

ISSN 2226-0099

Міністерство освіти і науки України
Херсонський державний аграрно-економічний університет



Таврійський науковий вісник

Сільськогосподарські науки

**Випуск 143
Частина 2**



Видавничий дім
«Гельветика»
2025

*Рекомендовано до друку вченою радою Херсонського державного аграрно-економічного університету
(Протокол № 10 від 26.06.2025)*

Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2025. Вип. 143. Ч. 2. 408 с.

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

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

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

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

Мова видання: українська, англійська, німецька, польська.

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

Головний редактор:

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

Члени редакційної колегії:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО, ОВОЧІВНИЦТВО ТА БАШТАННИЦТВО

AGRICULTURE, CROP PRODUCTION,
VEGETABLE AND MELON GROWING

УДК 631.84:633.34:631.81

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.1>

СИМБІОТИЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИН СОЇ ЗА ВПЛИВУ ФІЗІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН У ЛІВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Мурач О.М. – в.о. завідувачки відділу рослинництва,
Інститут сільського господарства Північного Сходу
Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0009-0000-6227-0493

Півторайко В.В. – доктор філософії,
старший викладач кафедри захисту рослин,
Сумський національний аграрний університет
orcid.org/0000-0002-0179-8646

Ліпков В.А. – аспірант,
Сумський національний аграрний університет
orcid.org/0009-0005-1399-5275

Симбіотична взаємодія сої з корневими бульбочковими бактеріями є фундаментальним біологічним механізмом, що забезпечує природне збагачення ґрунту доступним азотом і суттєво підвищує продуктивність культури. В умовах сучасного агровиробництва, орієнтованого на підвищення врожайності та екологічної безпеки, особливе значення набуває використання препаратів на основі фізіологічно активних речовин. Вони сприяють не лише стимуляції росту і розвитку рослин, але й підвищують життєздатність корисних мікроорганізмів, поліпшують процеси мінерального живлення та оптимізують формування симбіотичного апарату. Урахування особливостей Лівобережного Лісостепу України робить вивчення впливу таких препаратів на соевий агроценоз надзвичайно актуальним для удосконалення технології вирощування культури та підвищення ефективності агровиробництва її в регіоні.

У статті представлено результати дослідження впливу передпосівної обробки насіння регулятором росту Гуміфілд ВР-18 в.с. та обприскування рослин у період вегетації цим самим препаратом і водорозчинним мікродобривом Фульвігрін Бор в.с. Вивчено їх ефективність щодо формування симбіотичного апарату, продуктивності та якісного складу насіння культури (вміст сирого протеїну, вміст олії та вихід сирого протеїну). Дослідження проводили упродовж 2021-2023 років в короткоротаційній польовій сівоzmіні Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН.

Встановлено, що найвищу ефективність у стимулюванні росту та розвитку рослин сої сорту Сіверка забезпечувала комбінація передпосівної обробки насіння препаратом Гуміфілд ВР-18 в.с у нормі 0,8 л/т з подальшим дворазовим обприскуванням рослин Гуміфілд ВР-18 в.с., 0,4 л/га (у фазі «бутонізації») та Фульвігрін Бор в.с. 0,5 л/га (у фазі «наливу бобів»). Це забезпечувало формування найбільшої кількості (44,0 шт./рослину) і маси (0,37 г/рослину) бульбочок, а також найвищих показників врожайності (2,41 т/га) та якості насіння сої (вмісту сирого протеїну 39,2 %, вмісту олії 22,5 %, виходу сирого протеїну 0,91 т/га).

Отримані результати дослідження використовуються при вирішенні завдань щодо підвищення врожайності та якості насіння сої у сучасних технологіях вирощування культури.

Ключові слова: соя, Гуміфілд ВР-18 в.с., Фульвігрін Бор в.с., симбіотичний апарат, урожайність, якість насіння.

Murach O.M., Pivtoraiko V.V., Lipkov V.A. Symbiotic interaction and productivity of Soybean plants under the influence of physiologically active compounds in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine

Symbiotic interaction between soybean plants and root nodule bacteria is a fundamental biological process that naturally enriches the soil with available nitrogen and significantly increases crop productivity. In modern agriculture, which focuses on improving yield and environmental safety, the use of products based on physiologically active substances plays an important role. These substances not only stimulate plant growth and development but also enhance the viability of beneficial microorganisms, improve mineral nutrition, and optimize the formation of the symbiotic apparatus. Considering the specific conditions of the Left-Bank Forest-Steppe region of Ukraine, studying the effects of such products on the soybean agroecosystem is highly relevant for improving cultivation technology and increasing agricultural efficiency in this area.

This article presents the results of a study on the effects of seed treatment with the growth regulator Humifield VR-18 and foliar application of the same product along with the water-soluble micronutrient fertilizer Fulvigrin Bor during the vegetation period. Their effectiveness was evaluated regarding the formation of the symbiotic apparatus, productivity, and seed quality characteristics (crude protein, oil, and crude protein yield). The research was conducted from 2021 to 2023 within a short-rotation field crop rotation at the Institute of Agriculture of the North-East of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine.

It was found that the highest stimulation of growth and development in the soybean variety Siverka was achieved by combining seed treatment with Humifield VR-18 s.o at a rate of 0.8 l/t with two foliar applications of Humifield VR-18 s.o at 0.4 l/ha (at the budding stage) and Fulvigrin Bor s.o at 0.5 l/ha (at the pod-filling stage). This treatment resulted in the formation of the greatest number (44.0 nodules per plant) and mass (0.37 g per plant) of nodules, as well as the highest yield (2.41 t/ha) and seed quality parameters (39.2% crude protein, 22.5% oil, and 0.91 t/ha crude protein yield).

The results of this study can be applied to address challenges related to increasing soybean yield and seed quality within modern cultivation technologies.

Key words: soybean, Humifield VR-18, s.o., Fulvigrin Bor s.o., symbiotic system. yield, seed quality.

Постановка проблеми. Вирощування культур із високим вмістом білка є важливим напрямом сучасного сільського господарства, зважаючи на зростаючу потребу у рослинному протеїні як для продовольчого, так і для кормового використання. Серед зернобобових культур соя (*Glycine max* L.) посідає провідне місце завдяки збалансованому амінокислотному складу білків та високому вмісту олії (20-25 % у насінні). Її універсальне застосування в агропромисловому комплексі обумовлює стабільне зростання попиту на продукцію та актуалізує необхідність підвищення ефективності вирощування [1, 2].

Останніми роками в Україні площі під посів сої збільшуються [3]. Проте середня врожайність культури (у межах 2,6-2,64 т/га за 2021-2023 рр.) залишається нижче потенціалу, який за оптимальних умов може становити 3,0-3,5 ц/га [4].

Часті посухи, коливання температури, зниження біологічної активності ґрунтів та зростаючі вимоги екологічного виробництва потребують удосконалення підходів до підживлення та стимуляції росту рослин [5]. У цьому контексті зростає зацікавленість до використання фізіологічно активних речовин – регуляторів росту та мікроелементів, які здатні покращити фізіолого-біохімічні процеси у рослин, активізувати метаболізм, посилити стійкість до стресових чинників, а отже – сприяти повнішій реалізації потенціалу продуктивності.

Тому, важливим викликом сучасного рослинництва та землеробства є необхідність адаптації технологій вирощування до нових кліматичних і екологічних реалій. Нині такі дослідження набувають особливої актуальності. Вивчення ефективності різних форм добрив і регуляторів росту та особливостей їх застосування сприятиме удосконаленню технології вирощування сої [6, 7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Регулятори росту та мікродобрива можливо застосовувати не лише для обробки насіння, а й для позакореневого підживлення через листову поверхню [8]. Це особливо ефективно у гербокритичні періоди розвитку, коли рослини найбільше потребують стимуляції росту та забезпечення стійкості до стресів. Позакореневе підживлення сприяє швидкому засвоєнню біологічно активних речовин, що допомагає покращити ріст і розвиток рослин [9, 10].

Дані Кіровоградської державної сільськогосподарської дослідної станції свідчать про ефективність застосування препаратів Емістим С і Агростимулін для підвищення врожайності зернобобових культур. Передпосівна обробка насіння підвищувала врожайність гороху на 0,24 т/га (11,7 %) та 0,21 т/га (10,2 %), а сої відповідно на 0,12 т/га (8,4 %) та 0,09 т/га (7,2 %). Обприскування посівів сої цими препаратами у фазі бутонізації підвищувало урожайність на 5,4-10,6 % [11].

Застосування гуматів у сільському господарстві є важливим напрямом екологічно безпечного землеробства. Гумінові кислоти діють як природні біостимулятори, підвищуючи ефективність поглинання поживних речовин, активізуючи ферментативні процеси та забезпечують кращу адаптацію рослин до стресових умов. Ауксини, які містяться у гумінових кислотах, стимулюють ріст кореневої системи, що сприяє збільшенню поглинання води та мінералів. Це, у свою чергу, позитивно впливає на фотосинтез та утворення хлорофілу і є критично важливим для продуктивності рослин. Збільшення валового збору протеїну на та зростання кількості бульбочок на кореневій системі свідчить про значний вплив гумінових кислот на азотний обмін і загальну врожайність бобових культур [12, 13].

За даними дослідження [14, 15], солі гумінових кислот дійсно можуть мати позитивний вплив на ріст рослин, підвищуючи ефективність симбіотичних процесів, зокрема у бобових культур, таких як соя. Це може бути пов'язано з покращенням доступності поживних речовин, стимуляцією кореневої системи та оптимізацією мікробіологічного середовища ґрунту.

Застосування рістрегулюючих препаратів разом із мікродобривами є ефективним способом підвищення врожайності та якості сої. Це дозволяє не лише збільшити врожайність сої, а й покращити її якісні характеристики, такі як вміст білка та олії [16, 17].

Мікроелементи відіграють важливу роль у підвищенні ефективності мінерального живлення сої. Дослідження показують, що молібден, бор, марганець і цинк, сприяють поліпшенню засвоєння основних макроелементів, активізують ферментативні процеси та позитивно впливають на продуктивність рослин. Без достатньої кількості цих елементів врожайність знижується, а рослини стають більш вразливими до хвороб [18].

Соя та інші бобові культури мають підвищену потребу у борі, оскільки цей мікроелемент відіграє важливу роль у процесах росту, формуванні бобів, транспорту цукрів і метаболізм азоту. Дефіцит бору може призводити до зниження врожайності, деформації листя, уповільнення розвитку кореневої системи та зменшення кількості насіння у бобах. Щоб забезпечити достатнє живлення рослин бором, застосовують позакореневі підживлення борвмісними добривами, особливо у критичні фенофази розвитку (бутонізація, початок цвітіння). Важливу роль бор відіграє у симбіозі з бульбочковими бактеріями. Він створює оптимальні умови для формування бульбочок, у яких відбувається фіксація азоту з атмосферного повітря, що значно підвищує родючість ґрунту та врожайність бобових культур [19, 20].

Отже, вивчення ефективності застосування регуляторів росту рослин і мікродобрив при вирощуванні сої є актуальним, оскільки ці фактори можуть значною мірою впливати на рівень продуктивності рослин та якість насіння. Особливо важливо враховувати різні способи їх застосування, адже оптимальні схеми можуть змінюватися залежно від сорту, типу ґрунту, кліматичних умов, а також технології вирощування культури.

Постановка завдання. Важливим чинником підвищення продуктивності рослин і стабільного нарощування обсягів якісного врожаю насіння є оптимізація елементів сортової технології вирощування. Тому метою дослідження було визначення впливу способів застосування фізіологічно-активних речовин на врожайність та якість насіння сої.

Дослідження проводили упродовж 2021-2023 років у короткоротаційній польовій сівозміні Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН. Місце дослідження територіально розташоване у північно-східній частині Лівобережного Лісостепу України. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий малогумусний слабовилугуваний крупнопилувато-середньосуглинковий на лесі. Вміст гумусу (за Тюрнімом) в орному шарі становить 4,6 %, легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 14,2 мг/100 г ґрунту, рухомого фосфору (за Чириковим) – 19,3 мг/100 г ґрунту, обмінного калію – 8,1 мг/100 г ґрунту. Реакція ґрунтового розчину слабокисла (рН сольової витяжки 5,5). Сума ввібраних основ (за Каппеном-Гільковіцем) – 35,6 мг-екв./100 г ґрунту,

Погодні умови вегетаційних періодів сої (травень-вересень) у 2021-2023 роках характеризувались нестабільністю температурного режиму та певною нерівномірністю розподілу атмосферних опадів порівняно між собою, так і до середніх багаторічних показників. Зокрема, у 2021 році середньодобова температура повітря становила +19,4 °С, що на 1,9 °С вище за середню багаторічну. Опадів випало менше на 10,7 % від середнього багаторічного показника (304 мм). У 2022 році середня температура повітря склала + 18,2 °С та перевищувала на 0,7 °С багаторічне значення. Опадів випало більше на 108,6 мм, або 35,6 % від багаторічного показника. У 2023 році середня температура повітря за вегетаційний період (травень-вересень) знаходилась на рівні +18,7 °С, що на 1,2 °С вище за середню багаторічну. Опадів випало 301,1 мм, що майже на рівні середньобагаторічного показника. За показником ГТК вегетаційні періоди 2021 та 2022 років характеризувалися як достатньо вологі (1,0 та 1,1), а 2023 рік був слабко посушливим (0,9).

Польові дослідження проводили згідно «Методики Державного сортовицтвования сільськогосподарських культур» [21]. Використовували ультраскоростиглий сорт сої Сіверка (оригіатор – ННЦ «Інститут землеробства НААН»). Генерація насіння – еліта. Норма висіву – 0,850 млн шт./га схожих насінин.

Агротехніка – загальноприйнята для зони проведення дослідження. Попередник – пшениця озима. Площа облікових ділянок – 96 м². Розміщення варіантів – систематичне. Повторність досліду – трьохкратна. У соєвому агроценозі передбачалось вивчення взаємодії двох факторів з використанням фізіологічно активних речовин: А – передпосівна обробка насіння; В – обробка рослин у період вегетації (табл. 1).

Таблиця 1

**Схема досліду з оцінки дії фізіологічно активних речовин
у соєвому агроценозі**

№ п/п	Передпосівна обробка насіння (Фактор А)	Обприскування рослин у період вегетації (Фактор В)
1	Контроль (обробка водою)	1– Контроль (обробка водою)
		2 – Гуміфілд ВР-18 в.с.(0,4 л/га), у фазі бутонізації
		3 – Фульвігрін Бор в.с. (0,5 л/га), у фазі наливу бобів
		4 – Гуміфілд ВР-18 в.с. (0,4 л/га), у фазі бутонізації + Фульвігрін Бор в.с. (0,5 л/га), у фазі наливу бобів
2	Гуміфілд ВР-18 в.с. (0,8 л/т)	1– Контроль (обробка водою)
		2 – Гуміфілд ВР-18 в.с.(0,4 л/га), у фазі бутонізації
		3 – Фульвігрін Бор в.с. (0,5 л/га), у фазі наливу бобів
		4 – Гуміфілд ВР-18 в.с. (0,4 л/га), у фазі бутонізації + Фульвігрін Бор в.с. (0,5 л/га), у фазі наливу бобів

Примітка: Гуміфілд ВР-18 в.с. – стимулятор росту з антистресовою дією, Фульвігрін Бор в.с. – мікродобриво

Передпосівну обробку насіння здійснювали за допомогою протруювача ПНШ-3. Застосування досліджуваних препаратів під час вегетації рослин виконували ранцевим обприскувачем марки «Forte ОГ–12 М» з нормою витрати робочого розчину 250 л/га. Оцінку роботи симбіотичного апарату визначали у фенофазах: «бутонізації», «цвітіння» та «наливу бобів» відбирали з кожного повторення по 5 рослин з коренями, з яких, зрізували бульбочки, відмивали, підраховували і зважували.

Виклад основного матеріалу дослідження. Регулятори росту рослин відіграють важливу роль у стимуляції симбіотичних взаємодій між бобовими культурами та ризобіальними бактеріями. Вони сприяють покращенню азотфіксації активуючи утворення бульбочок на кореневій системі, що безпосередньо впливає на продуктивність рослин сої [22, 23].

