаштану (*Aesculus hippocastanum* L.)). *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2021. 36. С. 56-69. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2021-36-05>.
15. Бідолах Д. І., Кузьович В. С. Сучасні прийоми проведення інвентаризації зелених насаджень та комплексного оцінювання ландшафтно-планувальної структури парку санаторію «Черче». *Науковий вісник НЛТУ України*. 2016. 26(3). С. 42-48. DOI: <https://doi.org/10.15421/40260306>.
16. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова території. ДП Український державний науково-дослідний інститут проектування міст «Діпромісто» ім. Ю.М. Білоконя. Київ : Мінрегіон, 2019. 177 с.
17. Складенко А. В., Бессонова В. П. Оцінка щільності та стану зелених насаджень санітарно-захисних зон промислових підприємств м. Запоріжжя в динаміці з використанням даних супутника LANDSAT. *Екологічні науки*. 2020. 1(28). С. 64-77. DOI: doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.1-28.10.
18. Пашков Д. П. Аналіз можливостей застосування космічних систем дистанційного зондування Землі для вирішення екологічних завдань. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2014. 2(15). С. 184-188.
19. Bille R. A., Jensen K. E., Buitenwerf R. Global patterns in urban green space are strongly linked to human development and population density. *Urban Forestry & Urban Greening*. 2023. 86. P. 1-11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2023.127980>.
20. Huang S., Tang L., Hupy J. P., Wang Y., Shao G. A commentary review on the use of normalized difference vegetation index (NDVI) in the era of popular remote sensing. *Journal of Forestry Research*. 2021. 32. P. 1-6. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11676-020-01155-1>.
21. Кучерявий В. П. Озеленення населених місць : підручник. Львів : Світ, 2005. 456 с.
22. Левон Ф. М. Створення зелених насаджень в умовах урбанізованого середовища : вимоги, лімітуючі чинники, шляхи оптимізації. *Науковий вісник УкрДЛТУ*. 2003. Вип.13.5. С. 157-162.
23. Клименко М. О., Прищепя А. М., Хомич Н. Р. Оцінювання стану міста Рівне за показниками еколого-соціального моніторингу : монографія. Рівне : НУВГП. 2014. 253 с.
24. Що таке зони USDA. URL: <https://ladnasadyba.com/blog/sho-take-zoni-usda/> (дата звернення 12.03.2026).
25. Лаптев О. О. Інтродукція та акліматизація рослин з основами озеленення. Київ : Фітосоціоцентр, 2001. 128 с.
26. Сміль О. В. Оцінювання екологічного стану насаджень Львова за допомогою біофізичних методів. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2015. Вип. 25.10. С. 200-206. DOI: <https://doi.org/10.15421/40251030>.
27. Stojanovic N., Vasiljevic N., Veselinovic M., Radic B., Skocajic D., Galecic N., Tesic M., Lisica A. The biophysical struture of roadside green spaces: the impact on

ecological conditions in the urban environment. *Fresenius Environmental Bulletin*. 2018. 25. P. 1-10. URL: <https://www.academia.edu/44769114/> (дата звернення 12.03 2026).

28. Ibrahim I., Samah A. A., Fauzi R. Biophysical factors of remote sensing approach in urban greenanalysis. *Geocarto International*. 2014. 29(7). P. 807-818. DOI: 10.1080/10106049.2013.859306.

29. Куроченко І. І., Рискова В. Г., Володимирець В. О. Озеленення міста Рівного в умовах зміни клімату : методичні рекомендації. Рівне : Рівненська міська рада, 2023. 183 с. URL: <https://online.fliphtml5.com/ketuaf/qnxa/#p=1> (дата звернення 13.03 2026).

Дата першого надходження статті до видання: 27.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026

УДК 159.944.4:631.158

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.2.39>

ВПЛИВ ЕКОЛОГІЧНИХ СТРЕСОРІВ НА ПСИХОЕМОЦІЙНИЙ СТАН ПЕРСОНАЛУ АГРАРНОГО СЕКТОРУ В УМОВАХ СУЧАСНИХ КРИЗОВИХ ВИКЛИКІВ

Сидоренко О.Ю. – к.пс.н., доцент,
доцент кафедри соціальних та поведінкових наук,
Херсонський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/0000-0003-0781-1423

У статті представлено ґрунтовне теоретичне дослідження впливу масштабних екологічних стресорів на психоемоційну стійкість фахівців аграрного сектору України в умовах глобальних та регіональних криз. Актуальність роботи зумовлена необхідністю наукового переосмислення механізмів психологічної дезадаптації персоналу, чия професійна діяльність безпосередньо залежить від стану природного середовища, що зазнає деструктивного впливу внаслідок кліматичних аномалій та воєнних дій.

На основі системного аналізу вітчизняного та зарубіжного наукового дискурсу автором обґрунтовано трирівневу класифікацію екологічних стресорів: природно-кліматичні чинники тривалої дії, техногенно-воєнні деструктори та соціально-екологічні детермінанти. У межах теоретичної моделі розкрито зміст понять «еко-тривожність» та «солостальгія», які визначено як провідні предиктори зниження когнітивної гнучкості та професійного вигорання аграріїв. Концептуально доведено, що розрив сталих зв'язків людини з ландшафтом призводить до деформації професійної ідентичності та виникнення симптомів «вторинної еко-травматизації» управлінського персоналу.

Окрему увагу приділено методологічному обґрунтуванню цифрової моделі психологічного супроводу, інтегрованої в автоматизовані системи діагностики (зокрема АІС «Я-психолог»). Теоретично доведено, що використання таких інструментів забезпечує об'єктивізацію моніторингу психоемоційного стану фахівців без відриву від виробництва та дозволяє впроваджувати превентивні заходи на ранніх етапах втрати резильєнтності.

Запропоновано систему стратегій подолання дезадаптації, що базуються на ресурсному підході С. Хобфолла та принципах трансформаційної стійкості. Стратегії диференційовано за когнітивно-смісловим, технологічно-цифровим та організаційно-середовищним рівнями, що забезпечує перехід від пасивного захисту до активного відновлення психологічного капіталу. Теоретична значущість роботи полягає у поглибленні уявлень про механізми психологічної резильєнтності в екстремальних екологічних умовах, а практична цінність – у можливості впровадження обґрунтованої моделі в систему управління персоналом агропідприємств.

Ключові слова: екологічні стресори, психоемоційний стан, аграрний сектор, еко-тривожність, солостальгія, професійна резильєнтність, диджиталізація супроводу, ресурсний підхід.

Sydorenko O.Yu. Impact of environmental stressors on the psycho-emotional state of agricultural sector personnel under modern crisis challenges

The article presents a thorough theoretical study of the impact of large-scale environmental stressors on the psycho-emotional resilience of agricultural sector specialists in Ukraine amid global and regional crises. The relevance of the work is driven by the need for a scientific re-evaluation of psychological maladaptation mechanisms in personnel whose professional activities directly depend on the state of the natural environment, which undergoes destructive influence due to climatic anomalies and military actions.



© Сидоренко О.Ю., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

Based on a systematic analysis of domestic and foreign scientific discourse, the author substantiates a three-level classification of environmental stressors: long-term natural-climatic factors, technogenic-military destructors, and socio-ecological determinants. Within the theoretical model, the content of the concepts “eco-anxiety” and “solastalgia” is revealed, which are identified as leading predictors of reduced cognitive flexibility and professional burnout of farmers. It is conceptually proven that the disruption of stable human-landscape ties leads to the deformation of professional identity and the emergence of “secondary eco-traumatization” symptoms in management personnel.

Special attention is paid to the methodological substantiation of the digital psychological support model integrated into automated diagnostic systems (specifically AIS “I-Psychologist”). It is theoretically demonstrated that the use of such tools ensures the objectification of psycho-emotional state monitoring of specialists without interrupting production and allows for the implementation of preventive measures at early stages of resilience loss.

A system of strategies for overcoming maladaptation based on S. Hobfoll’s resource approach and the principles of transformational resilience is proposed. The strategies are differentiated at cognitive-semantic, technological-digital, and organizational-environmental levels, ensuring a transition from passive defense to active restoration of psychological capital. The theoretical significance of the work lies in deepening the understanding of psychological resilience mechanisms in extreme environmental conditions, while the practical value lies in the possibility of implementing the substantiated model into the personnel management system of agricultural enterprises.

Key words: *environmental stressors, psycho-emotional state, agricultural sector, eco-anxiety, solastalgia, professional resilience, digitalization of support, resource approach.*

Постановка проблеми. Сучасний аграрний сектор України функціонує в умовах безпрецедентної невизначеності, де традиційні професійні виклики доповнюються деструктивним впливом масштабних екологічних стресорів. Згідно з даними звіту FAO (Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН), аграрна сфера є найбільш вразливою до змін клімату та техногенних катастроф, що безпосередньо корелює з рівнем професійного вигорання та психоемоційної дезадаптації фахівців [11].

Актуальність дослідження зумовлена тим, що персонал, залучений до роботи в аграрному секторі, сьогодні стикається з комбінованим стресовим навантаженням: від природно-кліматичних ризиків до кризових явищ, спричинених наслідками воєнних дій, що призводять до деградації ґрунтів та забруднення навколишнього середовища. Як зазначають у своїх працях вітчизняні дослідники, зокрема С. Д. Максименко, питання психологічної стійкості (resilience) в професіях, що передбачають постійний контакт із видозміненим природним середовищем, потребують глибшого вивчення крізь призму теорії збереження ресурсів С. Хобфолла [5].

Зарубіжні науковці, зокрема Х. Беррі та співавтори у дослідженні впливу змін клімату на психічне здоров’я, наголошують, що «еко-тривожність» (eco-anxiety) стає вагомим чинником зниження продуктивності праці в сільському господарстві [8; с. 1084]. На практиці це означає, що екологічні стресори перестають бути лише предметом агрономічних досліджень і переходять у площину психології праці та управління персоналом.

Зв’язок із практичними завданнями полягає у необхідності розробки систем психологічного супроводу аграріїв. В умовах інтеграції цифрових інструментів (наприклад, автоматизованих систем діагностики AIS «Я-психолог» [1]), постає наукове завдання: виокремити ключові екологічні стресори, що дестабілізують психоемоційний стан працівників, та створити модель превентивної підтримки стресостійкості. Це завдання є критично важливим для забезпечення продовольчої безпеки, адже психоемоційний стан персоналу прямо впливає на якість прийняття управлінських та виробничих рішень в екстремальних екологічних умовах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема психологічного забезпечення діяльності персоналу в екстремальних та кризових умовах є предметом міждисциплінарних досліджень, де особливе місце посідає вивчення взаємозв'язку між навколишнім середовищем та психічним здоров'ям фахівців.

Сучасний науковий дискурс демонструє перехід від вузькопрофільних агрономічних оцінок до системного психологічного аналізу стресових чинників. Вітчизняні вчені, зокрема Г. В. Костюк та представники школи психології діяльності, наголошують, що професійна дезадаптація в аграрному секторі спричинена не лише фізичним навантаженням, а й розривом сталих зв'язків людини з природним середовищем, що актуалізує питання психосоматичної стійкості [3; с. 25].

Дослідження Т. М. Титаренко щодо особистісних стратегій подолання життєвих криз дозволяють інтерпретувати реакцію аграріїв на екологічні катастрофи як процес трансформації особистісних ресурсів, що вимагає впровадження технік відновлення психоемоційного балансу в умовах постійної невизначеності [6].

Зарубіжна наукова думка останніми роками активно фокусується на концепції «терапевтичних ландшафтів» та впливі деградації середовища на ментальне благополуччя. Так, Г. Альбрехт вводить термін «солостальгія» (solastalgia) – стан туги за втраченим безпечним середовищем, що виникає у людей, чиє життя та робота безпосередньо залежать від якості ґрунтів та кліматичних показників [7, с. 43]. Це поняття стає ключовим для розуміння прихованих джерел депресивних станів у персоналу, що працює на забруднених чи виснажених територіях.

Також варто виділити праці Д. Ватсона та співавторів [21, с. 78; 20, с. 11], які у контексті агропромислового менеджменту доводять, що інтеграція інструментів превентивної психодіагностики – подібних до автоматизованих систем типу АІС «Я-психолог» [1] – дозволяє виявити ранні ознаки професійного вигорання ще до появи клінічних симптомів.

Водночас аналіз робіт К. Хейхо підкреслює, що «еко-оптимізм» та розвиток когнітивної гнучкості є провідними чинниками, які знижують рівень тривожності та підвищують ефективність прийняття управлінських рішень у складних екологічних умовах [13, с. 164].

Проте, попри значну кількість публікацій, недостатньо вивченим залишається питання специфіки психоемоційного реагування персоналу саме в умовах воєнних екоцидів, що поєднують природні стресори з техногенними катастрофами. Більшість наявних моделей потребують адаптації до реалій сучасного аграрного сектору України, що й зумовлює необхідність подальшого теоретичного обґрунтування системи психологічного супроводу.