Встановлено, що за обробки насіння перед сівбою препаратом Гуміфілд ВР-18 в.с. (0,8 л/т) виявлено зростання кількості бульбочок на 8,2 екз./рослину порівняно з контрольним варіантом. У фазі «цвітіння» кількість бульбочок на коренях була більшою на 12,2 екз./рослину ніж у контролі. У кінці фази «наливу бобів» число бульбочок було максимальним (37,7 екз./рослину), що більше на 12,6 екз./рослину порівняно з контрольним варіантом (табл. 2).

Проте, найкращу ефективність відмічено у варіанті за обробки насіння Гуміфілд ВР-18 в.с. (0,8 л/т) та подальшого застосування Гуміфілд ВР-18 в.с. (0,4 л/га) у фазі «бутонізації» і Фульвігрін Бор в.с. (0,5 л/га) у фазі «наливу бобів». Приріст

бульбочок на кінець фази «наливу бобів» становив 18,9 екз./рослину порівняно з контролем (25,1 екз./рослину).

Таблиця 2

**Кількість бульбочок на коренях сої за дії регулятора росту рослин
та водорозчинного добрива,
(Інститут СГПС НААН, сорт Сіверка, середнє за 2021-2023 рр.)**

Передпосівна обробка насіння (Фактор А)	Обробка рослин у період вегетації (Фактор В)	Кількість бульбочок, екз./рослину		
		Фаза бутонізації	Фаза цвітіння	Фаза наливу бобів
Контроль (обробка водою)	Контроль (обробка водою)	11,4	13,5	25,1
	Гуміфілд ВР-18 в.с. (0,4 л/га), у фазі бутонізації	12,2	20,2	29,9
	Фульвігрін Бор в.с. (0,5 л/га), у фазі наливу бобів	11,5	15,3	27,9
	Гуміфілд ВР-18 в.с. (0,4 л/га), у фазі бутонізації + Фульвігрін Бор в.с. (0,5 л/га), у фазі наливу бобів	12,3	20,7	31,2
Гуміфілд ВР-18 в.с. (0,8 л/т)	Контроль (обробка водою)	19,6	25,7	37,7
	Гуміфілд ВР-18 в.с. (0,4 л/га), у фазі бутонізації	21,3	29,9	41,2
	Фульвігрін Бор в.с. (0,5 л/га), у фазі наливу бобів	19,9	26,7	39,1
	Гуміфілд ВР-18 в.с. (0,4 л/га), у фазі бутонізації + Фульвігрін Бор в.с. (0,5 л/га), у фазі наливу бобів	21,3	29,9	44,0

При взаємодії бобової рослини з бульбочковими бактеріями може виникати як ефективний, так і неефективний симбіоз, який часто пов'язаний зі слабким розвитком корневих бульбочок [24, 25]. Тому маса бульбочок є вагомим критерієм ефективності симбіозу між рослиною та ризобіальними бактеріями.

Результати дослідження показали, що наростання маси бульбочкових бактерій упродовж вегетації сої відбувалося за рахунок збільшення їх розмірів та кількості. Встановлено, що передпосівна обробка насіння Гуміфілд ВР-18 в.с. (0,8 л/т) виявилася більш ефективною порівняно з контролем. При цьому підвищення маси бульбочок у основні фенофази розвитку складало 0,07, 0,12 та 0,1 г/рослину (табл. 3).

Подвійне позакореневе обприскування рослин у фазі «бутонізації» (Гуміфілд ВР-18 в.с., 0,4 л/га) та у «фазі наливу бобів» (Фульвігрін Бор в.с. 0,5 л/га) на фоні передпосівної обробки насіння водою (контроль) збільшували масу бульбочок на 0,12 г/рослину. Застосування у фазі «бутонізації» препарату Гуміфілд ВР-18 в.с. (0,4 л/га) та у фазі «наливу бобів» – Фульвігрін Бор в.с. (0,5 л/га) на фоні

попередньої обробки насіння Гуміфілд ВР-18 в.с. (0,8 л/т) забезпечило отримання найвищої маси бульбочок, яка на кінець фази «наливу бобів» становила 0,37 г/рослину при 0,16 г/рослину у контрольному варіанті.

Таблиця 3

**Маса бульбочок на коренях сої за дії регулятора росту рослин
та водорозчинного добрива
(Інститут СГПС НААН, Сорт Сіверка, середнє за 2021-2023 рр.)**

Передпосівна обробка насіння (Фактор А)	Обробка рослин у період вегетації (Фактор В)	Маса бульбочок г/рослину		
		Фаза бутонізації	Фаза цвітіння	Фаза наливу бобів
Контроль (обробка водою)	Контроль (обробка водою)	0,04	0,08	0,16
	Гуміфілд ВР-18 в.с. (0,4 л/га), у фазі бутонізації	0,06	0,13	0,23
	Фульвігрін Бор в.с. (0,5 л/га), у фазі наливу бобів	0,04	0,09	0,21
	Гуміфілд ВР-18 в.с. (0,4 л/га), у фазі бутонізації + Фульвігрін Бор в.с. (0,5 л/га), у фазі наливу бобів	0,07	0,15	0,25
Гуміфілд ВР-18 в.с. (0,8 л/т)	Контроль (обробка водою)	0,11	0,20	0,26
	Гуміфілд ВР-18 в.с. (0,4 л/га), у фазі бутонізації	0,15	0,24	0,34
	Фульвігрін Бор в.с. (0,5 л/га), у фазі наливу бобів	0,12	0,21	0,32
	Гуміфілд ВР-18 в.с. (0,4 л/га), у фазі бутонізації + Фульвігрін Бор в.с. (0,5 л/га), у фазі наливу бобів	0,15	0,25	0,37

Формування потужного симбіотичного потенціалу є основою кращої продуктивності рослин бобових культур, зокрема і сої [26, 27]. Таким чином науковий інтерес викликає вивчення взаємозв'язків між симбіотичною характеристикою і продуктивністю рослин культури.

Встановлено, що обробка насіння перед сівбою та особливості застосовування позакореневих підживлень позитивно впливали на підвищення продуктивності рослин сої порівняно з контролем, але їх показники були різними. Так, за передпосівної обробки насіння врожайність у контролі становила 2,06 т/га. У варіанті з використанням препарату Гуміфілд ВР-18 в.с., 0,8 л/т відмічено приріст на 0,21 т/га. Проведення двох обприскувань – у фазі «бутонізації» (Гуміфілд ВР-18 в.с., 0,4 л/га) та у «фазі наливу бобів» (Фульвігрін Бор в.с. 0,5 л/га) на фоні передпосівної обробки насіння водою (контроль) підвищило врожайність на 0,12 т/га. Максимальний приріст врожайності насіння, який складав 0,35 т/га забезпечувала

обробка насіння перед сівбою Гуміфілд ВР-18 в.с. (0,8 л/т) та подальше обприскування рослин Гуміфілд ВР-18 в.с. (0,4 л/га) у фазі «бутонізації» і Фульвігрін Бор в.с. (0,5 л/га) у фазі «наливу бобів».

Також фактори, які вивчалися у досліді, мали відчутний вплив на показники якості насіння сої. Передпосівна обробка насіння Гуміфілд ВР-18 в.с. (0,8 л/т) виявилася ефективною за показниками вмісту сирого протеїну, вмісту олії та виходу сирого протеїну, які були вищими за контроль на 0,9, 0,7 % та 0,11 т/га відповідно (табл. 4).

Таблиця 4

**Вплив регулятора росту рослин та водорозчинного добрива
на врожайність та якість насіння сої
(Інститут СГПС НААН, сорт Сіверка, середнє за 2021-2023 рр.)**

Передпосівна обробка насіння (Фактор А)	Обробка рослин у період вегетації (Фактор В)	Врожайність насіння, т/га	Вміст сирого протеїну, %	Вміст олії, %	Вихід сирого протеїну, т/га
Контроль (обробка водою)	Контроль (обробка водою)	2,06	37,6	21,3	0,77
	Гуміфілд ВР-18 в.с. (0,4 л/га), у фазі бутонізації	2,12	37,7	21,4	0,80
	Фульвігрін Бор в.с. (0,5 л/га), у фазі наливу бобів	2,17	38,0	21,6	0,83
	Гуміфілд ВР-18 в.с. (0,4 л/га), у фазі бутонізації + Фульвігрін Бор в.с. (0,5 л/га), у фазі наливу бобів	2,18	38,4	21,7	0,84
Гуміфілд ВР-18 в.с. (0,8 л/т)	Контроль (обробка водою)	2,27	38,5	22,0	0,88
	Гуміфілд ВР-18 в.с. (0,4 л/га), у фазі бутонізації	2,32	38,5	22,2	0,89
	Фульвігрін Бор в.с. (0,5 л/га), у фазі наливу бобів	2,35	38,9	22,4	0,91
	Гуміфілд ВР-18 в.с. (0,4 л/га), у фазі бутонізації + Фульвігрін Бор в.с. (0,5 л/га), у фазі наливу бобів	2,41	39,2	22,5	0,95

Максимальні значення якісних показників забезпечувала обробка насіння перед сівбою препаратом Гуміфілд ВР-18 в.с. (0,8 л/т) у поєднанні із двома позакореновими обприскуваннями рослин – у фазі «бутонізації» (Гуміфілд ВР-18 в.с., 0,4 л/га) та у фазі «наливу бобів» (Фульвігрін Бор в.с. 0,5 л/га). Вміст сирого протеїну, олії та вихід сирого протеїну перевищували контроль на 1,6, 1,2 % та 0,18 т/га відповідно.

Отже, підвищення врожайності насіння та якісних його показників спостерігалось за використання для передпосівної обробки насіння препарату Гуміфілд ВР-18 в.с. (0,8 л/т), з позакореновим внесенням Гуміфілд ВР-18 в.с., (0,4 л/га) у фазі «бутонізації» і Фульвігрін Бор в.с. (0,5 л/га) у фазі «наливу бобів».

Висновки і пропозиції. В умовах північно-східної частини Лівобережного Лісостепу України у 2021-2023 рр. досліджено вплив фізіологічно активних речовин на симбіотичну діяльність рослин сої, врожайність та якісні показники насіння культури. Встановлено, що найбільш ефективне стимулювання процесу росту і розвитку рослин сорту Сіверка забезпечувала передпосівна обробка насіння препаратом Гуміфілд ВР-18 в.с., 0,8 л/т з подальшим дворазовим обприскуванням вегетуючих рослин Гуміфілд ВР-18 в.с., 0,4 л/га (у фазі «бутонізації») та Фульвігрін Бор в.с. 0,5 л/га (у фазі «наливу бобів»). Це позитивно впливало на формування симбіотичного апарату сої з аборигенними ризобіальними бактеріями (кількість та масу бульбочок на коренях рослин). Забезпечувало найвищі показники приросту врожайності (на 0,35 т/га) та якості насіння – вмісту сирого протеїну на 1,6 %, вмісту олії на 1,2 %, виходу сирого протеїну на 0,18 т/га порівняно з контролем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Соя: монографія / В.Ф. Петриченко, В.В. Лихочвор, С.В. Іванюк та ін. Вінниця : «Діло», 2016. 392 с.
2. Valevskaya L., Sokolovskaya O. Research of soybean seed quality indicators. *Food science and technology*. 2023. Vol. 17(2). P. 25-31. DOI: 10.15673/fst.v17i2.2596
3. Мізерник Д.В. Сучасний стан та перспективи вирощування сої в світі і Україні. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2024. Вип. 76(1). С. 36-47. DOI: 10.32636/01308521.2024-(76)-1-1
4. Довбиш Л.Л., Можарівська І.А., Корбут Б.О., Бойко І.Ю. Вплив борвмісних добрив на продуктивність зерна сої в умовах Лісостепу Житомирської області. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 134. С. 53-58. DOI: 10.32782/2226-0099.2023.134.8
5. Левішко А.С., Гуменюк І.І., Ткач Є.Д., Терновий Ю.В., Кравчук Ю.А. Ефективність використання нових штамів *Rhizobium* на посівах бобових культур. *Agroecological journal*. 2022. No. 1. С. 136-144. DOI: 10.33730/2077-4893.1.2022.257130
6. Franzoni G., Bulgari R., Florio Francesco E., Gozio E., Villa D., Cocetta G., Ferrante A. Effect of biostimulant raw materials on soybean (*Glycine max*) crop, when applied alone or in combination with herbicides. *Frontiers in Agronomy*. 2023. Vol. 5. P. 1-16. DOI: 10.3389/fagro.2023.1238273
7. Bijlwan A., Ranjan R., Kumar M., Jha A. Climate Change: Projections and its possible impact on soybean. In: Singh K.P., Singh N.K. (eds) *Soybean Production Technology*. Springer, Singapore. 2025. P. 19-44. DOI: 10.1007/978-981-97-8677-0
8. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності : монографія. / Заболотний Г.М., Мазур В.А., Циганська О.І., Дідур І.М. та ін. Вінниця : ФОП Корзун Д.Ю., 2020. 276 с.
9. Коломієць Ю.В., Буценко Л.М. Обробка насіння сої, робимо правильний вибір інокулянта, протруйника, бактеріальних добрив та стимуляторів росту. *Агро Еліта*. 2019. Вип. 75(4). С. 20-22.
10. Дробітько А.В., Коковіхін С.В. Вплив передпосівної інокуляції насіння на продуктивність сортів сої в умовах Степу України. *Аграрні інновації*. 2020. №. 1. С. 40-45.
11. Їжик М.К. Сільськогосподарське насіннєзнавство. Реалізація потенційних властивостей насіння. Харків, 2001. 118 с.
12. Skliar V., Kyrylchuk K., Zubtsova I., Novikova A., Yaroshchuk S. Application of biostimulants in agriculture: Effects on plant growth and yield. *Scientific Horizons*. 2024. Vol. 27(9). P. 73-85. DOI: 10.48077/scihor9.2024.73

13. Canellas L.P., da Silva R.M., Busato J.G., Olivares F.O. Humic substances and plant abiotic stress adaptation. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*. 2024. Vol. 11(1). P. 66. DOI: 10.1186/s40538-024-00575-z
 14. Kukol K.P., Rybachenko L.I., Karaushu O.V., Davydiuk H.V., Dovbash N.I., Klymenko I.I. Functioning of soybean-rhizobia symbiosis after various methods applying trace elements complex. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2022. Вип. 35. С. 28-41. DOI: 10.35868/1997-3004.35.28-41
 15. Savita S.P., Girijesh G.K., Dinesh Kumar M., Nagarajappa A. Effect of humic substances on nutrient uptake and yield of soybean. *International Journal of Chemical Studies*. 2018. Vol. 6(4). P. 1565-1569.
 16. Ласло О.О., Мельничук А.В. Ефективність застосування регулятора Вимпел-2 та комплексного мікродобрива у посівах сої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. Вип. 4. С. 24-29. DOI: 10.31210/visnyk2021.04.02
 17. Фурман В.А., Фурман О.В., Губар М.І., Свистунова І.В. Вплив інокуляції та удобрення на формування симбіотичної та насіннєвої продуктивності сої. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 123. С. 137-145. DOI: 10.32851/2226-0099.2022.123.19
 18. Москалець В.В., Шинкаренко В.К. Застосування мікробних препаратів і мікроелементних добрив на якість зерна сої. *Агроекологічний журнал*. 2004. № 3. С. 19-24.
 19. Новохацький М., Бондаренко А. Потреба сої в мікродобривах та доцільність їх застосування. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. 2018. Вип. 22(36). С. 237-244.
 20. Федорук І.В., Колодій В.А., Хмелянчишин Ю.В. Вплив елементів живлення на продуктивність сої. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 128. С. 221-228. DOI : 10.32851/2226-0099.2022.128.30
 21. Волкодав В.В. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур (зернові, круп'яні та зернобобові культури). Київ. 2001. 69 с.
 22. Шевчук В.В., Ходаніцька О.О., Ткачук О.О., Шевчук О.А., Поливаний С.В. Продуктивність сої культурної за використання препаратів рістрегулюючого типу. *The Scientific Heritage*. 2021. Vol. 61(1). С. 6-10. DOI: 10.24412/9215-0365-2021-61-1-6-10
 23. Коць С.Я., Гришук О.О. Фітогормональна регуляція бобово-ризобіального симбіозу. *Фізіологія рослин і генетика*. 2019. Вип. 51(1). С. 3-27. DOI: 10.15407/frg2019.01.003
 24. Коць С.Я. Біологічна фіксація азоту: досягнення та перспективи розвитку. *Фізіологія рослин і генетика*. 2021. Вип. 53(2). № 2. С. 128-159. DOI: 10.15407/frg2021.02.128
 25. Чабанюк Я., Бровко І. Чинники існування симбіозу *B. japonicum* – соя. *Пропозиція*. 2017. № 3. С. 36-37.
 26. Дідора В.Г. Симбіотична продуктивність сої залежно від інокуляції насіння та удобрення. *Наукові горизонти*. 2018. Вип. 64(1). С. 23-28.
 27. Cheng Z., Meng L., Yin T., Li Y., Zhang Y., Li S. Changes in soil rhizobia diversity and their effects on the symbiotic efficiency of soybean intercropped with maize. *Agronomy*. 2023. Vol. 13(4). P. 997. DOI: 10.3390/agronomy13040997
-