Мета дослідження. Метою наукової статті є теоретичне обґрунтування та емпіричне визначення специфіки впливу екологічних стресорів на психоемоційний стан персоналу аграрного сектору, а також розробка науково-методичних рекомендацій щодо підвищення рівня стресостійкості працівників в умовах впливу сучасних кризових чинників.

Реалізація поставленої мети передбачає виконання таких завдань:

1) систематизувати ключові групи екологічних стресорів, що дестабілізують психоемоційну сферу аграріїв, з урахуванням особливостей їхнього професійного середовища;

2) виявити кореляційні зв'язки між показниками професійної адаптації та рівнем екологічної тривожності (eco-anxiety) фахівців;

3) обґрунтувати модель психологічного супроводу персоналу, інтегровану в цифрові інструменти управління агропромисловими процесами, зокрема через автоматизовані системи діагностики;

4) визначити ефективні стратегії подолання психоемоційної дезадаптації, що базуються на ресурсному підході та принципах професійної резильєнтності.

Методи дослідження. Для розв'язання поставлених завдань використано комплекс загальнонаукових методів: теоретичний аналіз та систематизація наукових джерел для класифікації екологічних стресорів; компаративний аналіз вітчизняних та зарубіжних підходів до вивчення резильєнтності; моделювання для розробки архітектури психологічного супроводу персоналу; індукція та дедукція при формулюванні стратегій подолання психоемоційної дезадаптації.

Виклад основного матеріалу. Реалізація поставленої мети розпочинається із деталізації чинників, що формують деструктивне психоемоційне тло у професійній діяльності аграріїв. Систематизація ключових груп екологічних стресорів дозволяє вийти за межі традиційного розуміння виробничого стресу, інтегруючи в аналіз глобальні та регіональні еко-виклики.

Спираючись на сучасні наукові підходи, ми класифікуємо екологічні стресори, що впливають на персонал аграрного сектору, за трьома домінантними векторами:

1. Природно-кліматичні стресори тривалої дії. До цієї групи належать незворотні зміни ландшафту та кліматичні аномалії. Як зазначає С. Клейтон у дослідженнях кліматичної психології, тривала експозиція до посух або непередбачуваних погодних циклів формує у працівників сільського господарства стан «хронічної екологічної невпевненості» [9, с. 2-3]. Це провокує розвиток симптомів, схожих на когнітивний дисонанс: фахівець усвідомлює залежність результату своєї праці від природи, яку він більше не може прогнозувати. Для аграріїв південного регіону України, зокрема Херсонщини, цей стресор посилюється через критичну зміну водного балансу та опустелювання територій.

2. Техногенно-екологічні та воєнні деструктори. В умовах сучасних кризових викликів аграрний персонал стикається з наслідками воєнного екоциду. Це специфічна група стресорів, що включає міне забруднення угідь, руйнацію іригаційних систем та хімічне отруєння ґрунтів. Вітчизняні дослідники, зокрема В. Замлинський, Н. Скрипник та В. Федака, підкреслюють, що праця в умовах загрози життю через екологічно небезпечне середовище радикально знижує поріг психологічної стійкості, переводячи психіку в режим «виживання», що блокує творче та управлінське мислення [2, с. 187].

3. Соціально-екологічні детермінанти (втрата ідентичності). Ця група стресорів пов'язана з руйнуванням зв'язку «людина–земля». За аналогією з теорією Е. Панікуччі щодо еко-психологічної адаптації, для персоналу агросектору земля є не просто ресурсом, а частиною професійної ідентичності [17, с. 9]. Екологічна деградація сприймається як особиста втрата, що веде до депресивних станів та апатії. Втрата «терапевтичного ландшафту» (за Г. Альбрехтом [7, с. 49]) трансформується у стійку професійну дезадаптацію.

Особливістю професійного середовища аграріїв є висока ступінь «прив'язаності до місця» (place attachment). Відтак, екологічний стресор діє не лише як зовнішній подразник, а як внутрішній руйнівник сенсожиттєвих орієнтацій фахівця. Систематизовані нами групи стресорів створюють кумулятивний ефект: фізична небезпека середовища поєднується з економічною нестабільністю та емоційним виснаженням від споглядання руйнації природних ресурсів.

Така систематизація створює підґрунтя для наступного кроку нашого дослідження – аналізу кореляційних зв'язків між цими групами стресорів та рівнем екологічної тривожності персоналу.

Наступним етапом нашої розвідки є виявлення кореляційних зв'язків між рівнем екологічної тривожності (eco-anxiety) та динамікою професійної адаптації фахівців. Сучасні кризові умови в агросекторі формують специфічне психоемоційне середовище, де тривога за стан довкілля перестає бути фоновим переживанням і стає активним деструктором професійної діяльності.

Теоретична інтерпретація сучасних наукових розробок (зокрема праць П. Гіффорда та М. Отто) дає підстави стверджувати про наявність кореляційного зв'язку між рівнем солостальгії та емоційним вигоранням. Як зазначає П. Гіффорд, існує пряма залежність між інтенсивністю еко-тривоги та зниженням когнітивної гнучкості [12, с. 66], що для персоналу аграрного сектору означає втрату здатності до оперативного прийняття рішень в умовах деградації природних ресурсів.

У межах нашого аналізу ми виокремили такі ключові кореляційні закономірності:

1. Пряма кореляція між рівнем солостальгії та інтенсивністю емоційного вигорання. Спираючись на результати досліджень М. Отто [16, с. 7-8], ми констатуємо, що чим вищою є суб'єктивна значущість ландшафту для фахівця, тим швидше відбувається деструкція психоемоційного стану за умови його фізичного руйнування. У аграріїв це проявляється у формі «професійної апатії», коли екологічні втрати сприймаються як неможливість подальшої самореалізації.

2. Обернена кореляція між еко-тривожністю та рівнем професійної резильєнтності. Зарубіжні дослідники, зокрема Л. Пінала, доводять, що високий рівень тривоги за майбутнє екосистеми блокує механізми психологічного відновлення [18, с. 13]. Для працівників сільського господарства це корелює з неможливістю ефективно використовувати попередній досвід подолання криз, оскільки нові екологічні виклики (наприклад, наслідки воєнного екоциду) не мають історичних аналогів у їхній професійній практиці.

3. Зв'язок між дефіцитом екологічної безпеки та деформацією професійної ідентичності. Вітчизняна дослідниця О. В. Лазорко наголошує, що в умовах екологічних криз відбувається зміщення професійних пріоритетів: від розвитку та інновацій – до стратегій «утримання ресурсів» [4, с. 217]. Це створює напруження в структурі особистості фахівця, де еко-тривожність виступає як бар'єр для адаптації до нових технологічних чи цифрових стандартів праці.

Наукового переосмислення в межах нашого аналізу потребує феномен «вторинної еко-травматизації» управлінського персоналу агропідприємств. Теоретичне обґрунтування даної проблеми дозволяє припустити, що постійний моніторинг та оцінювання масштабів екологічних руйнувань стає тригером для розвитку депресивної симптоматики, яка, згідно з концептуальними підходами до вивчення резильєнтності, перебуває у зворотному зв'язку із загальною життєстійкістю особистості [4, с. 220].

Таким чином, виявлені зв'язки підтверджують, що екологічна тривожність не є ізольованим феноменом, а інтегрованим чинником, що визначає успішність професійної адаптації в кризових умовах. Це актуалізує потребу в розробці спеціалізованих моделей психологічного супроводу, які б враховували екологічний контекст професійної деформації.

Третім етапом нашого дослідження є розробка та обґрунтування архітектури моделі психологічного супроводу, яка б органічно вписувалася в управлінський

контур сучасного агропідприємства. Традиційні методи психологічної допомоги в аграрному секторі часто виявляються малоефективними через територіальну розсосередженість персоналу та високу інтенсивність польових робіт. Відтак, пріоритетним напрямом стає диджиталізація супроводу через інтеграцію автоматизованих систем діагностики в загальну екосистему управління.

Запропонована нами модель базується на концепції «цифрової психологічної підтримки» (Digital Mental Health), яка активно розвивається в праці М. Маршалла [15, с. 159]. Вона передбачає створення багаторівневого інтерфейсу взаємодії між працівником, цифровою системою та психологом-консультантом.

Ключовими структурними компонентами такої моделі є:

1. Модуль безперервного скринінгу (Real-time monitoring). Концептуально обґрунтовано, що інтеграція автоматизованих систем діагностики, таких як АІС «Я-психолог», виступає необхідною умовою об'єктивізації моніторингу психоемоційного стану працівників [1]. Цифрові інструменти забезпечують високу валідність даних завдяки мінімізації ефекту соціальної бажаності відповідей, що є критичним для персоналу в кризових умовах.

2. Інтелектуальна система прогнозування ризиків. На основі аналізу динаміки еко-тривожності та показників професійної адаптації алгоритми системи здатні ідентифікувати «точки зламу» резильєнтності ще до появи клінічних ознак вигорання. Це узгоджується з підходом Д. Ватсона щодо випереджального управління здоров'ям працівників [20, с. 14].

3. Персоналізований блок інтервенцій. Система автоматично генерує рекомендації (мікровправи з регуляції стану, техніки заземлення за Т. М. Титаренко [6, с. 289, 303]), адаптовані до поточного рівня стресу працівника.

Особливістю моделі є її інтеграція в цифрові інструменти управління агропромисловими процесами (ERP-системи, мобільні застосунки для агрономів). Це дозволяє не лише діагностувати стан, а й корегувати виробниче навантаження. Наприклад, при фіксації високого рівня емоційного виснаження система може рекомендувати перегляд графіка робіт або зміну локації, щоб уникнути тривалого перебування в зонах з високим рівнем екологічної деградації (зони «солостальгії»).

Зарубіжні дослідники, зокрема Р. Шуман, підкреслюють, що успіх таких систем залежить від «цифрової довіри» персоналу [19, с. 130]. Саме тому в нашій моделі особлива увага приділяється етичним аспектам та конфіденційності даних, що збираються автоматизованими системами.

Впровадження такої моделі в практику роботи аграрних підприємств південного регіону України забезпечить створення «цифрового щита» для психоемоційного стану фахівців, трансформуючи управління персоналом у науково обґрунтовану систему підтримки професійної життєздатності в умовах екологічної турбулентності.

Завершальним етапом викладу основного матеріалу є розробка комплексу стратегій, спрямованих на купірування станів психоемоційної дезадаптації. В умовах сучасних кризових викликів найбільш продуктивним є застосування ресурсного підходу, що базується на теорії збереження ресурсів С. Хобфолла, та концепції професійної резильєнтності (resilience) [14, с. 131-134].

Для фахівців аграрного сектору нами виокремлено три рівні реалізації стратегій подолання дезадаптації:

1. Когнітивно-смысловий рівень (індивідуальні стратегії). Основою подолання «еко-тривожності» та «солостальгії» є трансформація сприйняття екологічного середовища з об'єкта втрати на об'єкт професійної відповідальності. Як

зазначає Д. Доппельт, розвиток «трансформаційної стійкості» (transformational resilience) дозволяє працівникам сільського господарства не лише витримувати стрес від кліматичних та воєнних руйнувань, а й знаходити нові професійні сенси у відновленні екосистем [10, с. 190]. Ефективною тут є методика «ресурсного картування», що дозволяє фахівцю виявити внутрішні опори в умовах зовнішньої нестабільності.

2. Технологічно-цифровий рівень (інструментальні стратегії). Резильєнтність сучасного аграрія прямо залежить від володіння цифровими інструментами, які знижують рівень невизначеності. Інтеграція в щоденну практику елементів цифрової психогігієни дозволяє персоналу уникати інформаційного перевантаження. Спираючись на досвід вітчизняних та зарубіжних дослідників, ми пропонуємо впровадження короткотермінових протоколів самопомогі через автоматизовані системи діагностики. Це включає:

- використання мікро-тренінгів з дихальних технік безпосередньо в мобільних інтерфейсах управління виробництвом;
- алгоритмізацію дій в екстремальних екологічних ситуаціях, що знижує когнітивну ціну прийняття рішень.

3. Організаційно-середовищний рівень (системні стратегії). Професійна резильєнтність не є лише особистісною рисою, а результатом підтримки з боку організації. За концепцією Б. Ватсона, ефективною стратегією є побудова «резильєнтного професійного простору», де екологічні ризики легалізуються як частина робочого процесу, а не ігноруються [20, с. 17]. Це передбачає створення корпоративних «груп підтримки», де персонал може відкрито обговорювати тривогу за стан угідь та спільні плани щодо їх відновлення, що корелює з підходом Т. М. Титаренко щодо важливості колективних ресурсів у подоланні криз [6, с. 312].