УДК 636.652/654:631.531.048

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.2>

КОЛЕКЦІЯ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ У СЕЛЕКЦІЙНОМУ ПРОЦЕСІ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ВИСОКОПРОДУКТИВНОГО ТА ТЕХНОЛОГІЧНОГО СОРТУ

Оліфірович С.Й. – науковий співробітник відділу інноваційного розвитку,
Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція
Інституту сільського господарства Карпатського регіону
Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0002-3216-3547

Оліфірович В.О. – к.с.-г.н.,
завідувач відділу селекції у рослинництві, землеробства та кормовиробництва,
Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція
Інституту сільського господарства Карпатського регіону
Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0001-8868-0204

Томаш Л.В. – к.ю.н.,
в.о. директора,
Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція
Інституту сільського господарства Карпатського регіону
Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0003-4649-2672

Для створення нових високоврожайних, придатних для механізованого вирощування сортів, особливе значення має колекційний матеріал квасолі звичайної. Сформована і постійно поповнюється новими зразками робоча колекція квасолі звичайної у кількості 232 зразки. У складі цієї колекції 214 зразків походять з України, 18 – іноземної селекції. Вітчизняні зразки колекції – це переважно місцеві сорти та популяції. Вони в основному зібрані у західному та центральному регіоні України. Цінність цих зразків полягає у добрій пристосованості до місцевих ґрунтово-кліматичних умов. Оцінку колекційних зразків квасолі звичайної в польових умовах проводили у селекційній сівозміні дослідного поля Буковинської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН (м. Чернівці). Особлива увага приділяється таким ознакам, як тип куца, висота прикріплення нижнього ярусу бобів, маса 1000 насінин. Придатними для механізованого вирощування є зразки квасолі куцезового типу або куцезового типу з нутуючою верхівкою, яких у нашій колекції налічується 136 та 82 шт. відповідно. Одна з основних ознак придатності до збирання комбайном – достатня висота прикріплення нижнього ярусу бобів (понад 10 см). В нашій колекції переважна кількість зразків мають середній (5,0-9,9 см) та високий (10,0-14,9 см) рівень розташування нижнього ярусу бобів – 107 та 94 шт. відповідно. Маса 1000 насінин є важливим показником придатності до обмолоту комбайном. За цим показником усі колекційні зразки поділено на три групи: дрібнонасінні (маса 1000 насінин менше 200 г); середньонасінні (маса 1000 насінин від 201 до 400 г); крупнонасінні (маса 1000 насінин більше 400 г). В нашій колекції більшість зразків належать до середньонасінних – 148 шт. Наявність якісного колекційного матеріалу дозволила створити та занести до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні ряд сортів квасолі звичайної (зернової), найбільш відомими з яких є Буковинка, Ясочка, Ната та Садгорянка.

Ключові слова: квасоля звичайна, колекція, сортозразок, селекційні ознаки.

Olifirovych S.Y., Olifirovych V.O., Tomasz L.V. Collection of common bean in the breeding process for the creation of a high-yielding and technological variety

For the creation of new high-yielding varieties suitable for mechanized cultivation, the collection material of common bean is of particular importance. A working collection of common beans has been formed and is constantly updated with new accessions, consisting of 232 accessions. Within this collection, 214 accessions originate from Ukraine, 18 are of foreign selection. The domestic samples of the collection are mainly local varieties and populations. They are mainly collected in the western and central regions of Ukraine. The value of these samples lies in their good adaptability to local soil and climatic conditions. The evaluation of common bean collection samples in the field was carried out in a selection crop rotation of the experimental field of the Bukovyna State Agricultural Research Station of the Institute of Agriculture of the Carpathian Region of NAAS (Chernivtsi). Particular attention is paid to such traits as the type of bush, the height of attachment of the lower tier of beans, and the weight of 1000 seeds. Beans of bush type or bush type with a nutting top are suitable for mechanized cultivation, which in our collection include 136 and 82 pieces, respectively. One of the main signs of suitability for harvesting by combine is a sufficient height of attachment of the lower tier of beans (more than 10 cm). In our collection, the vast majority of samples have medium (5,0-9,9 cm) and high (10,0-14,9 cm) level of the lower tier of beans – 107 and 94 pcs. respectively. The weight of 1000 seeds is an important indicator of suitability for threshing by combine harvester. According to this indicator, all collection samples are divided into three groups: small-seeded (weight of 1000 seeds less than 200 g); medium-seeded (weight of 1000 seeds from 201 to 400 g); large-seeded (weight of 1000 seeds more than 400 g). In our collection, most of the samples are medium-seeded – 148 pieces. The availability of high-quality collection material made it possible to create and enter into the State Register of Plant Varieties suitable for distribution in Ukraine a number of common bean (grain) varieties, the most famous of which are Bukovynka, Yasochka, Nata and Sadhorianka.

Key words: common bean, collection, variety accession, breeding traits.

Постановка проблеми. Інтенсифікація виробництва зернобобових культур повинна стати одним із стратегічних напрямків прискореного розвитку всього агропромислового виробництва України до 2030 р. Для цього необхідно зосередити увагу на створенні високопродуктивних сортів цих культур різних груп стиглості з уточненням зони стабільного виробництва, оптимізації структури посівних площ провідних сільськогосподарських культур, розробці та впровадженню наукоємних, інноваційних технологій їх вирощування, які базуватимуться на основі ефективного використання факторів життя (світло, тепло, волога, поживні речовини), що сприятиме максимальному синтезу органічної речовини та білку [1, с. 22].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Серед зернових бобових культур в Україні користується великим попитом населення і належить до улюблених продуктів харчування квасоля. Її вирощують уже кілька століть, вона поширена по всій її території, є звичною рослиною на городах у населення. Найбільш поширеними видами квасолі є квасоля звичайна (*Phaseolus vulgaris* L.) та квасоля багатоквіткова (*Phaseolus multiflorus* Willd.). Ці види відзначаються дуже великою мінливістю ознак, що стосується всіх частин рослини, особливо насіння, яка закріпилася в численних популяціях та місцевих сортах. Залучення їх до колекцій є важливим з точки зору збереження наявного різноманіття, а також використання цінних ознак в наукових і селекційних програмах [2, с. 74].

Щоб конкурувати на ринку сортів, сучасні вітчизняні сорти квасолі повинні мати як мінімум три основні властивості: економічно вигідна висока та стабільна урожайність у конкретній кліматичній зоні, придатність до механізованого вирощування та висока якість продукції [3, с. 34]. Для селекції нових високопродуктивних, стійких до біотичних і абіотичних факторів середовища сортів квасолі, винятково важливе значення має вихідний матеріал [4, с. 43].

В Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН сформована ознакова колекція *Phaseolus vulgaris* L., яка охоплює 31 ознаку за 151 рівнем їх прояву. За основу взяті: урожайність насіння, урожайність зелених бобів в фазу «лопатки» для квасолі овочевого напрямку використання, пристосованість до механізованого збирання урожаю (кущова форма рослини, стійкість до вилягання вище середнього рівня, високо розташований нижній ярус бобів над рівнем ґрунту – 10 см і більше), стійкість до посухи, індивідуальна стійкість до хвороб (бактеріальні плямистості, бактеріальне в'янення, фузаріоз, віруси) та їх групова стійкість. Зразкам, що увійшли до ознакової колекції, також надана характеристика за наступними ознаками: напрям використання, тривалість вегетаційного періоду, тип росту, форма рослини, маса 1000 насінин, вміст білку в зрілому насінні, швидкість розварювання насіння, забарвлення насінневої оболонки; окремо для зразків овочевого напрямку використання: якість бобів в фазу «лопатки» (наявність волокна і пергаментного шару в стулках), забарвлення бобів в фазу «лопатки», форма поперечного розтину бобів у фазу «лопатки». Ознакова колекція квасолі за господарськими ознаками в повній мірі може забезпечити вітчизняні селекційні програми вихідним матеріалом для створення високоурожайних, високотехнологічних сортів квасолі як зернового, так і овочевого напрямку використання, адаптованих до умов східної частини Лісостепу України, з високими смаковими і поживними властивостями [5, с. 51]. В Інституті сільського господарства Карпатського регіону НААН сформовано колекцію квасолі звичайної і багатоквіткової. Внаслідок оцінки морфологічних, біологічних, господарських ознак проведено їх класифікацію за ознаками вегетаційного періоду, типом куща, формою та характером забарвлення насіння, масою 100 насінин [6, с. 47-48]. Кращими є сорти з високим значенням ознак та найменшим їх варіюванням до умов навколишнього середовища – стабільні та гомеостатичні [7, с. 122].

Подальше вивчення колекційного різноманіття селекційного матеріалу сорторізків квасолі звичайної, дозволить виділити цінні генотипи, що будуть поєднувати високу і стійку урожайність, адаптивність, стійкість до ураження хворобами, придатність до механізованого збирання з метою включення їх в гібридизацію при створенні нових сортів квасолі [8, с. 69]. При цьому на основі кореляційно-регресійного аналізу виявлено, що зернова продуктивність зразків квасолі звичайної тісно корелює із показниками надземної маси рослин, кількості бобів на рослині, кількості насінин, що дає можливість опосередковано їх використовувати при оцінці продуктивності генотипу [9, с. 136]. А здатність швидко проводити добори значно впливає на ефективність селекції квасолі звичайної [10, с. 139; 11, с. 201]. Отже, квасоля володіє високою потенційною урожайністю насіння – до 3,0-4,5 т/га, якої можна досягти за оптимального підбору сортів [12, с. 22].

Постановка завдання. Оцінку колекційних зразків квасолі звичайної в польових умовах проводили у селекційній сівозміні дослідного поля Буковинської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН (м. Чернівці). Ґрунт дослідного поля – чорнозем лучний опідзолений важкосуглинковий. Дослідна ділянка має такі агрохімічні показники (в шарі ґрунту 0-30 см): вміст гумусу – 3,91 %; рН – 6,1; рухомого фосфору – 110 мг/кг ґрунту; обмінного калію – 195 мг/кг ґрунту. Попередник – овес на зерно. Сівбу проводили вручну без повторень з шириною міжряддя 45 см. Вивчення колекції квасолі проводили згідно «Методичних рекомендацій з вивчення генетичних ресурсів зернобобових культур» [13, с. 4-41; 14, с. 11-36]. Морфологічний опис колекційних зразків, їх класифікацію за господарськими

ознаками здійснювали згідно «Широкого уніфікованого класифікатору України роду *Phaseolus* L.» [15, с. 3-37].

Виклад основного матеріалу дослідження. Для селекційної роботи використується колекція квасолі звичайної у кількості 232 зразки. У складі цієї колекції 214 зразків походять з України, 4 зі США, 2 з Канади, 2 з Румунії, 3 з Туреччини, 2 з Молдови, 2 з Польщі і 3 з Болгарії.

Вітчизняні зразки колекції – це переважно місцеві сорти та популяції. Вони в основному зібрані у західному та центральному регіоні України (рис. 1).

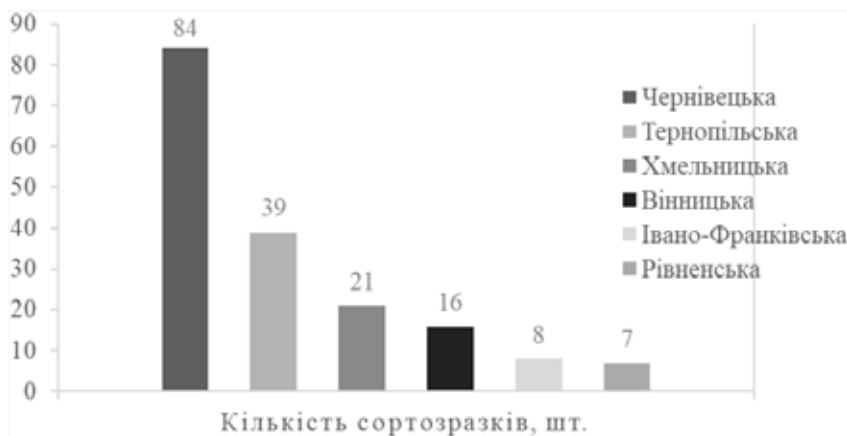


Рис. 1. Розподіл місцевих сортозразків за географічним походженням

Цінність цих зразків полягає у добрій пристосованості до місцевих ґрунтово-кліматичних умов.

Окрім високої урожайності зерна, сортозразки квасолі звичайної повинні бути придатними для механізованого вирощування. Це сортозразки з кущовою рослиною, не схильною до вилягання, з достатньою висотою прикріплення нижнього ярусу бобів (понад 10 см). Придатність до механізованого вирощування включає в першу чергу тип куща. Придатними для механізованого вирощування є зразки квасолі кущового типу або кущового типу з нутуючою верхівкою. Більшість колекційних зразків відносяться до кущового типу (рис. 2).

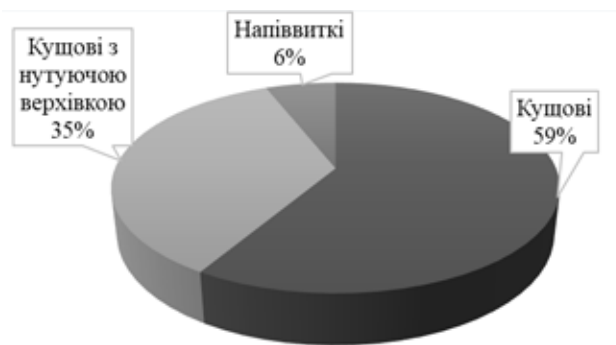


Рис. 2. Розподіл колекційних сортозразків за типом куща

Напівиткі зразки нашої колекції менше придатні до механізованого збирання, однак вони є донорами високої зернової продуктивності.

Відомо, що придатність рослин квасолі до обмолоту обумовлюється ступенем травмування насіння при обмолоті та забезпечується такими ознаками насіння: крупність насіння (маса 1000 насінин, довжина, ширина та товщина насінини), наявність кавітації, її розмір та ступінь. Ознаки «товщина насіннєвої оболонки» та «форма насінини» майже не впливають на травмування насіння квасолі при обмолоті. Крупність насінини поєднує 4 ознаки: маса 1000 насінин (вагова ознака) та параметри насінини (лінійні показники – довжина насінини, її ширина та товщина). Маса 1000 насінин напряму залежить від параметрів насінини. Крупність насінини суттєво впливає на травмування насіння при обмолоті – крупнонасіннєві зразки сильніше травмуються при обмолоті квасолі спеціальною бобовою молотаркою МЗБ 1, не кажучи про звичайні молотильні апарати комбайнів. Тому придатні до обмолоту зразки повинні мати масу 1000 насінин не більше 400 г, якщо не застосовувати спеціально сконструйовані або переобладнані молотарки та комбайни [16, с. 12-13; 17, с. 41]. Маса 1000 насінин є важливим показником придатності до обмолоту комбайном. За цим показником усі колекційні зразки поділено на три групи: дрібнонасінні (маса 1000 насінин менше 200 г); середньонасінні (маса 1000 насінин від 201 до 400 г); крупнонасінні (маса 1000 насінин більше 400 г). В нашій колекції більшість зразків належать до середньонасінних – 148 шт. (Рис. 3).