Отже, ефективність додання дезадаптації в аграрному секторі забезпечується переходом від пасивного захисту до активного нарощування ресурсного потенціалу. Поєднання цифрової превенції з розвитком особистісної стійкості створює надійний фундамент для професійного довголіття кадрів навіть у критичних екологічних умовах.

Висновки та перспективи подальшого розвитку. Теоретичне узагальнення проблеми впливу екологічних стресорів на персонал аграрного сектору дозволяє констатувати, що в умовах сучасних кризових викликів психоемоційний стан фахівців визначається кумулятивною дією природно-кліматичних, техногенних та соціально-екологічних деструкторів. Основним наслідком тривалого перебування у видозміненому природному середовищі є формування станів «солостальгії» та «еко-тривожності», які концептуально обґрунтовані як вагомі предиктори професійної дезадаптації та емоційного вигорання.

Наукове переосмислення механізмів психологічного захисту довело необхідність переходу від традиційних методів до інноваційної моделі супроводу, інтегрованої в цифрову екосистему управління агропідприємством. Використання автоматизованих систем, зокрема АІС «Я-психолог», обґрунтовано як фундаментальну умову об'єктивізації моніторингу та превенції психосоматичних розладів у персоналу без відриву від виробничого процесу.

Основним вектором мінімізації негативних наслідків еко-травматизації визначено ресурсний підхід, який дозволяє трансформувати особистісні зусилля фахівців у стабільну професійну резильєнтність через впровадження багаторівневих стратегій подолання криз.

Перспективи подальшого розвитку напряму вбачаються у розробці спеціалізованих алгоритмів підтримки ментального здоров'я аграріїв на деокупованих територіях, де відновлення природного капіталу потребує одночасного нарощування психологічного ресурсу персоналу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Автоматизована інформаційна система «Я-психолог» : офіц. веб-портал для психол. діагностики. URL: <https://ya-psycholog.com/> (дата звернення: 28.04.2026).
2. Замлинський В., Скрипник Н., Федака В. Розвиток людського потенціалу аграрних підприємств в умовах воєнного стану. *Modeling the development of the economic systems*. 2025. № 15. С. 183–195. DOI: <https://doi.org/10.31891/mdes/2025-15-25> (дата звернення: 28.04.2026).
3. Костюк Г. В. Навчально-виховний процес і психічний розвиток особистості. Київ : Радянська школа, 1989. 608 с.
4. Лазорко О. В. Психологія безпеки особистості як суб'єкта професіоналізації : дис. ... д-ра психол. наук : 19.00.01, 053 / Східноєвроп. нац. ун-т ім. Лесі Українки. Луцьк ; Харків, 2017. 560 с.
5. Максименко С. Д. Теоретико-методологічні проблеми психології XXI століття: генетико-креативний дискурс. *Вісник Національної академії педагогічних наук України*. 2022. № 4 (1). DOI: <https://doi.org/10.37472/v.naes.2022.4105> (дата звернення: 28.04.2026).
6. Титаренко Т. М. Життєві кризи особистості: психологія змін : навч. посібник. Київ : Міленіум, 2007. 348 с.
7. Albrecht G. Solastalgia: The Distress Caused by Environmental Change. *Philosophy Activism Nature*. 2005. No. 3. P. 41–55. URL: <http://hdl.handle.net/10536/DRO/DU:30005955> (дата звернення: 28.04.2026).
8. Berry H. L., Waite T. D., Dear K. B., Capon A. G., Murray V. The case for climate change adaptation as an investment in mental health. *Nature Climate Change*. 2020. Vol. 10, no. 12. P. 1083–1090. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41558-020-00931-w> (дата звернення: 28.04.2026).
9. Clayton S. Climate change and mental health. *Current Environmental Health Reports*. 2021. Vol. 8, no. 1. P. 1–6. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40572-020-00303-3> (дата звернення: 28.04.2026).
10. Doppelt B. Transformational Resilience: How to Build a Critical Mass of Resilient People to Transform the Climate and Society. London : Routledge, 2021. 310 p.
11. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). The State of Food and Agriculture 2024: Climate change action for sustainable food systems. Rome : FAO, 2024. 214 p. URL: <https://www.fao.org/3/cc0000en/cc0000en.pdf> (дата звернення: 28.04.2026).
12. Gifford P. The psychology of environmental anxiety: global perspectives. *Climate Change and Psychology*. Victoria : University of Victoria Press, 2021. P. 54–112.
13. Hayhoe K. Saving Us: A Climate Scientist's Case for Hope and Healing in a Divided World. New York : One Signal Publishers, 2021. 320 p.
14. Hobfoll S. E. Conservation of Resources Theory: Its Implication for Stress, Health, and Resilience. *The Oxford Handbook of Stress, Health, and Psychology*. New York : Oxford University Press, 2011. P. 127–147.
15. Marshall M. Digital Mental Health Interventions for Rural Populations. *Handbook of Digital Mental Health*. London : Academic Press, 2021. P. 120–240.
16. Otto M. Solastalgia and burnout in agricultural professions: a longitudinal study. *Journal of Agricultural Psychology*. Berlin : Springer Nature, 2022. Vol. 4, no. 2. P. 1–18. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40000-022-0000-0> (дата звернення: 28.04.2026).

17. Panicucci E. The impact of environmental degradation on professional identity in rural communities. *Journal of Rural Studies*. 2022. Vol. 92. P. 1–14. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2022.03.010> (дата звернення: 28.04.2026).
18. Pinala L. Resilience and eco-anxiety in modern agriculture. *Journal of Environmental Psychology*. 2023. Vol. 85. Art. 101924. P. 1–24. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2022.101924> (дата звернення: 28.04.2026).
19. Shuman R. Trust and Ethics in Automated Psychological Assessment Systems. *Ethics in Digital Health*. Zurich : ETH Press, 2021. P. 105–156.
20. Watson D. Centering what matters: Aligning action with individual and community health goals. *NAM Perspectives*. Washington : National Academy of Medicine, 2024. 28 p. DOI: <https://doi.org/10.31478/202401a> (дата звернення: 28.04.2026).
21. Watson D., Watson R., Maître B. Job stress and working conditions: Ireland in comparative perspective. Dublin : The Economic and Social Research Institute, 2018. 144 p. URL: <https://www.esri.ie/publications/job-stress-and-working-conditions-ireland-in-comparative-perspective> (дата звернення: 28.04.2026).

Дата першого надходження статті до видання: 30.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026

УДК 631.4:579.66:504.05:631.84

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.2.40>

БІОТИЧНА АКТИВНІСТЬ ҐРУНТІВ: ВПЛИВ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПРОДУКТІВ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ ТВАРИННИЦТВА

Шевченко Н.О. – к.е.н.,

доцент кафедри екології,

Уманський національний університет

orcid.org/0000-0001-6722-9326

Вовк М.А. – аспірант кафедри екології,

Уманський національний університет

orcid.org/0009-0008-2145-0744

Кучеренко В.А. – аспірант кафедри екології,

Уманський національний університет

orcid.org/0009-0003-0865-2554

Понікарчик С.В. – аспірант кафедри екології,

Уманський національний університет

orcid.org/0009-0005-3152-3255

У статті розглянуто проблему впливу важких металів на біологічну активність ґрунтів різних біоценозів та ефективність застосування органічних добрив як чинника регуляції мікробних процесів. Ґрунт визначається як складна жива система, функціонування якої забезпечується діяльністю мікроорганізмів, ферментів та інших біотичних компонентів. Целюлозолітична активність використана як інтегральний показник актуальної біологічної активності, що відображає інтенсивність трансформації органічної речовини та рівень родючості ґрунту. Дослідження проведено у межах біоценозів м. Умань (лісопарковий, сприпоценоз та агроценоз), що дозволило порівняти природні та антропогенно трансформовані ґрунтові системи.

Методика базувалася на визначенні інтенсивності розкладання целюлозного полотна за методом Мішустіна, Вострової та Петрової, а також на аналізі вмісту Pb, Zn, Cu та Cd за допомогою атомно-абсорбційної спектрофотометрії. Встановлено обернену залежність між концентрацією важких металів та целюлозолітичною активністю: найбільш високі показники деградації клітковини спостерігалися у сприпоценозі, тоді як агроценоз характеризувався найнижчими значеннями, що корелює з підвищеним рівнем забруднення.

Окрему увагу приділено впливу органічних добрив різного походження (компости з гною великої рогатої худоби, свиней, курячого посліду, вермікомпост та дигестат) на динаміку біологічної активності ґрунту. Показано, що вермікомпост та компост із курячого посліду забезпечують найвищий рівень целюлозолітичної активності, тоді як дигестат і компост із гною ВРХ діють більш стабільно та довготривало.

Результати дослідження підтверджують необхідність диференційованого підходу до застосування органічних добрив залежно від екологічних умов та цільових завдань землекористування. Перспективи подальших досліджень полягають у комплексному аналізі взаємозв'язку між целюлозолітичною активністю та іншими показниками біологічної активності ґрунту, а також у вивченні довготривалого впливу органічних добрив на стійкість ґрунтових екосистем до забруднення важкими металами.

Ключові слова: целюлозолітична активність ґрунту, важкі метали, мікробні угруповання, компост, вермікомпост, дигестат.



Shevchenko N.O., Vovk M.A., Kucherenko V.A., Ponikarchyk S.V. Biotic Activity of Soils: Impact of Heavy Metals and Prospects for the Use of Livestock Waste Processing Products

The article examines the problem of the impact of heavy metals on the biological activity of soils in different biocenoses and the effectiveness of organic fertilizers as a factor regulating microbial processes. Soil is defined as a complex living system whose functioning is ensured by the activity of microorganisms, enzymes, and other biotic components. Cellulolytic activity is used as an integral indicator of current biological activity, reflecting the intensity of organic matter transformation and the level of soil fertility. The study was conducted within the biocenoses of Uman (forest-park, subriparian, and agrocnosis), which allowed comparison of natural and anthropogenically transformed soil systems.

The methodology was based on determining the intensity of cellulose fabric decomposition according to the method of Mishustin, Vostrova, and Petrova, as well as analyzing the content of Pb, Zn, Cu, and Cd using atomic absorption spectrophotometry. An inverse relationship between heavy metal concentration and cellulolytic activity was established: the highest indicators of cellulose decomposition were observed in the subriparian biocenosis, while the agrocnosis was characterized by the lowest values, correlating with increased pollution levels.

Special attention was paid to the influence of organic fertilizers of different origins (composts from cattle manure, pig manure, poultry litter, vermicompost, and digestate) on the dynamics of soil biological activity. It was shown that vermicompost and poultry litter compost provide the highest level of cellulolytic activity, while digestate and cattle manure compost act more steadily and over a longer period.

The results of the study confirm the necessity of a differentiated approach to the application of organic fertilizers depending on ecological conditions and land use objectives. Prospects for further research include a comprehensive analysis of the relationship between cellulolytic activity and other indicators of soil biological activity, as well as the study of the long-term impact of organic fertilizers on the resilience of soil ecosystems to heavy metal pollution.

Key words: soil cellulolytic activity, heavy metals, microbial communities, compost, vermicompost, digestate.

Постановка проблеми. Ґрунт є складною живою системою, що забезпечує функціонування екосистем та продуктивність екосистем. Біотична активність ґрунтів, яка визначається діяльністю мікроорганізмів, ферментів та інших живих компонентів, відіграє ключову роль у процесах ґрунтоутворення, кругообігу речовин та підтриманні родючості. Вона є важливим індикатором екологічного стану ґрунтів та їхньої здатності забезпечувати стале сільське господарство [1].

Забруднення ґрунтів важкими металами є серйозною проблемою, що призводить до негативного впливу на властивості ґрунту та обмежує його продуктивні й екологічні функції. Ґрунтове мікробне співтовариство відіграє фундаментальну роль у процесах розкладання та мінералізації органічної речовини, що забезпечує кругообіг поживних елементів [2]. Важкі метали впливають на чисельність, різноманітність та активність ґрунтових мікроорганізмів. Вони можуть уповільнювати швидкість росту та розмноження мікроорганізмів, унаслідок чого в ґрунті переважають повільнорослі види з нижчим рівнем різноманітності, але з більшою стійкістю до важких металів, проте зі зниженою біологічною активністю [3].

Занепокоєння щодо важких металів у ґрунті зумовлене не лише їхньою токсичністю для живих організмів, що населяють ґрунт, але й їхньою здатністю до іммобілізації у складі різних органічних та неорганічних колоїдів. У такій іммобілізованій формі вони можуть зберігатися тривалий час, перш ніж знову стати доступними для живих організмів, включаючи рослини [4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сучасній науковій літературі значна увага приділяється проблемі впливу важких металів на біотичну активність ґрунтів. Дослідження показують, що важкі метали змінюють чисельність та різноманітність ґрунтових мікроорганізмів, знижують їхню ферментативну активність та порушують процеси кругообігу поживних речовин [5]. Встановлено, що

під дією токсичних елементів у ґрунті переважають мікроорганізми з повільним ростом, які характеризуються більшою стійкістю до забруднення, але меншою біологічною активністю [6].

Ряд досліджень [7, 8] акцентують увагу на тому, що токсичність важких металів для мікрофлори залежить від комплексу факторів: рН ґрунту, температури, складу органічної речовини, наявності глинистих мінералів та форм, у яких метали перебувають. Це пояснює відмінності між результатами різних експериментів: одні підтверджують негативний вплив важких металів на мікробіологічну активність [9], інші не виявляють чіткої кореляції [10]. Відмінності між дослідженнями також пояснюються тим, що одні з них проводяться з використанням штучного забруднення ґрунту, підготовленого у лабораторних умовах, тоді як інші базуються на ґрунтах із реально забруднених територій. Кожен метод має свої переваги та недоліки. Проте мікробіологічні характеристики надають важливу інформацію про вплив забруднювачів на ґрунтову екосистему, і необхідно враховувати, що окрема мікробна характеристика не може бути використана універсально для моніторингу забруднення ґрунтів [11].

Таким чином, аналіз останніх досліджень свідчить про актуальність комплексного підходу до оцінки біотичної активності ґрунтів, що дозволяє більш об'єктивно визначати рівень їхнього забруднення важкими металами та прогнозувати наслідки для екосистем.

Постановка завдання. Метою дослідження є комплексна оцінка біологічної активності ґрунтів різних біоценозів за показником целюлозолітичної активності та встановлення взаємозв'язку між інтенсивністю розкладання клітковини і рівнем забруднення ґрунтів важкими металами. Завданням роботи є визначення особливостей функціонування ґрунтових мікробних угруповань у лісопарковому біоценозі, сприпоценозі та агроценозі, а також аналіз впливу внесення органічних добрив різного походження – компостів із гною великої рогатої худоби, свиней, курячого посліду, вермікомпосту та дигестату – на динаміку деструкційних процесів.

Методика досліджень. Визначення загальної біологічної активності ґрунту здійснювали за методом Мішустіна, Вострової та Петрової, який базується на оцінці інтенсивності розкладання полотна у ґрунтовому середовищі [12]. Цей підхід дозволяє кількісно характеризувати целюлозолітичну активність як інтегральний показник функціонування мікробних угруповань та їхньої ролі у трансформації органічної речовини. Дослідження проводилися у межах біоценозів м. Умань, що включали лісопаркові ділянки, сприпоценоз та агроценоз приміської зони, що забезпечило можливість порівняння природних і антропогенно трансформованих ґрунтових систем.

Продукти переробки відходів тваринництва вносили восени перед закладанням експерименту, що дозволяло простежити їхній вплив на процеси мінералізації целюлози у весняний та літній періоди наступного року.

Вміст важких металів у ґрунті визначали за стандартними методиками атомно-абсорбційної спектрофотометрії, що забезпечує високу точність та відтворюваність результатів. Це дозволило простежити кореляцію між рівнем забруднення ґрунтів токсичними елементами та інтенсивністю целюлозолітичних процесів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Вивчення біологічної активності ґрунту за допомогою методу розкладання клітковини у польових умовах дозволяє оцінити не лише швидкість деструкції рослинних решток, а й зробити висновки щодо забезпеченості ґрунту зв'язаними формами азоту. Серед органічних сполук

вуглецю клітковина є найбільш поширеною. Целюлозолітична активність належить до показників актуальної біологічної активності ґрунту, адже вона відображає його біологічний потенціал, процеси трансформації органічної речовини, характеризує енергетику кругообігу вуглецю мікроорганізмами та визначає рівень родючості й продуктивності ґрунтової біоти. Саме тому дослідження інтенсивності та спрямованості процесів розкладання клітковини залежно від природних і антропогенних чинників має велике наукове та практичне значення.

Важкі метали, що потрапляють у ґрунт внаслідок антропогенного навантаження, чинять істотний вплив на мікробні процеси. Вони здатні знижувати чисельність і різноманітність мікроорганізмів, пригнічувати ферментативну активність та змінювати напрямки трансформаційних процесів. Тому дослідження взаємозв'язку між целюлозолітичною активністю та рівнем забруднення ґрунтів важкими металами є важливим для розуміння механізмів деградації екосистем.

У цьому контексті порівняння різних біоценозів – лісопаркового, сприпоценозу та агроценозу – дає можливість простежити, як природні та антропогенні фактори формують біологічний потенціал ґрунтів. Вивчення цих залежностей дозволяє не лише оцінити сучасний стан ґрунтових систем, але й визначити перспективи їхнього відновлення та підвищення стійкості до забруднення (табл. 1).

Таблиця 1

**Целюлозолітична активність та вміст важких металів ґрунтів
різних біоценозів**

Місяць	Зменшення ваги за вегетаційний період, %	Оцінка целюлозолітичної активності	Pb, мг/кг	Zn, мг/кг	Cu, мг/кг	Cd, мг/кг
Лісопарковий біоценоз						
Червень	61,6	Сильна	14,9	27,9	2,2	1,34
Липень	49,4	Середня	34,1	64,8	18,6	1,89
Серпень	40,7	Середня	51,1	129,8	31,3	2,23
Сприпоценоз						
Червень	83,3	Дуже сильна	43,5	73,8	21,8	2,63
Липень	81,5	Дуже сильна	34,1	64,8	18,6	1,89
Серпень	67,6	Сильна	51,1	129,8	31,3	2,23
Агроценоз						
Червень	45,5	Середня	55,2	140,3	35,7	2,71
Липень	38,7	Слабка	62,8	152,6	41,2	2,85
Серпень	29,6	Слабка	70,5	165,4	47,9	2,93

Аналіз отриманих даних свідчить про наявність оберненої залежності між вмістом важких металів у ґрунті та його целюлозолітичною активністю. У лісопарковому біоценозі, де концентрації Pb, Zn, Cu та Cd є нижчими, спостерігається відносно високий рівень розкладання клітковини, що підтверджує сприятливі умови для функціонування мікробних угруповань.

Сприпоценоз, представлений дендропарком «Софіївка», демонструє найвищі показники активності, що може бути пояснено високим біорізноманіттям та

стабільністю екосистеми. Незважаючи на наявність певного забруднення, ґрунт цього біоценозу зберігає значний біологічний потенціал, що свідчить про його стійкість до впливу токсичних елементів.

Агроценоз характеризується найнижчими показниками целюлозолітичної активності, що корелює з найвищими концентраціями важких металів. Це підтверджує негативний вплив інтенсивного землекористування, застосування агрохімікатів та накопичення токсичних елементів на ґрунтову мікрофлору. Зниження активності свідчить про деградацію біологічних процесів та зменшення родючості ґрунту.

Внесення різних видів органічних добрив – компостів із гною великої рогатої худоби, свиней, курячого посліду, а також вермікомпосту (продукту біологічної переробки органічних відходів за участю дощових черв'яків) та дигестату (залишкового продукту після анаеробного зброджування гною у біогазових установках) – формує різні умови для розвитку мікробних угруповань і визначає динаміку деструкційних процесів протягом вегетаційного періоду. Кожен із цих видів добрив має власні особливості складу та впливу на ґрунтову біоту. Таким чином, використання компостів, вермікомпосту та дигестату дозволяє не лише утилізувати відходи тваринництва, але й створює різні сценарії розвитку мікробних угруповань, що визначають інтенсивність розкладу органічної речовини та рівень біологічної активності ґрунту (рис. 1).

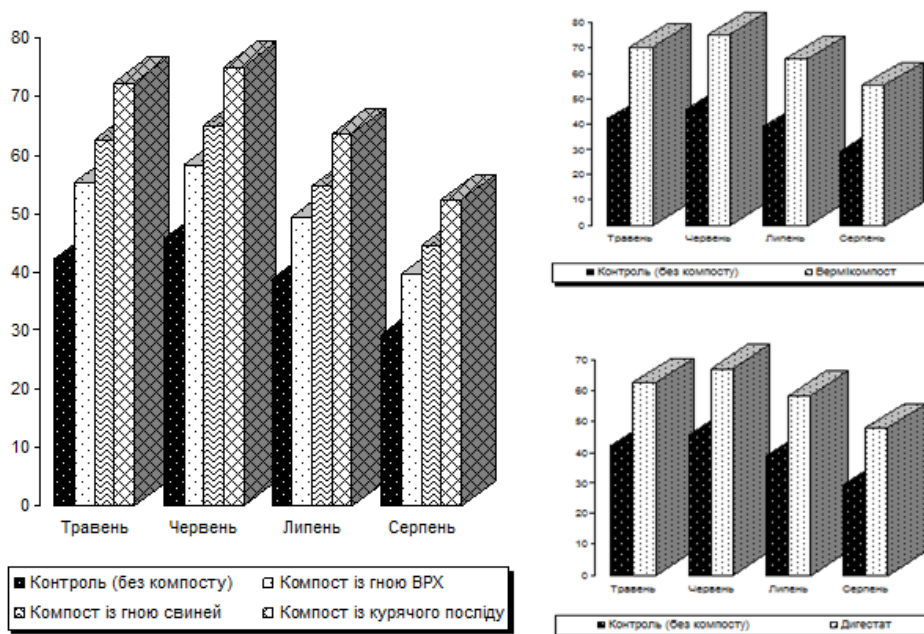


Рис. 1. Динаміка целюлозолітичної активності ґрунту (%) залежно від використання продуктів переробки відходів тваринництва

Аналіз показників, що відображають динаміку целюлозолітичної активності ґрунту при внесенні компостів із гною різних тварин, вермікомпосту та дигестату,

свідчить про суттєві відмінності у впливі цих органічних добрив на мікробні процеси трансформації органічної речовини. Отримані результати підтверджують, що якісний склад добрив, зокрема вміст азоту, фосфору та калію, визначає інтенсивність розкладу целюлози та рівень біологічної активності ґрунту протягом вегетаційного періоду.

Компости із гною великої рогатої худоби забезпечують стабільний, але помірний стимулюючий ефект, що проявляється у поступовому зростанні активності мікроорганізмів. Свинячий компост характеризується вищим вмістом азоту та фосфору, що сприяє швидшій мінералізації органічної речовини, проте ефект є менш тривалим. Курячий послід демонструє максимальні показники активності завдяки високій концентрації поживних елементів, однак його використання потребує обережності через ризик засолення ґрунту.

Вермікомпост, як продукт біологічної переробки органічних відходів дощовими черв'яками, забезпечує найвищий рівень целюлозолітичної активності. Це пояснюється не лише високим вмістом доступних форм макроелементів, але й наявністю біологічно активних речовин, що стимулюють розвиток ґрунтової мікрофлори. Дигестат, отриманий після анаеробного зброджування, має більш помірний, але стабільний ефект, забезпечуючи поступове живлення мікроорганізмів і знижуючи ризики екологічного навантаження.

Таким чином, результати дослідження підтверджують, що внесення органічних добрив різного походження формує різні сценарії розвитку ґрунтових мікробних угруповань і визначає характер деструкційних процесів. Найбільш інтенсивний ефект спостерігається при використанні вермікомпосту та компосту з курячого посліду, тоді як дигестат і компост із гною ВРХ забезпечують більш стабільну, довготривалу дію. Це свідчить про необхідність диференційованого підходу до застосування органічних добрив залежно від агроекологічних умов та цільових завдань землекористування.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Отримані результати підтверджують, що целюлозолітична активність ґрунту є чутливим індикатором його біологічного потенціалу та відображає вплив як природних, так і антропогенних чинників. Встановлено обернену залежність між вмістом важких металів та інтенсивністю розкладання клітковини: у ґрунтах із нижчими концентраціями Pb, Zn, Cu та Cd спостерігається вищий рівень біологічної активності. Лісопарковий біоценоз характеризується відносно сприятливими умовами для функціонування мікробних угруповань, сприпоценоз демонструє найвищу стійкість і біорізноманіття, тоді як агроценоз зазнає найбільшого негативного впливу інтенсивного землекористування та накопичення токсичних елементів.

Внесення органічних добрив різного походження формує різні сценарії розвитку ґрунтової мікрофлори. Найбільш інтенсивний ефект спостерігається при використанні вермікомпосту та компосту з курячого посліду, що забезпечують високий рівень целюлозолітичної активності. Дигестат і компост із гною великої рогатої худоби діють більш стабільно та довготривало, підтримуючи поступове живлення мікроорганізмів і екологічну рівновагу. Це свідчить про необхідність диференційованого підходу до застосування органічних добрив залежно від екологічних умов та цільових завдань землекористування.