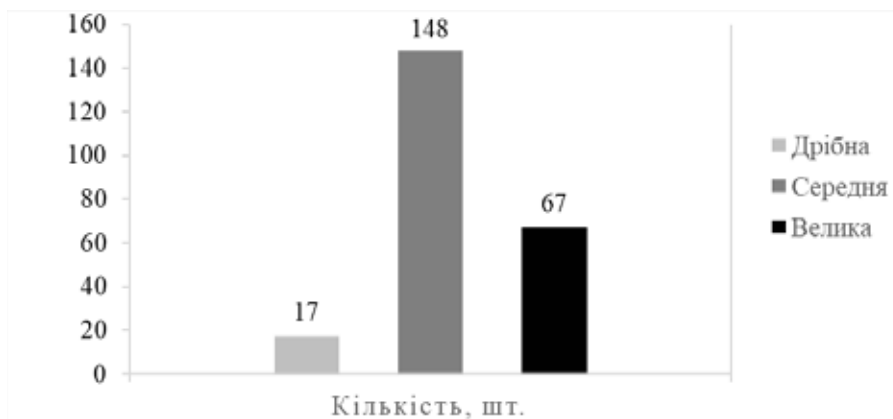


Рис. 3. Розподіл колекційних зразків за масою 1000 насінин

Серед сільськогосподарських виробників існує запит на крупнонасінні сорти квасолі. Тому в нашій колекції вивчаються 67 зразків з масою 1000 насінин понад 400 г. Але для механізованого обмолоту таких сортозразків потрібні спеціальні молотарки і комбайни. Сорти Буковинської державної сільськогосподарської дослідної станції ІСГКР НААН мають переважно насіння середньої величини: Надія – 212 г, Буковинка – 220 г, Ната – 228 г. Виключенням є новий сорт квасолі звичайної (зернової) Садгорянка, маса 1000 насінин якого становить понад 400 г.

При обмолоті насіння піддається дії робочих органів молотильного агрегату, тобто удару. Під впливом підвищеного тиску, що спричиняє удар, повітряна

(кавітаційна) камера всередині насінини вибухає, зрушуючи сім'ядолі відносно один одного, тим самим порушує цілісність насінини. Таким чином, насіння квасолі з великим ступенем кавітації травмується сильніше, ніж насіння, у якого розмір кавітації невеликий або ж її немає. Відомо, що розміри кавітації суттєво залежать від крупності насіння. Найбільший вплив на розмір кавітації має маса 1000 насінин. Серед параметрів насінини, довжина менше впливає на розміри кавітації ніж товщина і ширина, а форма насінини майже не впливає. Але насіння, у якого маса 1000 насінин більше 300 г, а товщина насінини відносно її довжини невелика (форма насінини стиснута та напівстиснута), травмується більше, ніж товсте насіння (форма насінини куляста, еліптична та подовжена). Тому необхідне визначення ступеню кавітації, який розраховується через відношення розміру кавітації до ширини насінини. Ця ознака більш точно характеризує вплив кавітації на травмування насіння, особливо у зразків квасолі зі стиснутою та напівстиснутою формою насінини [17, с. 46-48].

Відомо, що висота прикріплення нижнього ярусу бобів залежить в першу чергу від генетичних особливостей сортозразка, а також від технологічних елементів вирощування [18, с. 155; 19, с. 34-36; 20, р. 8-9; 21, с. 109-110; 22, с. 132; 23, с. 100]. За рівнем розташування нижнього ярусу бобів на рослині квасолі сортозразки поділяються на групи з дуже низьким розташуванням (менше 1,0 см, бал 1), низьким (1,0-4,9 см, бал 3), середнім (5,0-9,9 см, бал 5), високим (10,0-14,9 см, бал 7) та дуже високим (15,0 см і більше, бал 9) [17, с. 44]. Отже, придатними до збирання урожаю комбайном є кущові та кущові з нутуючою верхівкою сортозразки з рівнем розташування нижнього ярусу бобів на рослині 10 см і вище (бал 7 та 9) [17, с. 49].

Таким чином, виділення сортозразків, які будуть поєднувати високе прикріплення нижніх бобів із стабільним проявом цієї ознаки впродовж років вирощування дозволить виділити цінний селекційний матеріал для створення сортів квасолі придатних до механізованого збирання [24, с. 100-101].

В нашій колекції переважна кількість зразків мають середній (5,0-9,9 см) та високий (10,0-14,9 см) рівень розташування нижнього ярусу бобів (рис. 4).

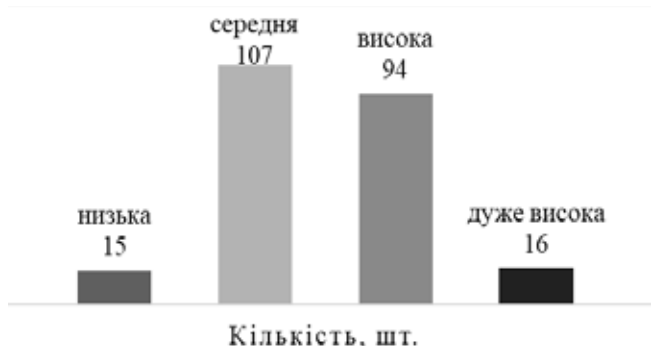


Рис. 4. Розподіл колекційних сортозразків за висотою прикріплення нижнього ярусу бобів

Невелика кількість зразків з низьким рівнем розташування нижнього ярусу бобів служать донорами інших важливих господарсько-цінних ознак.

Висновки і пропозиції. Для селекційної роботи використовується колекція квасолі звичайної у кількості 232 зразки. У складі цієї колекції 214 зразків походять з України, а 18 – закордонної селекції. Більшість цих сортозразків – кущового типу або кущового типу з нутуючою верхівкою. Переважна кількість зразків мають середній (5,0-9,9 см) та високий (10,0-14,9 см) рівень розташування нижнього ярусу бобів. В нашій колекції більшість зразків (148 шт.) належать до середньонасінних (з масою 1000 насінин 201-400 г). Наявність якісного колекційного матеріалу дозволила створити та занести до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні ряд сортів квасолі звичайної (зернової), найбільш відомими з яких є Буковинка, Ясочка, Ната та Садгорянка.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В., Колісник С.І., Вороніцька І.С., Кобак С.Я. Обґрунтування інтенсифікації виробництва зернобобових культур в Україні. *Web of Scholar*. 2018, 6 (24), Vol. 4. doi: 10.31435/rsglobal_wos/12062018/5769.
2. Галан М.С., Гук Р.М. Формування та збереження генетичних ресурсів зернобобових та бобових кормових культур в Інституті сільського господарства Карпатського регіону НААН. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. Вип. 66. С. 64–84. DOI: <http://phzt-journal.isgkr.com.ua/ua-66/5.pdf>.
3. Кобизева Л.Н. Різноманіття колекційного матеріалу гороху, сої, квасолі, нуту та сочевиці за рівнем біологічної урожайності. *Селекція і насінництво*. 2014. Вип. 106. С. 34–41.
4. Грищенко О.М., Дупляк О.Т., Жемойда В.Л., Мельник А.В. Вихідний матеріал – основа успішної селекції квасолі (*Phaseolus vulgaris* L.). *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2006. № 4. С. 42–48.
5. Безутла О.М., Кобизева Л.Н. Наукові основи формування ознакової колекції квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris* L.). *Генетичні ресурси рослин*. 2014. № 14. С. 50–61.
6. Галан М.С., Калагурка О.Б., Гук Р.М. Склад колекції квасолі в Інституті сільського господарства Карпатського регіону НААН. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2015. Вип. 58 (II). С. 41–47. DOI: <http://doi.org/10.32636/01308521>.
7. Мазур О.В., Паламарчук В.Д., Мазур О.В. Порівняльна оцінка сортів квасолі звичайної за господарсько-цінними ознаками. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. № 6. С. 116–124.
8. Мазур О.В., Паламарчук В.Д., Роїк М.В. Порівняльна оцінка сортозразків квасолі звичайної за комплексом цінних господарських ознак. Збірник наукових праць ВНАУ. *Сільське господарство та лісівництво*. 2015. № 1. С. 63–72.
9. Мазур О.В., Паламарчук В.Д., Мазур О.В. Аналіз кореляційних зв'язків між цінними господарськими ознаками квасолі звичайної. Збірник наукових праць ВНАУ. *Сільське господарство та лісівництво*. 2016. № 3. С. 133–138.
10. Graham P.H., Ranalli P. 1997. Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Field Crops Res.* 53 (1–3): 131–146. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(97\)00112.2](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(97)00112.2).
11. Михайлов В.Г., Романюк Л.С., Щербина О.З. Успадкування кількісних ознак у гібридів квасолі F₁. *Селекція та насінництво*. 2016. № 3–4. С. 197–205.
12. Мазур В.А., Дідур І.М., Ткачук О.П., Панцирева Г.В. Агроекологічна стійкість сортів квасолі звичайної до несприятливих умов вегетації. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2021. № 2 (90). С. 21–32.
13. Методичні рекомендації з вивчення генетичних ресурсів зернобобових культур / Л.В. Кобизева та ін. ; ІР імені В.Я. Юр'єва. Харків, 2016. 84 с.
14. Галан М.С., Роп Р.Ю., Гук Р.М. Наукові основи формування та збереження колекцій генетичних ресурсів рослин в Карпатському регіоні України (вика, боби,

люпин, квасоля) : метод. рек. / Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН. Львів, 2018. 54 с.

15. Широкий уніфікований класифікатор України роду *Phaseolus* L. Харків. 2004. 50 с.

16. Кобизева Л.Н., Безугла О.М., Тертишний О.В. Потенціал зернобобових культур для створення сортів придатних для механізованого збирання. *Селекція і насінництво*. 2012. Вип. 102. С. 10–15.

17. Безугла О.М. Джерела квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris* L.) за придатністю до механізованого збирання. *Генетичні ресурси рослин*. 2017. № 21. С. 41–52.

18. Овчарук О.В. Сортів особливості квасолі звичайної в умовах Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2014. № 88. С. 152–158.

19. Мазур О.В., Колісник О.М., Телекало Н.В. Генотипові відмінності сортозразків квасолі звичайної за технологічністю. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. Вип. 7. Т. 2. С. 33–39.

20. Колісник О.М. Урожайність насіння квасолі залежно від удобрення та застосування інокуляції насіння в умовах правобережного Лісостепу України. *Sciences of Europe* (Praha, Czech Republic). 2020. Vol. 1, No 50. P. 3–13. URL: <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/24821.pdf>.

21. Овчарук О.В., Каленська С.М., Овчарук В.І., Ткач О.В. Характеристика структури продуктивності, урожайності та якісного складу зерна сортів квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris* L.). *Агробіологія*. 2021. № 2. С. 106–115. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2021-167-2-106-115>.

22. Оліфірович С. Й. Продуктивність та основні показники придатності до механізованого збирання сучасних сортів квасолі звичайної (зернової). *Фітосанітарна безпека*. 2023. Вип. 69. С. 129–141. DOI: <https://doi.org/10.36495/PHSS.2023.69.129-141>.

23. Мазур О.В., Мазур О.В. Пластичність і стабільність сортів квасолі звичайної за технологічністю. *Сільське господарство та лісівництво*. 2024. № 32. С. 93–108. DOI: [10.37128/2707-5826-2024-1-8](https://doi.org/10.37128/2707-5826-2024-1-8).

24. М'ялковський Р.О., Мазур О.В., Сташевський Р.В. Порівняльна оцінка сортозразків квасолі звичайної за мінливістю цінних господарських ознак. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. № 1 (28). С. 97–112. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2023-1-7>.

УДК 633.15:631.8:632.4(477.4)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.3>

УРОЖАЙНІСТЬ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ АЗОТНОГО ЖИВЛЕННЯ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

Остапчук В.В. – аспірант кафедри харчових технологій,

Уманський національний університет

orcid.org/0009-0003-0522-533X

Любич В.В. – д.с.-г.н.,

професор кафедри харчових технологій,

Уманський національний університет

orcid.org/0000-0003-4100-9063

Тритикале озиме відіграє важливу роль у підвищенні продовольчої безпеки, оскільки має високу потенціальну продуктивність. Крім цього, значно краще реагує на застосування добрив, особливо азотних. При цьому зростає врожайність зерна та поліпшується його якість, проте ефективність удобрення значно змінюється залежно від сорту та погодних умов. Це зумовлює проведення постійних досліджень щодо реакції нових сортів тритикале озимого на поліпшення умов росту.

Одним із головних факторів для вирощування озимих культур зокрема тритикале озимого є азотне живлення. Азот для цієї культури відповідає як джерело росту та розвитку сприяючи збільшенню урожайності зерна. Найбільш поширена практика азотного підживлення зернових культур азотними добривами застосовуючи їх на весні по мерзлоталому ґрунті

Дослідження проводились на дослідних ділянках Уманського національного університету, що розташований на Черкащині, Уманського району. Схема досліді включала: контроль (без добрив), $P_{60}K_{60} + (\text{фон})$, $\text{фон} + N_{30}$, $\text{фон} + N_{60}$, $\text{фон} + N_{90}$, $\text{фон} + N_{120}$. Фоліарне підживлення карбамідом (N_{30}) проводили через 5–7 діб після фази BBCH 50. Обприскування проводили вранці, норма витрати робочої рідини була 500 л/га, концентрація карбаміду 6%. В дослідженні без добрив тобто контролю урожайність складала 4,65 т/га та на фоні із позакореневим підживленням карбамідом урожайність була 4,75 т/га, що відповідно зросло на 2,15% та за внесенням, $P_{60}K_{60} + \text{фон}$ порівняно із контролем урожайність 4,72 т/га виросла на 7% без внесення позакореневого підживлення на тлі із позакореневим підживленням карбамідом урожайність 4,81 т/га що, на зросло 10%. урожайність зростала відповідно збільшенню азотних добрив, також слід відмітити, що при застосуванні сеникації було не істотне зниження урожайності тритикале озимого.

Ключові слова: урожайність, тритикале озиме, позакореневе підживлення, сеникація, азотні добрива.

Ostapchuk V.V., Lyubich V.V. Yield of winter triticale depending on the conditions of nitrogen nutrition and senication in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine

Winter triticale plays an important role in increasing food security as it has high potential productivity. In addition, it responds much better to the use of fertilizers, especially nitrogen. At the same time, grain yield increases and its quality improves, but fertilization efficiency changes significantly depending on the variety and weather conditions. This causes constant research on the reaction of new varieties of winter triticale to improve growth conditions.

One of the main factors for the cultivation of winter crops, in particular winter triticale, is nitrogen nutrition. Nitrogen for a given crop is responsible as a source of growth and development, contributing to an increase in yield and weight of 1000 grains. The most common practice is nitrogen fertilizing of grain crops with nitrogen gains, using them in the spring on frozen soil and vegetative plants, using foliar top dressing on the leaf. Due to the cleavage of nitrogen and its content of three forms: amide, ammonium and nitrate.

The research was carried out at the experimental sites of Uman National University, located in the Cherkasy region, Uman district. The experiment began in 2022 and continues to this

day. However, the studies consist of obtaining a positive response of winter triticale to nitrogen nutrition. Fertilization rates were as follows: control (without fertilizers), $P_{60}K_{60}$ -background, background+N₃₀, background+N₆₀, background+N₉₀, background+N₁₂₀. Nitrogen fertilizers (ammonium nitrate) were applied in December – January. Foliar fertilization with urea (N₃₀) was carried out 5–7 days after the BBSN 50 phase. Spraying was carried out in the morning, the rate of consumption of the working fluid was 500 l/ha, the concentration of urea was 6%. Senication was performed in the BBSN phase 75 with ammonium sulfate (N₃₀). Spraying was carried out during the day with a rate of consumption of the working fluid of 500 l/ha. In the study without fertilizers, i.e. control, the yield was 4.65 t/ha and against the background with foliar fertilization with urea, the yield was 4.75 t/ha, which increased by 2.15%, respectively, and according to the application, $P_{60}K_{60}$ +background compared to the control, the yield of 4.72 t/ha increased by 7% without foliar fertilization against the background with foliar fertilization with urea, the yield of 4.81 t/ha, which, by 10%. However, in other embodiments, the yield increased in accordance with the increase in nitrogen fertilizers, it should also be noted that when using senication, there was no significant decrease in the yield of winter triticale.