Перспективи подальших досліджень полягають у розширенні аналізу взаємозв'язку між целюлозолітичною активністю та іншими показниками біологічної активності ґрунту (нітрогеназна активність, субстрат-індукована респірація,

ферментативний профіль), а також у вивченні довготривалого впливу органічних добрив на мікробні угруповання та стійкість ґрунтових екосистем до забруднення важкими металами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Iost S., Makeschin F., Abiy M., Haubrich F. Biotic Soil Activities. In: Beck E., Bendix J., Kottke I., Makeschin F., Mosandl R. (eds) Gradients in a Tropical Mountain Ecosystem of Ecuador. *Ecological Studies*, 2008. vol 198. https://doi.org/10.1007/978-3-540-73526-7_21
2. Mauro Sarah. Biotic and Abiotic Interactions: The Key Drivers of Soil Microbiome Composition and Health. *J. Biodivers. Biopros. Dev.*, 2025. 11. 138.
3. Xiong Chao, Yahai Lu. Microbiomes in agroecosystem: Diversity, function and assembly mechanisms. *Environ. Microbiol. Rep.*, 2022. 14. P. 833–849.
4. Lee C.S., Li X.D., Shi W.Z., Cheung S.C., Thornton L. Metal contamination in urban, suburban, and country park soils of Hong Kong: A study based on GIS and multivariate statistics. *Sci. Total Environ.*, 2006. 356. 45.
5. Castaldi Simona, Rutigliano Flora, Virzo De Santo Amalia. Suitability of soil microbial parameters as indicators of heavy metal pollution. *Water Air and Soil Pollution*, 2004. 158. P. 21–35. <https://doi.org/10.1023/B:WATE.0000044824.88079.d9>
6. Волкогон В.В. Значення мікроорганізмів для здоров'я ґрунтів та оптимізації формування біоценозів. *Фізіологія рослин і генетика*, 2024. Т. 56, № 1. С. 3–26. [10.15407/frg2024.01.003](https://doi.org/10.15407/frg2024.01.003)
7. Nannipieri P., Badalucco L., Kandeler E., Ruggiero, P. Microbial response to heavy metals in soils. In: Nannipieri, P., Smalla, K. (eds.). *Soil Biochemistry*, 1997. Vol. 9. P. 269–300.
8. Giller K.E., Witter E., McGrath S.P. Toxicity of heavy metals to microorganisms and microbial processes in agricultural soils: A review. *Soil Biology & Biochemistry*, 1998. Vol. 30. Issues 10–11. P. 1389–1414.
9. Hou D., Wang R., O'Connor D. Metal contamination and bioremediation of agricultural soils for food safety and sustainability. *Nature Reviews Earth & Environment*, 2020. 1. P. 366–381. <https://doi.org/10.1038/s43017-020-0055-7>
10. González Henao S., Ghneim-Herrera, T. Heavy Metals in Soils and the Remediation Potential of Bacteria Associated With the Plant Microbiome. *Frontiers in Environmental Science*, 2021. 9. 604216. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.604216>
11. Li J., Wang Y., Chen X. Bacterial–fungal interactions and response to heavy metal contamination of soil in agricultural areas. *Frontiers in Microbiology*, 2024. 15. 1395154. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1395154>
12. Пати́ка В.П., Волкогон В.В., Пасі́чник Л.А. Оці́нка і підви́щення біогенно́сті ґру́нтів в агро́цено́зах: науко́во-мето́дичні реко́мендації. Київ: НАН України, 2024. 62 с.

Дата першого надходження статті до видання: 30.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026

УДК 504.06:556.1:379.85

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.2.41>

РЕКРЕАЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ВОДНИХ РЕСУРСІВ У КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ПРИБЕРЕЖНИХ ТЕРИТОРІЙ

Шуляр Аліна Л. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури,

Поліський національний університет

orcid.org/0000-0002-0823-6814

Шуляр Альона Л. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури,

Поліський національний університет

orcid.org/0000-0002-8462-2135

Трохименко В.З. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури,

Поліський національний університет

orcid.org/0000-0002-1763-3141

Ткачук В.П. – к.с.-г.н.,

Доцент кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури,

Поліський національний університет

orcid.org/0000-0002-4811-6884

Ковальчук Т.І. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри біоресурсів, тваринництва та аквакультури,

Поліський національний університет

orcid.org/0000-0002-8682-3280

У статті здійснено оцінку рекреаційного потенціалу водних ресурсів у контексті забезпечення сталого розвитку прибережних територій. У сучасних умовах зростання антропогенного навантаження на природні екосистеми та підвищення попиту на рекреаційні послуги особливої актуальності набуває раціональне використання водних об'єктів як важливого компонента природно-ресурсного потенціалу територій. Водні ресурси відіграють значну роль у формуванні рекреаційної привабливості регіонів, є вагомим чинником розвитку регіональної економіки, формування туристичної інфраструктури та підвищення рівня якості життя населення. Водночас посилення антропогенного навантаження, активна урбанізація прибережних територій та вплив кліматичних змін зумовлюють необхідність перегляду підходів до їх використання з урахуванням принципів сталого розвитку.

У роботі розглянуто сутність поняття рекреаційного потенціалу водних ресурсів, його складові та чинники формування. Особливу увагу приділено природним, екологічним, соціально-економічним і просторовим передумовам розвитку рекреаційної діяльності на прибережних територіях гідрологічних об'єктів. Проаналізовано значення якісного стану водних екосистем, рівня благоустрою прибережних зон та доступності рекреаційної інфраструктури для ефективного використання біоресурсів у туристично-рекреаційній сфері.

Обґрунтовано необхідність інтегрованого підходу до управління водними ресурсами для забезпечення сталого розвитку прибережних територій, який передбачає поєднання економічних інтересів, екологічних обмежень та соціальних потреб місцевих громад. Відзначено важливу роль сучасних методів моніторингу довкілля, застосування геоінформаційних технологій та впровадження механізмів екологічно орієнтованого управління природними ресурсами.



© Шуляр Аліна Л., Шуляр Альона Л., Трохименко В.З., Ткачук В.П., Ковальчук Т.І., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

Встановлено, що ефективне використання рекреаційного потенціалу водних ресурсів сприяє підвищенню туристичної привабливості територій, активізації місцевої економіки за одночасного збереження природних екосистем. Отримані результати можуть бути використані при розробленні стратегій регіонального розвитку, програм управління водними ресурсами та плануванні рекреаційного використання прибережних територій з урахуванням принципів сталого розвитку.

Ключові слова: гідрологічні об'єкти, прибережна інфраструктура, туризм, рекреаційна діяльність, моніторинг довкілля, концепція сталого розвитку.

Shuliar A.L., Shuliar A.L., Trokhymenko V.Z., Tkachuk V.P., Kovalchuk T.I. Recreational Potential of Water Resources in the Context of Sustainable Development of Coastal Areas

The article assesses the recreational potential of water resources in the context of ensuring sustainable development of coastal areas. In modern conditions of increasing anthropogenic load on natural ecosystems and increasing demand for recreational services, the rational use of water bodies as an important component of the natural resource potential of territories is of particular relevance. Water resources play a significant role in shaping the recreational attractiveness of regions, they are a significant factor in the development of the regional economy, the formation of tourist infrastructure and improving the quality of life of the population. At the same time, the increase in anthropogenic load, active urbanization of coastal areas and the impact of climate change necessitate a review of approaches to their use, taking into account the principles of sustainable development.

The paper examines the essence of the concept of recreational potential of water resources, its components and factors of formation. Particular attention is paid to the natural, ecological, socio-economic and spatial prerequisites for the development of recreational activities in the coastal areas of hydrological objects. The importance of the qualitative state of aquatic ecosystems, the level of coastal zone improvement and the availability of recreational infrastructure for the effective use of bioresources in the tourism and recreation sector is analyzed.

The need for an integrated approach to water resources management to ensure sustainable development of coastal areas is substantiated, which involves combining economic interests, environmental constraints and social needs of local communities. The important role of modern methods of environmental monitoring, the use of geoinformation technologies and the implementation of mechanisms for environmentally oriented management of natural resources is noted.

It is established that the effective use of the recreational potential of water resources contributes to increasing the tourist attractiveness of territories, activating the local economy while preserving natural ecosystems. The results obtained can be used in the development of regional development strategies, water resources management programs and planning the recreational use of coastal areas taking into account the principles of sustainable development.

Key words: Hydrological Objects, Coastal Infrastructure, Tourism, Recreational Activities, Environmental Monitoring, Sustainable Development Concept.

Постановка проблеми. У сучасних умовах глобальних екологічних та соціально-економічних трансформацій особливої актуальності набуває питання раціонального використання водних ресурсів як складової рекреаційного потенціалу територій. Водойми виступають не лише природною основою для організації відпочинку й туризму, а й важливим чинником формування регіональної економіки, розвитку інфраструктури та підвищення якості життя населення. Водночас зростання антропогенного навантаження, урбанізація прибережних зон і кліматичні зміни зумовлюють необхідність переосмислення підходів до їх використання в контексті принципів сталого розвитку [1, с. 197; 2, с. 205; 3, с. 114].

Проблема полягає у суперечності між зростаючим попитом на рекреаційне освоєння прибережних територій та потребою збереження екологічної рівноваги водних екосистем. Недостатній рівень інтеграції природоохоронних, економічних і соціальних механізмів управління водними ресурсами призводить до деградації природного середовища, зниження туристичної привабливості регіонів та втрати довгострокових економічних переваг. Таким чином, постає необхідність

формування збалансованої моделі використання водного потенціалу, що поєднувала б рекреаційну ефективність із екологічною безпекою [4, с. 254; 5, с. 1055; 6, с. 646].

Зазначена проблема безпосередньо пов'язана з реалізацією стратегічних завдань регіонального розвитку, удосконаленням системи територіального планування та впровадженням концепції сталого природокористування. Її вирішення має як наукове значення – у частині обґрунтування теоретико-методологічних підходів до оцінки рекреаційного потенціалу, – так і практичне, що полягає у розробленні ефективних механізмів управління прибережними територіями та підвищенні конкурентоспроможності туристичної галузі [1, с. 118; 7, с. 659].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сучасній науковій літературі зростає увага до концепції рекреаційного потенціалу природних ресурсів, зокрема водних, як ключового чинника сталого розвитку регіонів. Так, у низці праць розглядаються теоретико-методичні основи оцінювання рекреаційного потенціалу природних систем, включно з гідрологічними компонентами, що формують привабливість територій для рекреації та туризму. Ці дослідження акцентують увагу на значенні екологічної стабільності, інфраструктурної бази та соціально-економічних умов для ефективного використання рекреаційно-туристичних ресурсів загалом, що є важливим для комплексного розуміння водних ресурсів у контексті сталого розвитку [8, с. 82; 9, с. 240]. Окремі публікації присвячують увагу водокористуванню саме як компоненту місцевого розвитку та добробуту громад, аналізуючи роль гідрологічних об'єктів у формуванні рекреаційних просторів та вказує на значення якості води й екологічного стану водойм для включення їх у плани місцевого розвитку. Такі підходи підкреслюють взаємозв'язок між доступністю водних ресурсів, діяльністю органів самоврядування і потребами населення у рекреації, що є актуальним для аналізу прибережних територій [10, с. 853].

У контексті стратегічного планування сталого розвитку прибережних зон, у науковій літературі акцентується на необхідності інтегрованих політик управління природними ресурсами. Огляд сучасних політик показує, що сталий розвиток прибережних територій потребує не лише збереження природних характеристик, а й раціонального використання рекреаційних можливостей з екологічною відповідальністю та соціальною інклюзією, що узгоджується з міжнародними цілями сталого розвитку узбережжя та водних екосистем [9, с. 243; 11; 12].

Низка наукових досліджень зосереджується на практичних аспектах рекреаційного потенціалу водних об'єктів, включаючи оцінювання річкової мережі та її використання для водного туризму, а також на необхідності **комплексної оцінки водних ресурсів як основи для розвитку рекреаційного потенціалу прибережних і прилеглих територій**. Такі емпіричні роботи демонструють, як складові рекреаційного потенціалу (географічні, інфраструктурні, екологічні) можуть бути диференційовані та включені у стратегії розвитку регіонів, що прагнуть підвищити конкурентоспроможність через сталий водний туризм. Зазначені дослідження акцентують увагу на морфометричних та гідрологічних характеристиках водних об'єктів (річок, озер, ставків) і їх придатності для рекреаційної діяльності в громадах, що дозволяє обґрунтувати різні види відпочинку та водного туризму з урахуванням природних умов і довкілля [8, с. 83; 10, с. 853; 13, с. 135; 14].

Важливим та актуальним напрямом сучасних досліджень також є **аналіз екологічних наслідків рекреаційного використання водних ресурсів** та розробка механізмів їх захисту. Українські та іноземні науковці доводять, що без належного управління рекреаційні навантаження на береги річок та озер можуть

призводити до забруднення та деградації прибережних смуг, що негативно впливає на якість води та стан природних екосистем. Саме тому сталий розвиток рекреаційних територій неможливий без інтеграції екологічних норм, моніторингу антропогенного навантаження й інструментів охорони водних ресурсів [4, с. 307; 16; 17; 18, с. 56].

Постановка завдання. В умовах посилення антропогенного навантаження, кліматичних змін та зростання попиту на якісні рекреаційні послуги особливої актуальності набуває проблема раціонального використання водних ресурсів як основи розвитку прибережних територій. Наявний рекреаційний потенціал водних об'єктів часто використовується фрагментарно або без урахування екологічних обмежень, що призводить до деградації прибережних екосистем і зниження їх соціально-економічної цінності. Водночас відсутність комплексних підходів до оцінювання та управління рекреаційним потенціалом водних ресурсів у системі сталого розвитку ускладнює формування ефективних стратегій територіального планування. Це зумовлює необхідність наукового обґрунтування механізмів збалансованого використання водних ресурсів, які б поєднували економічну ефективність, екологічну безпеку та соціальну орієнтованість розвитку прибережних територій.

Виклад основного матеріалу дослідження. Рекреаційний потенціал водних ресурсів – це комплекс природних, економічних та соціальних властивостей водних об'єктів (рік, озер, морських узбережь, водосховищ), які формують можливість для організації різноманітних рекреаційних, туристичних і оздоровчих видів діяльності та задоволення потреб суспільства у відпочинку, здоров'ї й дозвіллі. Вітчизняні дослідження розглядають рекреаційний потенціал як сукупність природних умов (гідрологічних, ландшафтних, кліматичних), транспортної доступності, інфраструктурного забезпечення та соціально-економічних передумов, що визначають привабливість території для рекреаційного використання й ефективність його розвитку – тобто він визначає не лише наявність водних ресурсів, а й їх здатність забезпечувати сталу рекреацію та туризм без деградації середовища [19, с. 185; 20, с. 44].

У науковій іноземній літературі поняття рекреаційного потенціалу водних ресурсів також акцентує увагу на їх ролі як природного ресурсу, що обслуговує культурні і дозвіллі потреби людей, підтримує економічну діяльність у сфері рекреації та туризму і є ключовою складовою туристично-рекреаційного потенціалу регіону. Це включає не лише сторону природної привабливості водних ландшафтів (сучасні дослідження підкреслюють значення доступності води для життя та відпочинку), але й їх екологічну якість, інфраструктуру доступу та можливість забезпечення сталого, збалансованого використання без надмірного навантаження на екосистему [21, с. 49; 22, с. 87].

Прибережний туризм функціонує як складна багатокомпонентна система, що ґрунтується на взаємодії п'яти ключових елементів: природного середовища (прибережних ресурсів), місцевого громадського управління та соціальної солідарності, інституційно-державної політики, економічної діяльності та раціональності, а також рекреаційних можливостей. Концептуально він базується на використанні природно цінного й екологічно вразливого прибережного середовища як ресурсної основи туристичної діяльності. Окрім екосистемних функцій, прибережні території забезпечують широкий спектр форм активного й пасивного відпочинку – від пішохідного та велосипедного туризму до водних видів спорту, рибальства й екологічного спостереження [5, с. 1053; 23, с. 85].

У цьому контексті прибережний туризм розглядається як важливий напрям диверсифікації місцевої економіки та підвищення зайнятості населення, що підсилює соціально-економічний потенціал територій. Водночас його ефективність безпосередньо залежить від рівня розвитку громадського управління, узгодженості інтересів зацікавлених сторін та дотримання принципів сталого використання природних ресурсів, оскільки історично сформований взаємозв'язок між прибережними екосистемами та місцевими громадами передбачає взаємну вигоду за умови збереження екологічної рівноваги [6, с. 643].

Місцеві громади традиційно охороняють прибережні ресурси, оскільки останні забезпечують матеріальне підґрунтя їхнього існування та водночас мають важливе духовне й культурне значення. Прибережні екосистеми формують природний капітал територій, забезпечуючи чисте повітря, водні ресурси та придатні для господарювання землі, що є передумовою економічної стабільності регіону. Наразі наукова література свідчить про недостатню увагу до проблематики функціонування та розвитку прибережних територій і туризму в офіційних стратегіях та нормативних документах. Це зумовлює необхідність формування чіткої інституційної основи – або шляхом розширення повноважень існуючих органів управління природними ресурсами, або через створення спеціалізованих структур і окремої політики щодо прибережного туризму, що дозволить забезпечити узгодженість дій і врахування міжсекторальних взаємозв'язків [23, с. 105; 24, с. 199].

Водночас рекреаційне та туристичне використання прибережних територій супроводжується значним антропогенним навантаженням на вразливі та екологічно цінні екосистеми. Це актуалізує питання забезпечення їх довгострокової екологічної стійкості як передумови збереження економічної та соціальної ефективності прибережного туризму. Сталість природних ресурсів безпосередньо визначає сталість туристичної діяльності, оскільки деградація довкілля неминуче призводить до зниження привабливості територій і їх конкурентоспроможності [17; 25, с. 322].

Отже, сучасний науковий підхід передбачає інтеграцію екологічних, соціальних та економічних аспектів у систему управління прибережним туризмом з метою забезпечення оптимального балансу між збереженням ресурсів і їх раціональним використанням, що ілюструє структурно-функціональна модель реалізації прибережного туристичного потенціалу, представлена нами на рисунку 1.

Сучасні аспекти розвитку та використання водних ресурсів у контексті сталого розвитку прибережних територій характеризуються переходом від екстенсивної моделі природокористування до інтегрованого управління, що поєднує екологічні, економічні та соціальні пріоритети. Водні ресурси розглядаються не лише як природна основа рекреаційної діяльності, а й як стратегічний фактор регіональної конкурентоспроможності. Зростання попиту на якісний відпочинок, екологічний туризм і водні види спорту стимулює розвиток прибережної інфраструктури, водночас актуалізуючи питання збереження природної рівноваги та мінімізації антропогенного навантаження [11; 14; 20, с. 44; 25, с. 277; 26; 27].

Одним із ключових сучасних напрямів є впровадження принципів інтегрованого управління водними та прибережними ресурсами, що передбачає узгодження інтересів держави, бізнесу та місцевих громад. Такий підхід спрямований на забезпечення раціонального використання водних об'єктів для рекреації без погіршення їх екологічного стану. Особливого значення набуває екосистемний підхід, який враховує природну вразливість прибережних екосистем і необхідність підтримання їх відновлювальної здатності [9, с. 244; 12; 18, с. 57; 28].

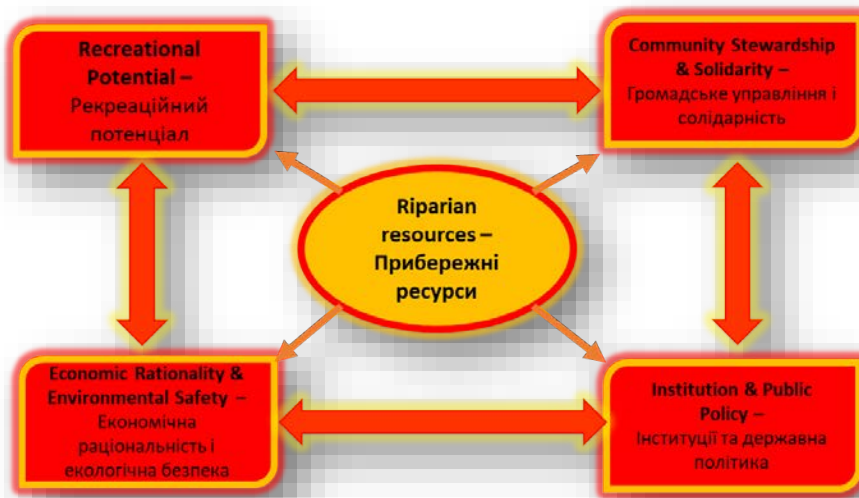


Рис. 1. Структурно-функціональна модель реалізації прибережного туристичного потенціалу

Суттєвим інноваційним аспектом є цифровізація та використання сучасних методів моніторингу стану водних ресурсів. Геоінформаційні системи, дистанційне зондування Землі та інструменти екологічного аудиту дозволяють здійснювати оцінювання рекреаційного потенціалу водних об'єктів на основі комплексних показників якості води, ландшафтної привабливості та інфраструктурної забезпеченості. Це сприяє обґрунтованому плануванню розвитку прибережних територій та зниженню ризиків їх деградації [29, с. 51; 30, с. 1298]. Важливою складовою сучасного розвитку є орієнтація на кліматичну адаптацію прибережних зон. Підвищення рівня води, ерозійні процеси та екстремальні погодні явища безпосередньо впливають на функціонування рекреаційних систем. Тому стратегічне планування має враховувати заходи з інженерного захисту узбережж, відновлення природних буферних екосистем та впровадження природоорієнтованих рішень, що забезпечують довгострокову стійкість територій [6, с. 651; 12; 16; 17; 18, с. 55].

Крім того, сучасна практика підкреслює зростання ролі місцевих громад у формуванні та реалізації рекреаційного потенціалу водних ресурсів. Децентралізаційні процеси та розвиток громадського управління сприяють підвищенню відповідальності за збереження водних екосистем і стимулюють розвиток малих форм підприємництва у сфері водного туризму. Ефективне використання рекреаційного потенціалу водних ресурсів у прибережних територіях можливе лише за умов поєднання екологічної безпеки, економічної доцільності та соціальної згуртованості, що відповідає принципам сталого використання та розвитку [3, с. 159; 5, с. 1057; 8, с. 83; 10, с. 139; 13, с. 136; 15].

У нинішніх умовах вартий уваги міждисциплінарний метод сталого розвитку та використання природних, у тому числі водних, ресурсів – рисунок 2.

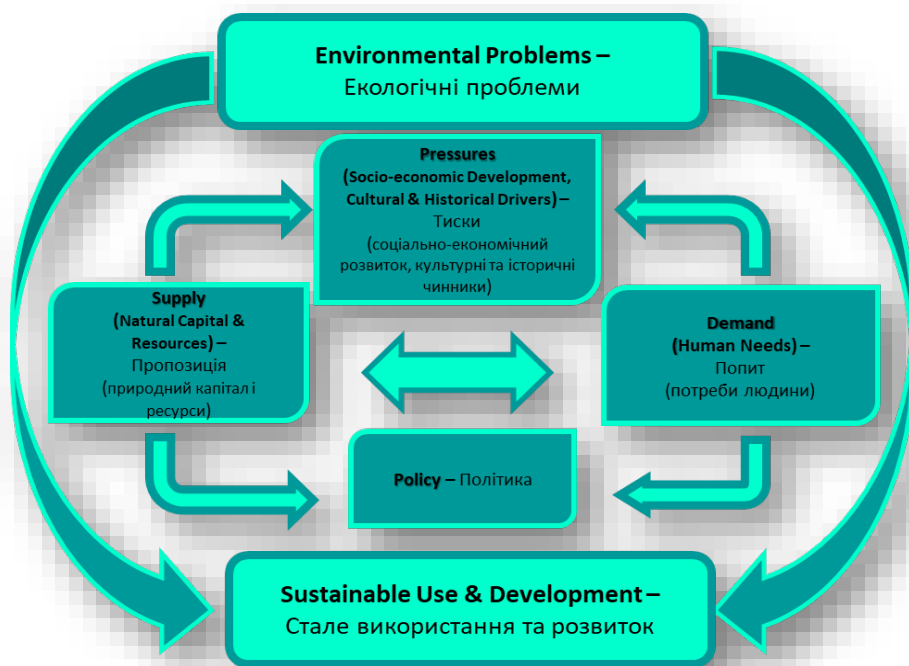


Рис. 2. Схема інтегрованого підходу до сталого управління ресурсами

Він являє собою це системно організований підхід, що об'єднує пов'язані процедури та інструменти, та може бути адаптований залежно від особливостей і масштабу конкретної проблеми або території. Ця методика зосереджується на прийнятті рішень на основі конфліктів та спрямована на пошук балансу між збереженням природних ландшафтів як природного капіталу та ресурсів і задоволенням потреб людини, враховуючи вплив людської діяльності на довкілля [23, с. 98; 26].

Висновки і пропозиції. Отже, рекреаційний потенціал водних ресурсів є важливою складовою сталого розвитку прибережних територій, оскільки поєднує природно-екологічні, соціальні та економічні функції. Раціональне використання водних об'єктів для рекреаційних потреб сприяє підвищенню інвестиційної привабливості регіонів, розвитку місцевого підприємництва та зростанню зайнятості населення.