Key words: yield, winter triticale, foliar fertilization, senication, nitrogen fertilizers.

Актуальність теми дослідження. Нині вирощування тритикале озимого відіграє ключову роль у житті людей. Культура відносно нова та в неповному обсязі досліджена [1]. Для селекції рослин було одне із головних досягнень це створення тритикале озимого. Дана культура поєднала в собі характеристики пшениці та жита. Від пшениці отримала велику стійкість проти екологічних стресів та хвороб жита. Цим самим тритикале озиме отримало світове визнання та збільшення посівних площ [1].

Постанова проблеми. Тритикале озиме є високоврожайною культурою, яка успішно адаптується до різних умов вирощування, подібно до пшениці озимої, та висівається практично в усіх кліматичних зонах України.

Саме актуальність внесення мінеральних добрив які призводять до збільшення врожайності як зернової маси так і зеленої маси це дозволяє даній культурі бути унікальною як із зернової точки зору так із кормової [6]. Одним з найважливіших агротехнічних чинників, що впливають на врожайність зерна і дають можливість аграріям повною мірою використовувати високий виробничий потенціал зернових культур, є мінеральне удобрення, особливо азотне живлення [12–15]. В інтенсивній технології вирощування рівень азотного удобрення та дата його внесення мають важливе значення для досягнення високої продуктивності рослин, що забезпечують урожай хорошої якості [16].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Азот, який отримує культура на ранніх стадіях росту, як правило, має великий вплив на вегетативний ріст і врожайність сільськогосподарських культур, тоді як вплив на вміст білка в зерні може бути низьким через ефект біологічного розбавлення більш високого врожаю. І навпаки, запаси азоту в пізній сезон зазвичай впливають на білок більше, ніж на врожай. Оскільки пізня пропозиція азоту має незначний вплив на врожайність зерна, то при посиленому виробництві зерна відбувається менше розбавлення білка. Крім того, N, що отримується на більш пізніх стадіях росту, може бути більш ефективно спрямований до зерна, оскільки він не знерухомлений у вегетативних органах рослини [13]. Тому актуальним є завдання збільшення ефективного використання азотних добрив для покращення врожайності так і харчових якостей тритикале озимого.

Метою досліджень було встановлення позитивного впливу азотних добрив на тритикале озиме, які сприяють підвищенню врожайності в умовах правобережного Лісостепу України.

Методика досліджень. Впродовж 2023–2024 рр. на дослідних ділянках Уманського національного університету досліджувався вплив азотного удобрення карбамідом на тритикале озиме. Рельєф дослідного поля, в якому закладений дослід, був рівнинний з мінімальним схилом в якому майже відсутня ерозія ґрунту. Дослідне поле має невеликі пологості в районі 1–2% в південно східно та північно-західних напрямках. Схема досліду включала в собі двофакторний дослід із позакореневим підживленням карбамідом та без позакореневого підживлення. Норми внесення добрив були такими: контроль (без добрив), $P_{60}K_{60}$ -фон, фон+ N_{30} , фон+ N_{60} , фон+ N_{90} , фон+ N_{120} внесення азотних добрив (аміачна селітра) проводили у грудні – січні. Фоліарне підживлення карбамідом, N_{30} проведено через 5–7 днів після фази ВВСН 50 Обприскування проводили вранці, норма витрати бакової суміші 500 л/га, концентрація карбаміду 6%.

У дослідженні було використано такі добрива як карбамід, аміачна селітра.

Виклад основного матеріалу дослідження. Отримані результати досліджень по урожайності тритикале озимого висвітлені в (табл. 1).

Таблиця 1

**Динаміка формування врожаю тритикале озимого
залежно від азотного удобрення**

Варіант досліду (чинник А)	Рік дослідження		Середня урожайність за два роки т/га	
	2023	2024		
Урожайність без позакореневого підживлення (чинник В) т/га				
Без добрив (контроль)	4,65	6,33	5,49	
P ₆₀ K ₆₀ +фон	4,72	6,36	5,54	
Фон+N ₃₀	4,90	7,17	6,03	
Фон+N ₆₀	5,24	8,29	6,76	
Фон+N ₉₀	5,27	8,32	6,79	
Фон+N ₁₂₀	5,35	8,34	6,84	
Урожайність із позакореневим підживленням та карбамідом т/га				
Без добрив (контроль)	4,75	6,42	5,85	
P ₆₀ K ₆₀ +фон	4,81	6,63	5,72	
Фон+N ₃₀	5,06	7,45	6,25	
Фон+N ₆₀	5,30	8,61	6,95	
Фон+N ₉₀	5,35	8,65	7,00	
Фон+N ₁₂₀	5,40	8,69	7,04	
Середня урожайність за чинниками	A	5,02	7,4	6,24
	B	5,11	7,74	6,46
HIP ₀₅ за чинниками	A	0,2	0,36	0,31
	B	0,3	0,36	0,32

Досліджувані фактори показують, що урожайність тритикале озимого варіювалась залежно від удобрення: середня урожайність без позакореневого

підживленням складала 6,24 т/га а у чиннику із позакореневим підживленням, карбамідом становила 6,46 т/га, що на 3,5% вища ніж без добрив. Однак у варіантах без добрив (контроль) середня урожайність становить 5,49 т/га та у варіанті контроль без добрив із позакореневим підживленням, карбамідом становила урожайність 5,85 т/га, що на 6,2% різниться. В варіантах $P_{60}K_{60}$ -фон без позакореневого підживлення та у варіанті $P_{60}K_{60}$ -фон із позакореневим підживленням та карбамідом середня урожайність в першому складала 5,54 т/га та у другому 5,72 т/га, що різниця між ними становила 4% вища при урожайності 5,72 т/га. В варіантах Фон+ N_{30} внесенням позакореневого підживлення та карбамідом і без позакореневого підживлення так середня урожайність 6,03 т/га та на ділянках із підживленням 6,25, що на 3,52% вища. За схемою фон+ N_{60} без внесення позакореневого підживлення середня урожайність складала 6,76 т/га а у варіанті із внесення позакореневого підживлення становила 6,95 т/га, що різниця за урожайності складала із внесенням добрив та позакореневого підживлення 2,8% зросла завдяки мінеральному живленню. За варіантом фон+ N_{90} середня урожайність складала за два роки дослідження без позакореневого підживлення 6,79 т/га та у такому варіанті із внесенням позакореневого підживлення та карбамідом середня врожайність була 7,00 т/га, що становила середній приріст урожайності 3%. У варіанті фон+ N_{120} середня урожайність була без позакореневого підживлення 6,84 т/га та за внесенням карбаміду і позакореневого підживлення середня урожайність складала 7,04, що приріст склав 2,9%. Приріст врожаю тритикале озимого при збільшення азотних добрив на 30 кг фізичної маси на рисунку 1.

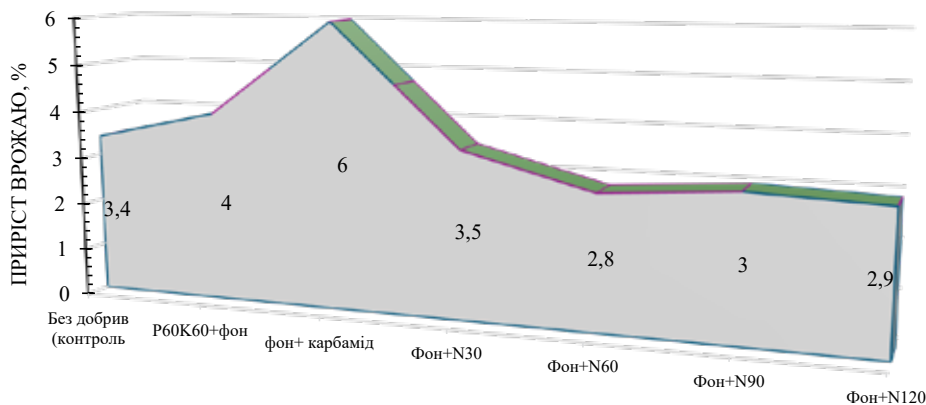


Рис. 1. Приріст врожаю тритикале озимого при збільшенні азотних добрив на 30 кг фізичної маси (2023–2024)

Аналізуючи графік отримані дані указують, що урожайність при збільшенні мінеральних добрив стрімко зростає так відношення по приросту до урожайності складала в діапазоні 3–4%. Тому при внесенні мінеральних добрив які збільшуються на 30 кг азотних добрив видно приріст на 3% а від фону тобто контролю на 12,82%.

Висновки. За умов правобережного Лісостепу України застосування позакореневого підживлення азотними добривами карбамідом сприяло зростанню

урожайності тритикале озимого. Найбільший приріст середньої урожайності склав у варіанті N_{120} як із позакореневим підживленням карбамідом так і без. У варіанті N_{120} без позакореневого підживлення карбамідом середня урожайність склала 6,84 т/га. За досліджуваних чинників загальний приріст урожайності становив на 12,82%. За умови підвищення дози азотних добрив на 30 кг фізичної маси. Так при варіанті N_{120} із позакореневим підживлення карбамідом середня урожайність склала 7,04 т/га. отже позакореневе підживлення азотними добривами позитивно впливає на підвищення урожайності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Плакса В.М., Каленська С.М., Король П.П. Поширення тритикале в світі. *Сучасні аграрні технології*. 2013. 1. С. 34–38.
2. Левченко О.С. Голик Л.М. Штакал М.І. Березовський О.В. Створення сортів тритикале озимого різного цільового призначення. *Генетика, селекція, біотехнологія* 2023, № 12 (849), 58–63.
3. Кирильчук М. Іваницька А. Безпрозвана І. Чухлеб Сю Ляшенко С. Оцінка адаптивної здатності сортів тритикале озимого в умовах Лісостепу та Полісся України. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка* 2024, № 2 (43), 49–54.
4. Бондаренко О.В. Пластичність типу розвитку тритикале озимого. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво* 2024, № 76 (1), 7–15.
5. Bielski S. Romaneckas K. Egidijus Š. Impact of Nitrogen and Boron Fertilization on Winter Triticale Productivity Parameters. *Agronomy* 2020, 10, № 279, 1–12.
6. Rozhkov A.O. Belashov O.M. Gepenko O.V. Stankevych S.V. Romanova T.A. Matsyura A.V. Effect of nutrition and precipitation on the grain yield at winter triticale. *Ukrainian Journal of Ecology* 2021, 11(2), 392–399.
7. Gaj R. Kayzer D. Głuchowska K. Wielgusz K. Wolna-Maruwka A. A Case Study on the Effect of Foliar Nitrogen Fertilization on the Microbiological and Biochemical State of the Soil and the Uptake of Macro- and Microelements by Winter Triticale (Triticosecale). *Agronomy* 2025, 15, 467, 1–25.
8. Wysokinski A. Lozak I. Kuziemska B. Sources of Nitrogen for Winter Triticale (Triticosecale Wittm. ex A. Camus) Succeeding Pea (Pisum sativum L. *Agronomy* 2021, 11(3), 527, 8–12.
9. Gaj R. Górsk D. Borowski-Beszta J. Wielgusz K. Nitrogen management impact on winter triticale grain yield and nitrogen use efficiency. *Journal of Elementology* 2023.28.(3).24-33.

УДК 633.11:631.5(292.485)(477)
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.4>

ВПЛИВ МАКРО- ТА МІКРОЕЛЕМЕНТІВ НА СОРТОВУ ВРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ СИРОВИНИ НАГІДОК ЛІКАРСЬКИХ (*CALENDULA OFFICINALIS* L.) В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Падалко Т.О. — доктор філософії з агрономії, доцент,
асистент кафедри садівництва і виноградарства,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
orcid.org/0000-0001-9299-3721

Дослідження, проведені в період з 2018 по 2024 рік, підкреслили біологічні особливості та доцільність вирощування рослин нагідок лікарських (*Calendula officinalis*) в умовах Правобережного Лісостепу України, в яких розглядається ключова інформація про введення мікроелементів та їх застосування в ґрунт, враховуючи подібну валентність та можливість безпечного застосування. Значним досягненням стало встановлення чітких функцій мікроелементів та розробка методів їх використання для рослин нагідок лікарських сортів «Сонячна красуня» та «Радіо». Метою цього дослідження було оцінити вміст та розподіл необхідних та корисних елементів у різних органах та на різних стадіях розвитку календули в польових умовах. Встановлено, що сировина досліджуваних сортів відповідає нормативній документації за критерієм екологічної безпеки щодо внесення макро та мікроелементів за агрономічними параметрами. Відмічені сортові відмінності за елементним хімічним складом досліджуваних рослин. У сорту Сонячна красуня мали змогу спостерігати вищий вміст макроелементів в сировині по натрію – у 1,5 раза та калію у 1,1 раза, а за вмістом мікроелементів (алюміній – у 2,3, бор – 1,9, залізо в 1,4 рази). У сировині сорту Радіо, спостерігалися показники, які визначали вищий вміст калію, фосфору, цинку, йоду та міді. Найбільша врожайність повітряно-сухої маси суцвіть, що склала 1,86 т/га, зафіксована у сорту Сонячна красуня при сівбі за осіннього строку. Дослідження дають змогу зробити висновок, що в умовах Правобережного Лісостепу України можна вирощувати нагідки лікарські на ґрунтах бідних на ці мікроелементи, що регулювало урожайність за досліджуваними факторами та якістю сировини, шляхом їх внесення.

Ключові слова: нагідки лікарські, технологія вирощування, макро- та мікроелементи, урожайність, якість.

Padalko T.O. Influence of macro- and micro-elements on varieties yield and quality of raw material of calendula (*Calendula officinalis* L.) in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine

Studies conducted from 2018 to 2024 highlighted the biological features and feasibility of growing medicinal marigolds (*Calendula officinalis*) in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine, which consider key information on the introduction of microelements and their application to the soil, taking into account similar valence and the possibility of safe application. A significant achievement was the establishment of clear functions of microelements and the development of methods for their use for medicinal marigold plants of the varieties “Soniachna Krasunya” and “Radio”. The purpose of this study was to assess the content and distribution of necessary and useful elements in different organs and at different stages of calendula development in field conditions. It was established that the raw materials of the studied varieties comply with the regulatory documentation according to the criterion of environmental safety regarding the introduction of macro and microelements according to agronomic parameters. Varietal differences in the elemental chemical composition of the studied plants were noted. In the Sonechna Krasunya variety, it was possible to observe a higher content of macroelements in the raw material for sodium – 1.5 times and potassium – 1.1 times, and for the content of microelements (aluminum – 2.3, boron – 1.9, iron – 1.4 times). In the raw material of the Radio variety, indicators were observed that determined a higher content of potassium, phosphorus, zinc, iodine and copper.

The highest yield of air-dry mass of inflorescences, which amounted to 1.86 t/ha, was recorded in the Sonechna Krasunya variety when sowing in the autumn period. The studies allow us to conclude that in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine, it is possible to grow medicinal marigolds on soils poor in these microelements, which regulated the yield according to the studied factors and the quality of the raw material by applying them.

Key words: *calendula, cultivation technology, macro- and microelements, yield, quality.*

Актуальність теми дослідження. В сучасних умовах розвитку сільського господарства, особливого значення набувають методи культивування, що базуються на екологічно безпечних технологіях. Це пов'язано з тим, що внесення високих доз мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин без достатнього наукового обґрунтування та з порушенням технології застосування може мати вкрай небезпечні екологічні наслідки, що неприпустимо у вирощуванні та заготівлі лікарських рослин. Лікарські рослини мають виняткове значення у підтримці високої якості життєдіяльності людини і, незважаючи на широкий асортимент синтетичних медичних препаратів, сировину лікарських рослин широко використовують у науковій та традиційній медицині. Для планування й аналізу експериментів з агроєкології, агротехніки, селекції лікарських та ароматичних рослин, застосовуються елементи удобрення, а тому рослина при повноцінному комплексі мікроорганізмів одержує необхідне кореневе живлення, внаслідок чого реалізовує свій генетичний потенціал стосовно врожаю та якості лікарської рослинної сировини [7].

Для раціонального використання біологічних можливостей лікарської рослинної сировини нагідок лікарських, що культивуються в умовах Правобережного Лісостепу України, проведено експериментальні дослідження для встановлення впливу макро- та мікроелементів на урожайність та показники якості цінної лікарської сировини. Отримані результати досліджень демонструють значущість для науки та агровиробництва. Вони охоплюють наукове, теоретичне та практичне обґрунтування застосування ключових елементів, що спираються на вивчення особливостей формування продуктивності та характеристик якості лікарської сировини. Це дозволило максимально розкрити потенціал рослин нагідок лікарських та забезпечити ефективне використання наявних природних ресурсів зони культивування [8].

Нагідки лікарські (*Calendula officinalis* L.) – однорічна трав'яниста рослина, родини Айстрові (*Asteraceae*), рід нараховує до 25 видів, серед яких найбільш розповсюджені *C. officinalis*, *C. arvensis*, *C. tripterocarpa*, *C. stellata* та *C. Suffruticose* що наряду з ромашкою лікарською, широко культивується не тільки в Україні, а й у багатьох європейських країнах світу. За морфологічними ознаками рослина заввишки до 80 см, коренева система стрижнева, стебло прямостояче, починає розгалужуватися від основи, ребристе, покрите короткими, твердими волосками, густо розташованими у верхній частині, листя розташоване у черговому порядку, світло-зеленого кольору, досягає довжини до 15 см, з ледь помітними зубчиками по краях, квітки зібрані у великі кошики, до 9 см у діаметрі, які одиночно розміщені на верхівках стебел та бічних пагонів. Крайові квіти – язичкові, їхнє забарвлення варіюється від жовтого до насичено-жовтогарячого, розташовані у 10 рядів (як прості, так і махрові). Плід сім'янка [10].

Широкий спектр лікувальних властивостей нагідок лікарських пояснюється присутністю великої кількості різних за хімічною природою та фармакологічною дією біологічно активних речовин: флавоноїди, ксантофіли та каротиноїди, ефірна олія, кумарини, водорозчинні полісахариди (14,75%). У надземній частині

містяться сапоніни, дубильні речовини, гірка речовина календен, насичені три-терпендіоли: арнідіол та фарадіол. Суцвіття містять каротиноїди – до 3%; ефірна олія (0,02%); флавоноїди (до 4%); гіркі та дубильні речовини; азотовмісні сполуки (1,5%); органічні кислоти (6–8%); сліди алкалоїдів, календулозиди, концентрує Zn, Cu, Mo, Se. В останні роки селену приділяється велика увага через антиоксидантні властивості. Препарати мають антисептичний, ранозагоювальний, седативний, спазмолітичний ефект, нормалізують серцеву діяльність та зменшують набряки, прискорюють процеси регенерації, сприяють епітелізації [4].

Якість лікарської сировини регламентується Державною Фармакопеею України та Європейською фармакопеею. Відповідно до фармакопейної статті «Квіти нагідок» у суцвіттях повинно містити не менше 35% екстрактивних речовин, що витягуються 70-відсотковим спиртом [3]. Тому велике значення має виявлення дії макро- та мікроелемента на накопичення діючих речовин.

Стійкість до високого рівня елементів харчування контролюється генетично, залежить від біологічних, видових та сортових особливостей рослини, макро- та мікроелементів, факторів навколишнього середовища та реалізується через фізіолого-біохімічні механізми. Елементи живлення є ключовими для всіх аспектів росту та розвитку рослини: вони задіяні у формуванні органічних речовин, контролюють збільшення вегетативної маси, беруть участь у фотосинтезі та синтезі хлорофілу, сприяють росту коренів, підвищують зимостійкість, стійкість до захворювань, шкідників та стресових факторів, допомагають регулювати водний баланс, забезпечують транспортування цукрів по рослині, впливають на окислювально-відновні реакції, активізують ферменти та ферментативні процеси, підсилюють обмін речовин, зміцнюють клітинні стінки. Елементи живлення задіяні в азотному та білковому обміні речовин, входять до складу амінокислот, вітамінів та рослинних олій, регулюють дихання та біосинтез. Важливе значення має встановлений взаємозв'язок між вмістом макро- та мікроелементів у лікарських рослинах і їхнім впливом. Завдяки взаємодії з біологічно активними сполуками ці елементи регулюють біохімічні процеси та синтез життєво важливих речовин, необхідних для підтримки гомеостазу [5].

Постановка проблеми. В сучасних умовах розвитку сільського господарства особливого значення набуває високоєфективне застосування ефективних технологій та якісних систем удобрення. Макроелементи (N, P, K та ін.) відповідають за вегетацію рослин, бутонізацію та для формування суцвіття; використовуються в якості будівельного матеріалу для клітинних стінок і стимулює ріст кореневої системи. Мікроелементи (B, Mn, Cu, Zn, Co, Mo) є ключовими для здорового росту та формування рослин, відіграючи важливу роль у фотосинтезі, синтезі білків, жирів і вуглеводів [6].

Всебічно біологічне питання щодо значення елементів для життя рослин вперше почав вивчати В.І. Вернадський, згодом над розв'язанням даних теоретичних та практичних аспектів працювали Е.В. Бобко, М.М. Городній, М.Я. Шевніков, П.А. Власюк та ін., які розглядали їх як надзвичайно важливі фактори для життєдіяльності рослин [9].

Мета дослідження полягала в науково-практичній оцінці макро- та мікроелементів і обґрунтування їх форм і способів внесення за допомогою польових і вегетаційних дослідів з підвищення врожайності та якості лікарської сировини нагідок лікарських і розробка заходів для оптимізації експериментальних досліджень.

Методика досліджень. При дослідженні використовували одні й ті самі форми добрив, вносили їх в однаковій кількості, дотримуючись однієї й тієї ж

техніки закладання. Після визначення схеми досліду розробляли умови закладання, щоб мати вірогідні дані з дотриманням типовості, точності досліду, а також принципу єдиної відміни. У дослідженнях використовували польові загальноприйняті польові та лабораторні методи досліджень вивчення елементів технології вирощування рослин *C. officinalis* упродовж 2018–2024 рр. у сівозміні зернових культур в умовах ФОП «Прудивус». Об'єктами дослідження були зареєстровані високопродуктивні сорти *C. officinalis* Сонячна красуня (*sunny beauty*) та Радіо (*Radio*) [2].

Фенологічні спостереження проводили на основних етапах росту і розвитку рослин відповідно до «Методики сортовипробування сільськогосподарських культур». Структуру посівів визначали шляхом біологічного аналізу чотирьох повторних пробних площ по 1 м² у різних місцях. Статистичну обробку результатів проводили методом дисперсійного аналізу з використанням програмних пакетів Agrostat і Statistica 10.0. [9].

Агрохімічні показники ґрунту визначали за такими методиками: рНsol – 1 N HCl екстракт, загальні обмінні основи за Каппеном, вміст гумусу за І.В. Тюриним, рухомих форм фосфору та калію за Кірсановим, азоту за Корфілдом. Загалом ґрунти дослідних ділянок характеризуються високою забезпеченістю макроелементами, такими як фосфор, калій та азот, і слабокислим рН 5,2–5,7 [7; 8].

Для вегетаційного досліду в посудини насипали ґрунт із розрахунку 10 кг чорнозему важко суглинкового. Мікроелементи вносили в ґрунт малій кількості: бору – 1,0 мг; цинку – 2,5 мг, міді 0,5 мг; молібдену – 1,0 мг; кобальту – 1,0 мг діючої речовини на кілограм ґрунту; заліза – 4,0 мг, йоду – 5,6 до 7,48 мг та алюмінію – 8,00 мг/кг.

Цікаво, що врожайність при внесенні елементів удобрення підвищувалася переважно за рахунок збільшення кількості формованих суцвіть, а не їхньої маси.

Результати досліджень. За результатами досліджень можна сказати, що інтенсивність наростання надземної частини рослин змінюється впродовж усього вегетаційного періоду залежно від морфо-біологічних особливостей сортів та технологічних факторів. Технологія обробітку передбачає застосування добрив, які можуть вплинути на хімічний склад рослин та якість лікарської рослинної сировини.

Дані показують (табл. 1), що вміст важких металів у сировині обох сортів відповідає, міжсортowa різниця за змістом макро-і мікроелементів у суцвіттах нагідок лікарських характеризується як позитивними, і негативними величинами. Характеристика накопичення макро- та мікроелементів у лікарській рослинній сировині важлива в оцінці якості. Вищий вміст макроелементів спостерігалося в сировині у сорту Сонячна красуня по натрію – у 1,5 раза та калію у 1,1 раза, а за вмістом мікроелементів (алюміній – у 2,3, бор – 1,9, залізо в 1,4 рази). У сировині сорту Радіо, спостерігалися показники, які визначали вищий вміст калію, фосфору, цинку, йоду та міді.

Узагальнюючи дані таблиці 1, можна скласти ряди за макро- та мікроелементами. Для кожного сорту в порядку зменшення за 5 макроелементами утворюються такі ряди: Радіо: K > Ca > P > N > Na; Сонячна красуня: K > Ca > P > Na > N. За 7 мікроелементами в порядку зменшення спадні ряди мали такий вигляд: Радіо: Fe > Zn > B > Al > Cu > Mo > I > Co; Сонячна красуня: Fe > B > Al > Zn > Cu > Mo > I.

З наведених даних видно, що сорти відрізняються за накопиченням макроелементів лише за розташування алюмінію та молібдену.

Таблиця 1

**Вміст макро- та мікроелементів у суцвіттях сортів нагідок лікарських
(*Calendula officinalis* L.), мг/кг (сухої речовини)**

Елемент	Сорт (фактор А)		Різниця між сортами
	Сонячна красуня (sunny beauty) (К)	Радіо (Radio)	
Макроелемент	Середнє за 2018–2024 р.р		
Контроль (дистильована вода)			-
Калій (К)	23310±1412,2	23474±632,4	-164
Натрій (Na)	2321,3±245,6	1542,6±158,1	+778,7
Кальцій (Ca)	10499,3±1013,6	9529,8±1192,6	+969,5
Азот (N)	1881,7±61,4	2229,5±222,7	-347,8
Фосфор (P)	2916,5±338,3	3378,5±125,4	-462
Мікроелемент	Середнє за 2018–2024 р.р		
Контроль (дистильована вода)			-
Бор (В)	76,77±5,101	39,71±13,121	+37,055
Цинк (Zn)	37,58±1,890	41,95±2,047	-4,363
Мідь (Cu)	7,87±0,725	8,96±0,711	-1,09
Алюміній (Al)	46,78±7,82	20,73±3,85	+26,05
Залізо (Fe)	213,75±16,245	155,25±15,607	+58,5
Кобальт (Co)	0,2013±0,036	0,143±0,015	+0,058
Йод (I)	0,072±0,0067	1,136±0,910	-1,064
Молібден (Mo)	2,288±0,329	1,940±0,182	+0,348
Примітка. Різниця достовірніа при $p \leq 0,05$			

Екологічні методи вирощування рослин з використанням макро- та мікроелементів можуть значно підвищити врожайність рослин. Інтенсивність цвітіння визначали 6 разів за врожаєм повітряно-сухих квіток. Результати проведених досліджень свідчать про підвищення інтенсивності формування суцвіть впродовж перших 15 діб масового цвітіння рослин в 3 збори (табл. 2).

Найвища урожайність повітряно-сухої сировини суцвіть 1,86 т/га відмічена в сорту Сонячна красуня за осіннього строку сівби. Втрата в масі при висушуванні зразків рослинної сировини нагідок лікарських становила 12,8–13,4%, не перевищила вимог Державної фармакопеї [1; 3] (не більше 14%) та не залежала від рівня внесення елементів удобрення.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Проведені дослідження в умовах Правобережного Лісостепу України дали змогу встановити основні закономірності застосування мікроелементів під культуру з метою одержання високої врожайності і якості лікарської сировини на ґрунтах бідних на ці мікроелементи, що компенсувало шляхом їх внесення. За мікроелементами у сорту Сонячна красуня спостерігається достовірне переважання над сортом Радіо Al, Mo, B. Встановлено, що позитивний вплив на урожайність мали й строки сівби. Їхня ефективність підвищувалася від першого строку до третього.

Таблиця 2

Динаміка урожайності нагідок лікарських (*Calendula officinalis* L.), т/га при внесенні макро- та мікроелементів за строками збору сухої сировини (Середнє за 2018–2024 рр.)

Сорт (фактор А)	Період збору суцвіть за строками сівби					
	Строк сівби (фактор В)					
	осінній		весняний		літній	
	Урожайність, т/га		Урожайність, т/га		Урожайність, т/га	
	суцвіть	насіння	суцвіть	насіння	суцвіть	насіння
Сонячна красуня (<i>sunny beauty</i>) (К)	1,86	0,54	1,03	0,62	0,86	0,48
Радіо (<i>Radio</i>)	1,03	0,51	0,99	0,56	0,77	0,44
НІР _{0,05}	0,13	-	0,08	-	0,06	-

Перспективою подальших досліджень є розроблення шляхів реалізації визначених агротехнічних вимог на створення ефективної технології вирощування культури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гудзенко А. В. Розробка ВЕРХ методики визначення ізорамнетин-3-рутинозиду в лікарських засобах квіток нагідок лікарських (*Calendula officinalis* L.). *Фармакологія та лікарська токсикологія*. 2015. Вип. 42. № 1. С. 82–87. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ft_2015_1_14
2. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2024 році / Міністерство аграрної політики та продовольства України. Київ, 2024. URL: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestrsortiv-roslin> (дата звернення: 02.04.2025)
3. Державна Фармакопея України. Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». 2-е вид. Доповнення 7. Харків, 2024. Т. 1. 296 с. ISBN 978-617-95285-1-4
4. Lupak O., Klepach H., Antonyak H., Marigold (Calendula officinalis L.) and its components as a source of biologically active substances. *Ecology and human health* / Ed. by Andrzej Krynski et al. Czestochowa: Educator, 2018. P. 65–76. URL: <http://dx.doi.org/10.32782/naturaljournal.11.2025.20>
5. Максін В. І. Мікродобрива в рослинництві. *Агроном*. Травень, 2023. № 2 (80). URL: <https://www.agronom.com.ua/mikrodobryva-vroslynnytstvi-vchora-sogodni-zavtra/> (дата звернення: 10.03.2025)
6. Падалко Т.О., Овчарук В.І. Вплив мікродобрив на урожайність та якість вегетативної маси і кореневища з коренями рослин ехінацеї пурпурової (*Echinacea purpurea* (L.) toench.) в умовах Правобережного Лісостепу України. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. Кам'янець-Подільський. Видавничий дім «Гельветика». 2024, № 4 (45). С. 39–44. URL: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2024-4.5>
7. Падалко Т.О. Еколого-технологічні особливості впливу строків сівби на формування біометричних показників нагідок лікарських (*Calendula officinalis* L.) в умовах Правобережного Лісостепу України. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН. 2024. Вип. 76 (2). С. 72–80. URL: [https://doi.org/10.32636/01308521.2024-\(76\)-2-7](https://doi.org/10.32636/01308521.2024-(76)-2-7)

8. Padalko T. O. Dynamics of growth and development of *Calendula* plants (*Calendula officinalis*) according to the duration and phases of vegetation in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. International periodic scientific journal “*Scientific World Journal*”. 2024. Vol. 23, no. 2. P. 72–78. URL: <https://doi.org/10.30888/2663-5712.2024-23-00-055> (last accessed: 12.04.2025).

9. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М. Дослідна справа в агрономії: навч. посіб.: у 2 кн. Кн. 1. *Теоретичні аспекти дослідної справи*. Харків: Майдан, 2016. С. 167–169. URL: <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/33532>

10. Savić I. M., Gajić I. M. S. Physical, chemical and antioxidant stability studies of a topical formulation containing pot marigold (*Calendula officinalis*) flowers extract. *Adv. Technol.* 2021. Vol. 10 (1). P. 11–19. URL: <https://doi.org/10.5937/savteh2101011S> (last accessed: 08.08.2024).