Водночас ефективність реалізації цього потенціалу безпосередньо залежить від стану водних екосистем, рівня інфраструктурного забезпечення та якості управлінських рішень у сфері природокористування. Забезпечення довгострокової стійкості прибережних територій можливе лише за умови інтегрованого підходу до регіонального управління водними ресурсами та прибережних територій, який передбачає впровадження сучасних технологій моніторингу, дотримання екологічних нормативів та налагодження механізмів громадської участі. Поєднання принципів екологічної безпеки, економічної доцільності та соціальної відповідальності формує підґрунтя для збалансованого використання рекреаційного

потенціалу водних ресурсів і відповідає стратегічним засадам сталого розвитку прибережних територій. Водночас потребує вдосконалення нормативно-правове регулювання рекреаційного використання водних об'єктів і стимулювання розвитку екологічно орієнтованого підприємництва задля збереження природних екосистем та підвищення економічної ефективності прибережних територій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бейдик О. Рекреаційні ресурси України. Київ: Альтерпрес, 2009. 312 с.
2. Любіцева О. О. Ринок туристичних послуг (геопросторові аспекти). Київ: Альтерпрес, 2002. 248 с.
3. World Tourism Organization. Sustainable Development of Tourism: A Compilation of Good Practices. Madrid: UNWTO, 2013. 176 p.
4. Gössling S. (Ed.). Managing Coastal Tourism Resorts. Wallingford: CABI Publishing, 2006. 342 p.
5. Hall C. M. Constructing sustainable tourism development: The 2030 Agenda and the managerial ecology of sustainable tourism. *Journal of Sustainable Tourism*. 2019. Vol. 27. № 7. P. 1044–1060. DOI: <https://doi.org/10.1080/09669582.2018.1560456>.
6. Gössling S., Scott D., Hall C. M. Tourism and water: Interactions, impacts and challenges. *Journal of Sustainable Tourism*. 2015. Vol. 23. № 5. P. 639–659. DOI: <https://doi.org/10.1080/09669582.2014.1000461>.
7. Єрмаков Ю. Ю., Сакун А. О. Екологічні проблеми прибережних рекреаційних територій річок і водойм. *Теоретичні та практичні дослідження молодих вчених*: зб. тез доп. 19-ї Міжнар. наук.-практ. конф. магістрантів та аспірантів, 19-21 листоп. 2025 р. Харків : НТУ «ХПІ», 2025. С. 659.
8. Сас Л. С., Дожук Д. М. Формування умов ефективного розвитку рекреаційного потенціалу Карпатського регіону. *Сталий розвиток економіки*. 2024. № 4 (51). С. 81-84. DOI: <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2024-51-11>.
9. Putra A., Dewata I., Hermon D. Sustainable Development-Based Coastal Management Policy Development: A Literature Review. *Journal of Sustainability Science and Management*. 2023. Vol. 18. P. 238-246. DOI: <http://doi.org/10.46754/jssm.2023.01.015>.
10. Шинкаренко У., Крамаренко О. Роль рекреаційного водокористування у міському самоврядуванні (Коростишівська ОТГ). *Науковий вісник Чернівецького університету*. 2025. № 853. С. 131-142. DOI: <https://doi.org/10.31861/geo.2025.853.131-142>.
11. Map Of The Week – Integrated Coastal Zone Management In Practice. *European Commission* : website. URL: <https://surl.lt/xrmirf> (дата звернення: 25.02.2026).
12. Integrated management of coastal zones. *FAO* : website. URL: <https://www.fao.org/4/t0708e/T0708E01.htm> (дата звернення: 25.02.2026).
13. Нромук О. М., Korotun S. I., Skoryna T. M. Перспективи використання водних ресурсів Маневицької об'єднаної територіальної громади Камінь-Каширського району Волинської області України в рекреаційній діяльності. *Rehabilitation and Recreation*. 2025. Вип. 19. № 1. С. 127–138. DOI: <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2025.19.1.12>.
14. Лабарткава В. К. Туристично-рекреаційний потенціал річкової мережі Львівської області як основа для розробки диференційованих стратегій розвитку водного туризму. *Економіка та суспільство*. 2025. Вип. 81. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-81-31>.
15. Єрмаков Ю. Ю., Сакун А. О. Екологічні проблеми прибережних рекреаційних територій річок і водойм. URL: <https://surl.li/diedcq> (дата звернення: 28.02.2026).

16. Esmer Y., Kaya T., Sivri N. The Potential Impact of Micro/Mesoplastic Pollution on Beach Recreation: Determining Economic Value Losses with Comparative Models. *Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences: Advanced Online Publication*. 2026. DOI: <https://doi.org/10.52998/trjmms.1815516>.
17. Bergmann M., Gutow L., Klages M. Marine anthropogenic litter. Springer, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3>.
18. Петрушенко М. М. Стійкий розвиток узбережжя та парково-рекреаційних територій у контексті використання екосистемних послуг блакитної економіки. *Вісник економічної науки України*. 2024. № 2. С. 54-62. DOI: [https://doi.org/10.37405/1729-7206.2024.2\(47\).54-62](https://doi.org/10.37405/1729-7206.2024.2(47).54-62).
19. Хільчевський В. К., Гребінь В. В. Водні об'єкти України та рекреаційне оцінювання якості води: навч. посібник. Київ: ДІА, 2022. 240 с.
20. Шаблій О. І., Касянчук З. О. Нові підходи до категорії «рекреаційний потенціал». *Економічна та соціальна географія*. 1995. Вип. 47. С. 38-47.
21. Dahal R., Chakraborty S. The study of riparian areas in tourism: toward a conceptual framework of riparian tourism. *Proceedings of IAHS*. 2024. Vol. 387. P. 47-51. DOI: <https://doi.org/10.5194/piahs-387-47-2024>.
22. Verry E. S., Dolloff C. A., Manning M. E. Riparian ecotone: a functional definition and delineation for resource assessment. *Water Air: Soil Poll.* 2004. Vol. 4. P. 67-94. DOI: <https://doi.org/10.1023/B:WAFO.0000012825.77300.08>.
23. Zaimes G. Understanding Arizona's Riparian Areas. College of Agriculture and Life Sciences, The University of Arizona. Tucson: AZ, 2007. 110 p. URL: <https://surl.li/vlabrp> (дата звернення: 28.02.2026).
24. Сталий розвиток регіонів України: теорія і практика: монографія / за ред. В. С. Кравціва. Львів, 2019. 256 с.
25. Lück M. Coastal Tourism: Sustainability and Management. Wallingford: CABI, 2008. 368 p.
26. Kalogiannidis S., Kalfas D., Giannarakis G., Paschalidou M. Integration of Water Resources Management Strategies in Land Use Planning towards Environmental Conservation. *Sustainability*. 2023. Vol. 15 (21). P. 15242. DOI: <https://doi.org/10.3390/su152115242/>.
27. Chakraborty S., Saha S. K., Selim S. A. Recreational Services In Tourism Dominated Coastal Ecosystems: Bringing The Non-Economic Values Into Focus. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*. 2020. Vol. 30. P. 100279. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jort.2020.100279>.
28. Corridore M., de Jesús Crespo R., Valladares-Castellanos M., Douthat T. From the Mountains to the Beach: Water Purification Ecosystem Services and Recreational Beach Use in Puerto Rico. *Sustainability*. 2025. Vol. 17(6). P. 2556. DOI: <https://doi.org/10.3390/su17062556>.
29. Бондар О. І., Машков О. А., Коржнев М. М. Геоінформаційні системи в екологічному моніторингу водних ресурсів України. *Екологічна безпека та природокористування*. 2020. № 3 (35). С. 45–56. DOI: <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2020.3.45-56>.
30. Gholizadeh M. H., Melesse A. M., Reddi L. A. Comprehensive Review on Water Quality Parameters Estimation Using Remote Sensing Techniques. *Sensors*. 2016. Vol. 16 (8). P. 1298. DOI: <https://doi.org/10.3390/s16081298>.

Дата першого надходження статті до видання: 14.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

Алексєєв В.О.	237	Марковська О.Є.	62
Бердін С.І.	118	Марченко Т.Ю.	36
Бубнікович А.В.	43	Мельник А.В.	18
Бутенко С.О.	118	Миленька М.М.	285
Вишневецька Л.В.	136	Міщенко М.Г.	153
Вовк М.А.	337	Міщенко О.В.	205
Гайдаш О.Л.	175	Міщенко С.В.	36
Гончар Л.М.	9	Нейко І.С.	296
Гончарук В.В.	306	Несвятипаска В.Ю.	225
Градченко С.І.	62	Новак Ж.М.	3
Гурський І.М.	313	Онищенко А.О.	215
Гусак В.В.	99	Осадча Ю.В.	205
Дегтярьов В.В.	253	Осипова Л.С.	43
Дмитрик П.М.	99	Панкова С.О.	54
Дробіт О.С.	175	Панцирева Г.В.	54
Дудка А.А.	18	Парахненко В.Г.	306
Дудченко В.В.	62	Парубок В.О.	313
Завгородня С.В.	112	Патик С.М.	175
Заїка В.К.	99	Піковський М.Й.	62
Захарчук Д. В.	185	Побережець Ю.М.	197
Кватернюк С.М.	306	Поліщук О.С.	261
Кириченко Г.І.	36	Понікарчик С.В.	337
Коваль Т.В.	221	Понько Л.П.	225
Ковальчук Т.І.	344	Приліпко Т.М.	221
Коляда В.П.	43	Рекленко С.М.	18
Конкс Т.М.	215	Риженко А.С.	146
Коньшин Р.В.	253	Романько Ю.О.	18
Кочук-Ященко О.А.	185	Самчук В.М.	320
Кравченко В.С.	136	Сапужак Р.Р.	70
Криштоп Є.А.	269	Сеник І.І.	105
Кудрик Н.А.	225	Сидоренко О.В.	205
Кучеренко В.А.	337	Сидоренко О.Ю.	328
Лавриненко Ю.О.	36	Сімчук А.П.	99
Леонець С.О.	185	Сороколіт Є.М.	18
Лі Жуїцзе.	18	Стопчак В.М.	105
Лошкова Ю.М.	278	Танасов С.С.	105
Лучак І.П.	285	Тимофійшин І.І.	225
Любич В.В.	3	Тимошук О.І.	112
Мазуренко Б.О.	9	Ткаченко О.М.	118
Мандебура С.В.	306	Ткачук В.П.	344
Мандрик Ю.Ю.	197	Токарев В.М.	129

Трохименко В.З.	344	Шуляр Аліна Л.	344
Флоренко М.П.	136	Шуляр Альона Л.	344
Халін С.Ф.	43	Шуплик В.В.	225
Царук І.В.	146	Юркевич Є.О.	175
Цвігун А.Т.	225	Яковчук В.С.	225
Циганська О.І.	54	Ivaniv M.O.	89
Циліюрик О.І.	153	Mynkina H.O.	28
Цицюра Я.Г.	161	Sheiko V.A.	244
Чернишенко О.Я.	105	Svydenko S.V.	78
Чудак Р.А.	237	Sydiakina O.V.	89
Шевченко Н.О.	337	Valentiuk N.O.	78

ЗМІСТ

ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО, ОВОЧІВНИЦТВО ТА БАШТАННИЦТВО	3
Любич В.В., Новак Ж.М. Селекційна цінність тетраплоїдних видів пшениці (Картлійська, Польська, Ефіопська, полба Ісфганська) за показниками продуктивності	3
Мазуренко Б.О., Гончар Л.М. Вплив норми мінеральних добрив на урожайність стебел та консервативний вихід цукру при вирощуванні сорго цукрового	9
Мельник А.В., Романько Ю.О., Сороколіт Є.М., Дудка А.А., Лі Жуїцзе, Рекленко С.М. Сортові особливості формування показників якості зерна сої за застосування регуляторів росту з антистресовою дією в умовах Лівобережного Лісостепу України	18
Mynkina Н.О. Yield of sugar beet roots as a function of agronomic factors under irrigated conditions in Southern Ukraine.....	28
Мищенко С.В., Кириченко Г.І., Лавриненко Ю.О., Марченко Т.Ю. Антиоксидантний захист <i>Cannabis sativa</i> L. від токсичної дії хімічних гаметоцидів	36
Осипова Л.С., Халін С.Ф., Коляда В.П., Бубнікович А.В. Продуктивні особливості індетермінантного гібриду томату Пінк Делайт F1 за різної густоти вирощування в умовах закритого ґрунту Київської області	43
Панцирева Г.В., Циганська О.І., Панкова С.О. Біологічні особливості та технологічні аспекти живцювання троянд (<i>Rosa spp.</i>) у тепличних умовах	54
Піковський М.Й., Дудченко В.В., Марковська О.Є., Градченко С.І. Аналіз видового складу шкідливих організмів <i>Paulownia</i> spp.: фітосанітарні ризики	62
Сапужак Р.Р. Фунгіцидний захист колосу пшениці озимої при переході на європейські стандарти	70
Svydenko S.V., Valentiuk N.O. Impact of irrigation and cultivar traits on morpho-biological parameters of <i>Monarda fistulosa</i> L.	78
Sydiakina O.V., Ivaniv M.O. Trends in global tomato production and priorities for the recovery of the domestic industry under conditions of global instability	89
Сімчук А.П., Заїка В.К., Гусак В.В., Дмитрик П.М. Ефективність використання біологічних препаратів в органічному виробництві	99
Танасов С.С., Сеник І.І., Чернишенко О.Я., Стопчак В.М. Вплив операцій післяпосівного обробітку ґрунту на ефективність базових гербіцидів в посівах кукурудзи.....	105
Тимошук О.І., Завгородня С.В. Ефективність позакореневого підживлення соняшнику ПОЛІАМІКСОМ	112
Ткаченко О.М., Бердін С.І., Бутенко С.О. Загальні підходи до удосконалення внутрішньогосподарського насінництва овочевого гороху з використанням досвіду насінництва гороху посівного	118
Токарев В.М. Агрофармакологічні підходи до захисту кукурудзи в умовах імплементації вимог Європейського Союзу	129
Флоренко М.П., Кравченко В.С., Вишневська Л.В. Основи агробіологічного забезпечення продуктивності огірка в умовах зимового тепличного вирощування	136