УДК 633.9:820.952:504:620.9

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.5>

ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ТА ПРОДУКТИВНОСТІ МІСКАНТУСУ ПЕРШОГО РОКУ ВЕГЕТАЦІЇ ЯК ВИСОКОЕНЕРГЕТИЧНОЇ КУЛЬТУРИ

Паламарчук В.Д. – д.с.-г.н.,

доцент кафедри рослинництва та садівництва,

Вінницький національний аграрний університет

orcid.org/0000-0002-4906-3761

Логоша Р.В. – д.е.н., професор,

завідувач кафедри аграрного менеджменту та маркетингу,

Вінницький національний аграрний університет

orcid.org/0000-0001-6462-5083

Кричковський В.Ю. – д. філос. з агрономії,

старший викладач кафедри рослинництва та садівництва,

Вінницький національний аграрний університет

orcid.org/0000-0003-4415-0708

Міскантус гігантський набуває все більшої популяризації в Україні, як одна із біоенергетичних культур не продовольчого напрямку використання, особливо в умовах низькородючих ґрунтів. У статті наводяться результати вивчення інноваційної технології вирощування міскантусу гігантського. Вирощування міскантусу дозволить істотно підвищити енергонеалежність України та зменшить використання твердих видів палив. Дослідження проведені в умовах ТОВ «Міскантус технологі» селище Кам'яний брід Звягельського району Житомирської області протягом 2023 року. В досліді використовався гібрид міскантусу гігантського Тера веста Атена плус (Terra vesta Athena™).

Ґрунт дослідної ділянки – дерново-слабоопідзолений глинисто-піщаний за механічним складом. Ґумусово-елювіальний горизонт має ясно-сіре забарвлення товщиною 18-22 см. Вміст ґумусу (за Тюрнімом) у верхньому шарі ґрунту становив 2,55-2,64 % з глибиною кількість його різко зменшується, а на глибині 50-60 см він був практично відсутній.

Встановлено, що якісного для формування плантацій міскантусу гігантського, важливу увагу необхідно приділяти підготовці ґрунту до висаджування, оскільки вони мають властивість дуже швидко пересихати та втрачати схожість і суттєво знижувати програмовану густоту рослин на одиниці площі. Виходячи із цього розроблені рекомендації щодо проведення передпосівного зберігання ґрунту в холодильному сховищі з контрольованою температурою +1 °C та вологістю 85-90 %. Нами встановлена важливість системи удобрення у технології вирощування міскантусу гігантського, зокрема проведення заходів хімічної меліорації та внесення добрив позитивно вплинуло на зниження кислотності ґрунту та забезпеченість основними елементами живлення. Внесення мінеральних добрив у нормі $N_{46}P_{22}K_{84}$ та 600 кг/га вапнякового матеріалу на дерново-слабоопідзолені ґрунтах, садіння ґрунту із використанням ГТС-технологій в гребні на глибину 10 см, дозволяє отримати високу схожість (більше 94 %), ефективно використовувати запаси ґрунтової вологи на початку вегетації, контролювати бур'янисту рослинність та сформувати у перший рік вегетації урожайність вегетативної маси на рівні 14,53 т/га.

Ключові слова: вегетація, міскантус, технологія вирощування, ґрунти, гібриди, структура врожаю, елементи живлення, продуктивність.

Palamarchuk V.D., Logosha R.V., Krychkiivskiy V.Yu. Cultivation characteristics and productivity of first-year growth miscanthus as a high-energy crop

Giant Miscanthus is gaining increasing popularity in Ukraine as one of the promising bioenergy crops intended for non-food use, particularly under conditions of low-fertility and degraded soils. This article presents the results of a study on an innovative cultivation technology for Giant Miscanthus.

The cultivation of this crop offers significant potential to enhance Ukraine's energy independence and reduce the use of traditional solid fuels. Field trials were conducted in 2023 at Miscanthus Technology LLC, located in the village of Kamiany Brid, Zviahel district, Zhytomyr region. The hybrid Terra Vesta Athena™ of Giant Miscanthus was used in the study.

The soil of the experimental plot is soddy, slightly podzolic, and clay-sandy in texture. The humus-eluviated horizon has a light gray color and a thickness of 18-22 cm. The humus content (according to Tyurin) in the topsoil layer ranged from 2.55 % to 2.64 %. With increasing depth, the humus content decreased sharply, and at a depth of 50-60 cm, it was practically absent.

It has been established that for the successful establishment of Giant Miscanthus plantations, special attention must be paid to the preparation of rhizomes before planting. This is due to their tendency to dry out quickly, which significantly reduces germination capacity and leads to a considerable decrease in the target plant density per unit area. Based on this, recommendations have been developed for pre-planting storage of rhizomes in refrigerated facilities with a controlled temperature of +1 °C and relative humidity of 85-90 %.

We have established the crucial role of the fertilization system in the cultivation technology of Giant Miscanthus. In particular, the implementation of chemical amelioration measures and fertilizer application had a positive effect on reducing soil acidity and improving the availability of essential nutrients. The application of mineral fertilizers at a rate of $N_{46}P_{23}K_{84}$, along with 600 kg/ha of liming material on soddy slightly podzolic soils, and the planting of rhizomes using GIS technologies in ridges at a depth of 10 cm, ensured high germination rates (above 94 %), efficient use of soil moisture at the beginning of the growing season, effective weed control, and resulted in a vegetative biomass yield of 14.53 t/ha in the first year of cultivation.

Key words: vegetation, miscanthus, cultivation technology, rhizomes, hybrids, yield structure, nutrients, productivity.

Постановка проблеми. Вирощування біоенергетичних культур для України дозволяє вирішувати цілий ряд проблем, зокрема забезпечення енергетичними ресурсами, відновлення родючості ґрунтів, особливо деградованих де є проблематичне вирощування традиційних культур, забезпечувати ресурсами переробні галузі народного господарства. Серед фітоенергетичних культур важливе значення займає, нова для України біоенергетична культура, така як міскантус гігантський, або «слонова трава».

Тому розробка ефективної технології вирощування багаторічної культури, такої як міскантус гігантський, для умов України, особливо регіонів із значним відсотком низькородючих земель є актуальною та необхідною, що дозволить вирішити цілий ряд питань.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аграрний сектор України характеризується високим потенціалом виробництва рослинницької продукції [1-3]. В Україні забезпеченість власними енергетичними ресурсами становить лише 53 %, тому вона є енергодефіцитною країною із щорічним споживанням біля 200 млн т у. п.

З огляду на потребу зменшення залежності від викопних енергоносіїв, в Україні особливої актуальності набуває розвиток альтернативних джерел енергії, основа яких формується за рахунок використання біоенергетичного потенціалу аграрного виробництва, зокрема фітоенергетичних культур, таких як міскантус [4-7].

В Україні у 2021 році було спожито біля 5,7 млн тонн дизельного палива, 2,0 млн тонн бензину та 1,3 млн тонн скрапленого пропану й бутану. У 2020 році частка відновлюваних джерел енергії у загальному кінцевому енергоспоживанні складала 9,2 %, з яких 13,9 % припадало на електроенергетику, 9,3 % – на теплопостачання, і лише 2,5 % – на транспортну галузь [8]. На разі Україна забезпечує лише біля 20 % власних потреб у нафті та газовому конденсаті за рахунок власного видобутку, тоді як решта обсягів бензину отримується з імпоротної нафти або імпортується у готовому вигляді з сусідніх держав [9].

Сьогодні спостерігається стрімке зростання видобутку традиційних видів енергоносіїв – вугілля, газу і нафти. На разі, фактично протягом останнього століття людство спожило значну частину найбільш цінних запасів вуглеводневої сировини, на формування яких у надрах Землі пішли сотні мільйонів років [10-13]. Одним із резервів заміни природних копалин є технології з отримання біопалива за використання відновлювальної біосировини [12, 14]. Науковці прогнозують, що вже протягом найближчих 5-15 років буде вичерпано 60-65 % наявних запасів нафти, що спричинить зменшення її видобутку на 30-40 % за одночасного зростання попиту, тоді як світових запасів природного газу вистачить приблизно на 50-60 років, а вугілля – на 500-600 років [15, 16].

Можливість вирощування на малородючих землях України (яких за даними експертів від 3 до 8 млн. га) такої біоенергетичної культури, як міскантус гігантський (*Miscanthus giganteus*) дозволить отримати сировину для виробництва твердого палива, паперово-целюлозної продукції та біогазу, що зменшить залежність України від імпортованих енергоресурсів [17].

Найбільш поширеним на території України з усіх видів енергетичних культур є представники родини тонконогових (злакових): міскантуси, сорго цукрове, просо прутоподібне (світчграс) та ін. Різновиди павловнії та коли верби, хоча і мають менше поширення, але характеризуються високою продуктивністю біомаси та значним виходом енергії з одиниці площі, що істотно підвищує перспективу їх вирощування в якості біоенергетичних культур [18-19].

Міскантус це багаторічна трав'яниста рослина, згідно ботанічної класифікації відноситься до родини злакових, роду Віяльник або Міскантус (*Miscanthus Anderss*), триби соргові [17]. Як і всі хліби другої групи є типовим представником рослин C_4 типу фотосинтезу [12, 17].

Перевагою міскантусу є великий вихід теплової енергії 5 кВт/год/кг або 18 МДж/кг, низька вологість листостебельної маси в період збиральних робіт – до 15 %. В процесі спалювання біопалива із міскантусу в атмосферу потрапляє набагато менше оксиду вуглецю, ніж фіксується рослинами під час фотосинтетичної діяльності, виділяється в 20-30 разів менше оксиду сірки і в 3-4 рази менше золи порівняно із вугіллям [19].

За енергетичним потенціалом одна тонна біомаси міскантусу прирівнюється до 419 кг сирової нафти, 1,7 т деревини, 515 м³ природного газу або 900 кг кам'яного вугілля, що підкреслює її високу ефективність як альтернативного джерела енергії серед відновлюваних ресурсів. Стебла міскантусу досягають висоти 4 метри і накопичують до 64-71 % целюлози [17].

Тривалість вирощування міскантусу на одному місці може складати 20 років і більше, із щорічною продуктивністю 20-25 тонн сухої маси з одного гектара. Розмножується міскантус насінням, поділом маточного кореневища (ризомами), живцями (укоріненням міжвузлів) та клональним мікророзмноженням (через культуру *in vitro*) [17, 20-21].

В процесі спалювання біомаси міскантусу виділяється незначна кількість оксиду вуглецю, порівняно із тим що акумулювали рослини в процесі фотосинтезу, що в свою чергу зменшуватиме парниковий ефект [9, 17]. Відмічено, що вирощування міскантусу позитивно впливає на показники родючості ґрунту, зокрема за даними М.В. Роїка та ін. [17], чотириохрічне вирощування його на одному місці накопичує 15-20 т/га кореневищ, що співвідносно 7,2-9,2 т/га вуглецю.

Існуючі технології вирощування міскантусу в Україні та технічні засоби не завжди сприяють отриманню потенційної врожайності та якості біосировини,

що в кінцевому результаті відображається на собівартості отриманої продукції. В зв'язку із цим постає питання оптимізації технології вирощування та обґрунтування ефективності основних її елементів в залежності біокліматичного потенціалу зони вирощування та гідротермічних умов з урахуванням генетичних особливостей конкретного сорту або гібриду [17, 22-23].

В більшості регіонів України, ґрунтово-кліматичні умови є оптимальними для культивування багаторічних енергетичних рослин групи C_4 типу фотосинтезу, які можуть ефективно перетворювати сонячну енергію в енергомістку біомасу, що особливо важливо в контексті глобальних змін клімату. Використання для вирощування міскантусу, як типового представника C_4 типу фотосинтезу в умовах потепління підвищить засвоєння вуглекислого газу за рахунок підвищення інтенсивності фотосинтезу не вимагатиме високої родючості ґрунту, значного використання добрив та пестицидів, сприятиме зменшенню ерозійних процесів, збереженню та покращанню агроєкосистем [3, 20, 24].

Продукція міскантусу широко використовують у різних галузях народного господарства, але найбільше – у біоенергетиці, якості твердого палива та навіть біоетанолу та пластмаси. Органічну речовину можна використовувати в якості добрив, як сировину для виробництва целюлози, паперу (волокна для вистеляння упаковок, технічного паперу) [25-27], будівельних та ізоляційних плит, легкого бетону, звукоізоляції, штукатурок для внутрішніх і зовнішніх робіт, дверних та віконних рам, дахів [17]. За рахунок доброї вологоутримуючої здатності вегетативна маса міскантусу, в порівнянні із соломою зернових культур, ефективно може використовуватись в якості підстилки для тварин і птиці [17, 28, 29]. Також може використовуватись в якості сировини для лиття під тиском виробів з органічних полімерів, таких як горщики для розсади овочів та квітів, нитки та волокна високої міцності для автомобільних кузовних деталей, для декоративних цілей для озеленення декоративних ставків, клумб, садів, що за рахунок мікроорганізмів легко розкладаються в екосистемах [17].

Дослідження адаптивних технологій вирощування міскантусу гігантського із врахуванням біологічних особливостей культури в умовах глобального потепління дефіциту традиційних видів добрив на малородючих землях України є важливим науковим завданням щодо енергонезалежності та має високу актуальність, практичне значення і наукову новизну.

Постановка завдання. Метою досліджень було вивчення особливостей формування продуктивності міскантусу гігантського за рахунок оптимізації технології вирощування.

Матеріал і методика досліджень. Дослідження із вивчення формування продуктивності міскантусу проводили в умовах ТОВ «Міскантус Технологі» селище Кам'яний брід Звягельського району Житомирської області протягом 2023 року.

Ґрунт дослідної ділянки – дерново-слабоопідзолений глинисто-піщаний за механічним складом. Гумусово-елювіальний горизонт має ясно-сіре забарвлення товщиною 18-22 см. Глибина залягання ґрунтових вод більше 1,8 метра. Вміст гумусу (за Тюрнімом) у верхньому шарі ґрунту становив 2,55-2,64 % з глибиною кількості його різко зменшується, а на глибині 50-60 см він був практично відсутній. Ґрунт мав кислу реакцію ґрунтового розчину рН 5,27-5,36, високу гідролітичну кислотність, низьку суму ввібраних основ та насиченість основами. Вміст легкогідролізованого азоту становив 67,2-70 мг/кг, рухомого фосфору – 86-95 мг/кг, обмінного калію 62-66 мг/кг, кальцію 2,44-2,81 ммоль/100гр та магнію 0,38-0,44 ммоль/100 гр.

Технологія загальноприйнята за виключенням чинників, які досліджувалися. Попередником виступала соя. Обробіток ґрунту включав зяблеву оранку на глибину 20-22 см. В процесі проведення основного обробітку ґрунту провели вапнування ділянки відведеної для висадки міскантусу, із розрахунку 600 кг/га вапнякового матеріалу. Після внесення вапна проведено обробіток ґрунту – дискування. Весною проводили культивування з боронуванням для закриття ґрунтової вологи. Перед посадкою ризом міскантусу здійснювали фрезерування, коткування та вирівнювання поля.

Система удобрення включала внесення під основний обробіток ґрунту суперфосфату у нормі 100 кг/га та каліймаг агро – 300 кг/га у фізичній вазі. Весною вносили карбамід у нормі 46 кг/га в діючій речовині.

Висаджування посадкового матеріалу (ризом) у ґрунт проводили із густотою 17 тис. шт./га, 8 рядною розсадо-посадковою машиною Моносем 6 м, із змінною продуктивністю 3,5 га. Ризом висаджувались на глибину 10 см. Відстань у міжряддях була 75 см, відстань між рослинами в рядку 78 см.

На період висаджування міскантусу в 2023 році спостерігалася значна кількість опадів, що вплинуло на запізнення із строками посадки.

В дослідженнях використовувався гібрид Тера веста Атена плюс (Terra vesta AthenaTM) закордонної селекції. Догляд за посівами включав для боротьби із бур'янами внесення ґрунтових гербіцидів та через 50 днів після-сходових (страхових). Також проводили обробку ґрунту фосфор-органічним інсектицидом проти личинки хрущів.