Царук І.В., Риженко А.С. Енергетична продуктивність озимих культур родини <i>Brassicaceae</i> залежно від ширини міжрядь в умовах Лівобережного Лісостепу України.....	146
Цилюрик О.І., Міщенко М.Г. Ефективність застосування регуляторів росту та мікродобрив у посівах пшениці озимої Північного Степу України.....	153
Цицюра Я.Г. Роль гідротермічних умов у формуванні лінійних параметрів насіння сортів редьки олійної.....	161
Юркевич Є.О., Дробіт О.С., Патик С.М., Гайдаш О.Л. Формування структури врожаю та насінневої продуктивності гороху за поширення комплексу шкідливих організмів.....	175

ТВАРИННИЦТВО, КОРМОВИРОБНИЦТВО, ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ПЕРЕРОБКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ.....

Кочук-Ященко О.А., Леонєв С.О., Захарчук Д. В. Господарські корисні ознаки корів різних генерацій.....	185
Мандрик Ю.Ю., Побережець Ю.М. Продуктивність та якісні показники яєць курок-несучок за використання пробіотика.....	197
Міщенко О.В., Сидоренко О.В., Осадча Ю.В. Метаболічний аналіз плазми та його зв'язок з імунною функцією та метаболічними змінами у молочних корів голштинської породи в перипартальному періоді.....	205
Онищенко А.О., Конкс Т.М. Стресостійкість та адаптаційна здатність молодняку свиней за етологічними та імунологічними показниками.....	215
Приліпко Т.М., Коваль Т.В. Динаміка біохімічних показників крові бройлерів при введенні до раціону гороху.....	221
Цвігун А.Т., Кудрик Н.А., Понько Л.П., Несвятипаска В.Ю., Шуплик В.В., Яковчук В.С., Тимофійшин І.І. Молочна продуктивність овець породи лакон в умовах Поділля.....	225
Чудак Р.А., Алексєєв В.О. Вплив фітобіотичної добавки на морфологічні та біохімічні показники крові перепілок.....	237
Sheiko V.A. Assessment of meat productivity of sheep as a fundamental indicator of the efficiency of sheep farming industry.....	244

МЕЛІОРАЦІЯ І РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТІВ.....

Коньшин Р.В., Дегтярьов В.В. Склад органічної частини мілітарно пошкоджених піролізом чорноземів типових Лівобережного Лісостепу України.....	253
Поліщук О.С. Оцінка можливості вирощування сої в умовах сучасних показників теплозабезпеченості зони Західного Полісся.....	261

ЕКОЛОГІЯ, ІХТІОЛОГІЯ ТА АКВАКУЛЬТУРА.....

Криштон Є.А. Мікропластик в агроландшафтах: оцінка екологічних ризиків та системні підходи до сталого управління.....	269
Лошкова Ю.М. Аналіз отриманих результатів вирощування <i>Cyprinus carpio</i> у ставовому господарстві Півдня України.....	278
Лучак І.П., Миленька М.М. Самосійні ліси на сільськогосподарських землях як фактор скорочення вуглецевого сліду аграрного сектору.....	285
Нейко І.С. Вплив кліматичних змін на морфометричні характеристики та репродуктивні функції сосни звичайної (<i>Pinus sylvestris</i> L.) фінського походження в умовах Вінниччини.....	296

Парахненко В.Г., Мандебура С.В., Кватернюк С.М., Гончарук В.В. Вплив домінування інвазійної флори на видове різноманіття рослинних угруповань українського Лісостепу.....	306
Парубок В.О., Гурський І.М. Аналіз міжнародних нормативних документів у сфері поводження з відходами та перспективи їхнього застосування в Україні.....	313
Самчук В.М. Оцінювання стану зелених насаджень міст: методичні та практичні аспекти	320
Сидоренко О.Ю. Вплив екологічних стресорів на психоемоційний стан персоналу аграрного сектору в умовах сучасних кризових викликів.....	328
Шевченко Н.О., Вовк М.А., Кучеренко В.А., Понікарчик С.В. Біотична активність ґрунтів: вплив важких металів та перспективи використання продуктів переробки відходів тваринництва.....	337
Шуляр Аліна Л., Шуляр Альона Л., Трохименко В.З., Ткачук В.П., Ковальчук Т.І. Рекреаційний потенціал водних ресурсів у контексті сталого розвитку прибережних територій.....	344

CONTENTS

AGRICULTURE, CROP PRODUCTION, VEGETABLE AND MELON GROWING.....	3
Liubych V.V., Novak Zh.M. Selection value of tetraploid wheat species (Kartli, Polish, Ethiopian, Isfahan spelt) by productivity indicators	3
Mazurenko B.O., Honchar L.M. Effect of mineral fertilizer rates on stem yield and ethanol output in sweet sorghum cultivation.....	9
Melnyk A.V., Romanko Yu.O., Sorokolit Ye.M., Dudka A.A., Li Zhuitsze, Reklenko S.M. Varietal features of soybean grain quality indicators formation using growth regulators with antistress effect under the conditions of the Left Bank Forest-Steppe of Ukraine.....	18
Mynkina H.O. Yield of sugar beet roots as a function of agronomic factors under irrigated conditions in Southern Ukraine.....	28
Mishchenko S.V., Kyrychenko H.I., Lavrynenko Yu.O., Marchenko T.Yu. Antioxidant protection of <i>Cannabis sativa</i> L. against the toxic effects of chemical gametocides.....	36
Osypova L.S., Khalin S.F., Koliada V.P., Bubnikovych A.V. Productive features of the indeterminant hybrid tomato Pink Delight F1 at different growing densities in closed soil conditions of the Kyiv region	43
Pantsyreva H.V., Tsyhanska O.I., Pankova S.O. Biological features and technological aspects of rose (<i>Rosa spp.</i>) grafting in greenhouse conditions.....	54
Pikovskiy M.Y., Dudchenko V.V., Markovska O.Ye., Hradchenko S.I. Analysis of the species composition of harmful organisms of <i>Paulownia spp.</i> : phytosanitary risks	62
Sapuzhak R.R. Fungicidal protection of winter wheat heads under transition to European standards.....	70
Svydenko S.V., Valentiuk N.O. Impact of irrigation and cultivar traits on morpho-biological parameters of <i>Monarda fistulosa</i> L.	78
Sydiakina O.V., Ivaniv M.O. Trends in global tomato production and priorities for the recovery of the domestic industry under conditions of global instability	89
Simchuk A.P., Zaika V.K., Husak V.V., Dmytryk P.M. Efficiency of the use of biological preparations in organic production	99
Tanasov S.S., Senyk I.I., Chernyshenko O.Ya., Stopchak V.M. Effect of post-sowing soil tillage operations on the efficacy of basic herbicides in corn crops.....	105
Tymoshchuk O.I., Zavorodnia S.V. Efficiency of foliar fertilization of sunflower with POLIAMIX.....	112
Tkachenko O.M., Berdin S.I., Butenko S.O. General approaches to improving on-farm seed production of vegetable pea using the experience of field pea seed production	118
Tokariiev V.M. Agropharmacological approaches to corn protection in the conditions of implementation of European Union requirements.....	129
Florenko M.P., Kravchenko V.S., Vyshnevskaya L.V. Agrobiological foundations for increasing cucumber productivity in a winter greenhouse.....	136

Tsaruk I.V., Ryzhenko A.S. Energy productivity of winter crops of the <i>Brassicaceae</i> family depending on row spacing under the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine	146
Tsyliuryk O.I., Mishchenko M.H. Efficiency of growth regulators and micronutrients application in winter wheat crops of the Northern Steppe of Ukraine.....	153
Tsytsiura Ya.G. The role of hydrothermal conditions in the formation of linear parameters of oilseed radish variety seeds	161
Yurkevych Ye.O., Drobit O.S., Patyk S.M., Haidash O.L. Formation of yield structure and seed productivity of peas during the spread of a complex of harmful organisms	175
ANIMAL HUSBANDRY, FEED PRODUCTION, STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTS	185
Kochuk-Yashchenko O.A., Leonents S.O., Zakharchuk D.V. Economically useful traits of cows of different generations	185
Mandryk Yu.Yu., Poberezhets Yu.M. Productivity and quality indicators of laying hen eggs using probiotics	197
Mishchenko O.V., Sydorenko O.V., Osadcha Yu.V. Metabolic analysis of plasma and its relationship with immune function and metabolic changes in Holstein dairy cows during the periparturient period.....	205
Onyshchenko A.O., Konks T.M. Stress resistance and adaptation ability of young pigs according to ethological and immunological indicators	215
Prylipko T.M., Koval T.V. Dynamics of biochemical blood parameters of broilers when peas are added to the diet	221
Tsvihun A.T., Kudryk N.A., Ponko L.P., Nesviatypaska V.Yu., Shuplyk V.V., Yakovchuk V.S., Tymofiishyn I.I. Milk productivity lacaune sheep in the conditions of Podillia	225
Chudak R.A., Aliksieiev V.O. The effect of a phytobiotic supplement on hematological and biochemical parameters in quails.	237
Sheiko V.A. Assessment of meat productivity of sheep as a fundamental indicator of the efficiency of sheep farming industry.....	244
MELIORATION AND SOIL FERTILITY	253
Konshin R.V., Dehtiarov V.V. Composition of the organic part of military damaged by pyrolysis chrone soils typical of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine ...	253
Polichuk O.S. Assessment of the possibility of growing soybeans in the conditions of current heat security indicators of the Western Polissia Zone	261
ECOLOGY, ICHTHYOLOGY AND AQUACULTURE	269
Kryshtop Ye.A. Microplastics in agricultural landscapes: assessment of environmental risks and systemic approaches to sustainable management	269
Loshkova Yu.M. Analysis of the obtained results of cultivation of <i>Cyprinus carpio</i> in pond farming of southern Ukraine.....	278
Luchak I.P., Mylenka M.M. Naturally regenerated forests on agricultural lands as a factor in reducing the carbon footprint of the agricultural sector	285

Neyko I.S. Climate change impact on morphometric characteristics and reproductive functions of Scots pine (<i>Pinus sylvestris</i> L.) of Finnish origin in condition of Vinnytsia region.....	296
Parakhnenko V.H., Mandebura S.V., Kvaterniuk S.M., Honcharuk V.V. The Impact of Invasive Flora Dominance on the Species Diversity of Plant Communities in the Ukrainian Forest-Steppe	306
Parubok V.O., Hurskyi I.M. Analysis of International Regulatory Documents in the Field of Waste Management and Prospects for Their Application in Ukraine	313
Samchuk V.M. Assessment of the state of green plantings in urban areas: methodological and practical aspects.....	320
Sydorenko O.Yu. Impact of environmental stressors on the psycho-emotional state of agricultural sector personnel under modern crisis challenges	328
Shevchenko N.O., Vovk M.A., Kucherenko V.A., Ponikarchyk S.V. Biotic Activity of Soils: Impact of Heavy Metals and Prospects for the Use of Livestock Waste Processing Products.....	337
Shuliar A.L., Shuliar A.L., Trokhymenko V.Z., Tkachuk V.P., Kovalchuk T.I. Recreational Potential of Water Resources in the Context of Sustainable Development of Coastal Areas.....	344

НОТАТКИ

НОТАТКИ

НОТАТКИ

Таврійський науковий вісник

Випуск 149

Частина 2

Серія: Сільськогосподарські науки

Дата розміщення онлайн – 29.05.2026 р.
Дата друку – 05.06.2026 р.

Формат 70×100/16. Папір офсетний.
Умовн. друк. арк. 29,58. Зам. № 0626/621

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
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 7623 від 22.06.2022 р.