Полеві дослідження проводили за загальноприйнятими науковими і спеціальними агрономічними методиками [30-32]. Обліки, спостереження були проведені протягом періоду вегетації міскантусу гігантського гібриду Тера веста Атена плюс (Terra vesta AthenaTM).

Біометричні показники були визначені шляхом замірювання 10 рослин на період завершення вегетації у трьох повтореннях: висоту головного пагона рослин заміряли мірною лінійкою від поверхні ґрунту до верхівки самого довгого (витягнутого угору) листка [31-32]. Урожайність біомаси оцінювали наприкінці вегетаційного періоду шляхом зважування снопових зразків, а обробку експериментальних даних здійснювали методами дисперсійного аналізу з використанням програмного забезпечення Excel та Statistica.

Виклад основного матеріалу. В процесі досліджень встановлена важлива роль для формування плантацій міскантусу гігантського підготовки до висаджування ризом, які мають властивість дуже швидко пересихати та втрачати схожість і суттєво знижувати програмовану густоту рослин на одиниці площі. Посівний матеріал міскантусу до висаджування зберігався в холодильному сховищі з контрольованою температурою +1 градус за Цельсієм та вологістю 85-90 %. За рахунок даного заходу схожість висаджених ризом міскантусу склала більше 94 %.

Встановлено що проведення вище вказаних елементів технології впливало на показники агрохімічного складу ґрунту на плантаціях де відбувалося вирощування міскантусу (табл. 1).

Із даних таблиці 1 видно, що проведення заходів хімічної меліорації та внесення добрив позитивно вплинуло на зниження кислотності ґрунту та забезпеченість основними елементами живлення. Зростання вмісту легкогідролізованого азоту на момент другого визначення склало 1,4 мг/кг ґрунту, фосфору – 59,0 мг/кг, калію – 27,0 мг/кг, кальцію – 0,31 ммоль/100 г ґрунту та магнію – 0,12 ммоль/100 г ґрунту, що в подальшому забезпечило оптимізацію

рухомих форм елементів живлення необхідних для росту і розвитку рослин міскантусу гігантського.

Таблиця 1

Агрохімічний склад ґрунту дослідної ділянки за даними «Інституту охорони ґрунтів України (ДУ «Держґрунтохорона») Житомирська філія ДУ «Держґрунтохорона», (за 2023 р.)

Дата відбору зразків ґрунту	Обмінна кислотність, рН	Вміст елементів живлення				
		легко-гідролізованого азоту (N), мг/кг	рухомого фосфору, (P), мг/кг	обмінного калію (K), мг/кг	обмінного кальцію (Ca), ммоль/100 г ґрунту	обмінного магнію (Mg), мг/кг ммоль/100 г ґрунту
12.20.2022 р.	5,27	70,0	86,0	62,0	2,44	0,38
06.06.2023 р.	5,36	71,4	145,0	89,0	2,75	0,50



Рис. 1. Стан ділянок на період появи сходів

У процесі виконання основних технологічних прийомів вирощування міскантусу обов'язковим є використання ГС-технологій які передбачають використання машино-тракторних агрегатів обладнаних приладами паралельного водіння та контролю швидкісного режиму. Використання даного елемента дуже ефективне у процесі точного висаджування ризом у гребні.

Дослідженнями підтверджена висока ефективність перед посадкою нарізання гребнів, що дозволяє ефективно та рівномірно заробляти ризоми міскантусу на задану глибину, додатково збільшувати кількість вологовмістного шару, використовувати ґрунтовий гербіцид для тривалого захисного екрану. За такої схеми захисту бур'яни з'являлися на 40 день після висаджування (рис. 1).

Рисунок 1 яскраво демонструє досить добрий розвиток ризом міскантусу у перший період вегетації та показує значний відсоток приживання. Варто також відмітити зміну забарвлення перших ярусів листків міскантусу, на нашу думку стало результатом низького вмісту рухомих форм азоту та тривалої дії внесенного карбаміду. Починаючи із формування третього листка дана проблема зникла, спостерігався інтенсивний розвиток кореневої системи.

Після 40-50 денної вегетації спостерігалось відростання бур'янистої рослинності (рис. 2), яка включала представники хрестоцвітих, злакових та інших бур'янів. На закладеній плантації були виділені три ділянки із різними показниками бур'янистої рослинності та проведення внесення. Внесення страхових гербіцидів в більший мір не проявляла фітотоксичності на культурні рослини, але на одній із ділянок рослини міскантусу пригальмували свій ріст та розвиток.



Рис. 2. Стан посіву перед внесенням страхового гербіциду

Тому внесення страхових гербіцидів на плантаціях міскантусу рекомендується проводити із позакореновими підживленнями мікроелементами та антистресантами.

Характеристику параметрів рослин міскантусу гігантського гібриду Тера веста Атена плус станом на 14 жовтня 2023 року приведено в таблиці 2.

Із даних таблиці 2 видно, що на період визначення загальна густота стеблистою склала 34,67 тис. кущів на гектар, або 2,6 шт./м погонний. Середня кількість пагонів у кущі складала 21,56 шт. Рослини були висотою 89,6 см, із діаметром стебла 0,56 см, кількістю листків 10,2 шт. та середньою масою 1 рослини 24,3 г. Формування такого стану посіву дозволили отримати в перший рік вегетації біологічну урожайність на рівні 14,53 т/га вегетативної маси.

Таблиця 2

Характеристика продуктивності міскантусу гібрид Тера веста Атена плус у перший рік вегетації, (за 2023 р. станом на 14 жовтня)

Гібрид	Показники						
Тера веста Атена плус	Густота рослин, шт./метр погонний	Кількість пагонів із однієї ризоми, шт.	Висота рослин, см	Діаметр стебла, см	Кількість листків, шт.	Середня маса 1 рослини, г	Біологічна урожайність, т/га
	2,6	21,56	89,06	0,56	10,20	24,3	14,53

Висновки. Застосування розробленої технології вирощування міскантусу гігантського гібриду Тера веста Атена плус, яка передбачає передпосівне зберігання ризом в холодильному сховищі з контрольованою температурою +1 °С та вологістю 85-90 %, внесення мінеральних добрив у нормі $N_{46}P_{22}K_{84}$ та 600 кг/га вапнякового матеріалу на дерново-слабоопідзолених ґрунтах, садіння ризом із використанням ПС-технологій в гребні на глибину 10 см, дозволяє отримати високу схожість (більше 94 %) ризом, ефективно використовувати запаси ґрунтової вологи на початку вегетації, контролювати бур'янисту рослинність та сформувати у перший рік вегетації урожайність вегетативної маси на рівні 14,53 т/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гадзало Я. М., Гладій М. В., Саблук П. Т., Лузан Ю. Я. Розвиток аграрної сфери економіки в умовах децентралізації управління в Україні: монографія. Київ: Аграрна наука. 2018. 328 с.
2. Gudzenko V. M., Polishchuk V. M., Babiy O. O., Khudolii L. V. Productivity and adaptability of Myronivka spring barley varieties of different breeding periods. *Plant varieties studying and protection*. 2018. № 14(2). P. 190-202. doi.org/10.21498/2518-1017.14.2.2018.134766.
3. Паламарчук В. Д., Кричковський В.Ю., Рудська Н.О., Колісник О. М. Новітні технології вирощування овочевих культур та кукурудзи за використання дигестату біогазових станцій: монографія. Вінниця: Друкарня «Друк», 2023. 296 с.
4. Роїк М.В., Курило В.Л., Гументик М.Я., Ганженко О.М. Фітоенергетичні культури. *Агроном*. 2013. Вип. 3. С. 193.
5. Diachuk O., Chepeliev M., Podolets R., Trypolska G., Venger V., Saprykina T., Yukhymets R. Transition of Ukraine to the renewable energy by 2050 results of modeling of the reference and alternative scenarios for the development of energy sector. Kyiv: Publishing house «Art Book» Ltd, 2017. 88 p.

6. Yawson D.O., Adu M.O., Armah F.A. Impacts of climate change and mitigation policies on malt barley supplies and associated virtual water flows in the UK. *Scientific Reports*. 2020. Vol. 10. 376 p. doi:10.1038/s41598-019-57256-3
7. OECD Anti-corruption review of the energy sector in Ukraine. 2021. URL: <https://www.oecd.org/corruption/acn/OECD-review-of-the-energy-sector-in-Ukraine.pdf>. (дата звернення: [14.05.2025]).
8. Гелетуха Г., Желєзна Т. Виробництво біоетанолу в Україні: стан і перспективи розвитку. 2023. URL: <http://milkuia.info/uk/post/virobnictvo-bioetanolu-v-ukraini-stan-i-perspektivi-rozvitku> [Електронне видання] (дата звернення: [14.05.2025]).
9. Голуб Г.А., Кухарець С.М. Марус О.А. та ін. Біоенергетичні системи в аграрному виробництві: монографія / за ред. Г.А. Голуба. Київ: НУБІП України, 2017. 229 с.
10. Mills M. P. The «New Energy Economy»: An exercise in magical thinking. 2019. 24 p.
11. Litvinenko V. The role of hydrocarbons in the global energy agenda: the focus on liquefied natural gas. *Resources*. 2020. Vol. 9. № 59. P. 1-22. doi:10.3390/resources9050059 www.mdpi.com/journal/resources.
12. Kaletnik G., Honcharuk I., Okhota Yu. The Waste-Free Production development for the energy autonomy formation of Ukrainian agricultural enterprises. *Journal of environmental management and tourism*. Vol. XI, № 3(43). 2020. P. 513-522. DOI:10.14505/jemt.v11.3(43).02 [https://doi.org/10.14505/jemt.v11.3\(43\).02](https://doi.org/10.14505/jemt.v11.3(43).02)
13. Dey S., Sreenivasulu A., Veerendra K., Rao V., Babu A. Renewable energy present status and future potentials in India: an overview. *Innovation and Green Development*. 2022. Vol. 1. Art. 100006. URL: www.journals.elsevier.com/innovation-and-green-development.
14. Інтенсифікація використання генофонду кукурудзи в гетерозисній селекції / В. В. Кириченко, І. А. Гур'єва, Н. В. Кузьмишина та ін.; за ред. В. В. Кириченка. Харків: ІР ім. В. Я. Юр'єва НААН, 2019. 326 с.
15. Соколік С. П. Перспективи використання кукурудзи на зерно в якості біопалива. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. 2016. Вип. 173. С. 168-176.
16. Білецький В. С., Орловський В. М., Вітрик В. Г. Основи нафтогазової інженерії: підручник. Полтава: ТОВ «АСМІ». 2018. 415 с.
17. Роїк М. В., Сінченко В.М., Іващенко О.О. та ін. Міскантус в Україні. Київ: ЦП «Компрінт». 2019. 256 с.
18. Енергетичні культури: сортимент, біологія, екологія, агротехнологія: колективна монографія / М. І. Кулик та ін. Полтава: Астроя, 2023. 220 с.
19. Lohosha R., Palamarchuk V., Krychkovskiy V., Kolisnyk O., Vasyliov O. Specifics of cultivation, productivity, and energy efficiency of miscanthus giganteus for solid biofuel production. *Polityka Energetyczna*. 2025. Vol. 28, Issue 1. P. 99-112. DOI: 10.33223/erj/196384.
20. Калетнік Г. М., Паламарчук В. Д., Гончарук І. В., Ємчик Т. В., Телекало Н. В. Перспективи використання кукурудзи для енергоефективного та екологічного розвитку сільських територій: монографія. Вінниця: ФОП Кушнір Ю. В., 2021. 260 с.
21. Недільська У. І. Особливості вирощування та потенціал урожайності енергетичної культури. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2021. Вип. 34. С. 45-51. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2021-1-6>
22. Природно-ресурсний та енергетичний потенціали: напрями збереження, відновлення та раціонального використання: колективна монографія / О. О. Горб, Т. О. Чайка, І. О. Яснолоб. Полтава: ПП «Астроя», 2019. 279 с.

23. Дековець В. О., Кулик М. І., Галицька М. А. Біологізація технології вирощування міскантусу гігантського на біопаливо. *Аграрні інновації*. 2021. № 10. С. 23-28. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.10.4>
24. Кулик М. І., Падалка В. В. Розвиток біоенергетики на основі рослинного енергетичного ресурсу (на прикладі Полтавської області). Управління стратегіями випереджаючого інноваційного розвитку: монографія / за ред. Н.С. Ілляшенко. Суми: Територія, 2020. С. 109-118.
25. Яснолоб І. О., Чайка Т. О., Горб О. О. Альтернативні джерела енергії у підвищенні енергоефективності та енергонезалежності сільських територій: колективна монографія. Полтава: Видавництво ПП «Астроя», 2019. 276 с.
26. Комплексна екологічна оцінка створення енергетичних плантацій на рекультивованих землях: монографія / М. М. Харитонов, М. Г. Бабенко, Н. В. Мартинова та ін.; за ред. М. М. Харитонova. Дніпро: ЛІРА, 2020. 192 с.
27. Енергетичні та сировинні рослинні ресурси / С. М. Каленська, Д. Б. Рахметов та ін. Київ: НУБіП України, 2022. 274 с.
28. Ястремська Л. С., Пришляк Р. І., Федонюк Ю. В. Міскантус – енергетична культура для отримання біопалива. *Проблеми екологічної біотехнології*. 2017. № 1. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/peb_2017_1_3 (дата звернення: [14.05.2025]).
29. Відновлювані джерела енергії / С. О. Кудря та ін. Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2020. 392 с.
30. Мойсейченко В. Ф., Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ: Вища школа, 1994. 335 с.
31. Волкодав В. В. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур (зернові, круп'яні та зернобобові). Київ, 2001. 64 с.
32. Ушкаренко О. В., та ін. Наукові дослідження в агрономії: навчальний посібник. Херсон: Грінь Д. С., 2016. 316 с.
-

УДК 632:591.331.1:631.51:631.417.1(292.485)(477)
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.6>

ОСОБЛИВОСТІ КОНТРОЛЮ КОМАХ ФІТОФАГІВ ЗА РЕСУРСОЩАДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР У ПОЛЬОВИХ СІВОЗМІНАХ УКРАЇНИ

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

У статті В.О. Погиби висвітлено актуальні питання щодо біоценотичного та технологічного контролю комах-фітофагів у сучасних системах ресурсощадного вирощування кукурудзи в умовах короткоротаційних польових сівозмін України. Актуальність дослідження зумовлена високою шкідливістю фітофагів, таких як стебловий кукурудзяний метелик (*Ostrinia nubilalis*), бавовникова совка (*Helicoverpa armigera*), дротяники (личинки ковалика) тощо, які сприяють втратам урожаю (до 41%).

У поданих матеріалах значна увага приділена ролі хижих жуків-жужелиць (Carabidae), які є ключовими біоагентами в регуляції чисельності ґрунтових і надземних видів шкідників. Дослідження, проведені у 2020–2024 рр., вказують на високу ефективність жужелиць у системах no-till на ранніх етапах розвитку кукурудзи. Показано, що за умов обмеженого застосування хімічних засобів захисту рослин чисельність виявлених видів фітофагів зменшується на понад 25%, а шкідливість – на понад 40%. Також обґрунтовано агро-екологічні підходи до збереження ентомофауни – через сівозміни, мульчування, біологічну рівновагу, та зменшення пестицидного навантаження.

Методологія досліджень включає поєднання польового моніторингу, фенологічного аналізу, ґрунтових вибірок та біометричних обліків фітофагів і хижаків. У статті детально описано розвиток стеблового метелика в умовах змін клімату та специфічного агрофону, особливо акцентовано на фенології його поколінь, показниках плодючості, щільності популяцій та природному ураженні яйцекладою трихограмою.

Автор також наводить практичні результати з підвищення врожайності та економічної ефективності за рахунок позакореневого підживлення (мікроелементи та сірка) та застосування рідких добрив. Експериментально доведено, що правильне поєднання технологічних операцій забезпечує зростання урожайності кукурудзи на 1,2–1,6 т/га та рентабельність до 151%, що становить прибуток понад 50 000 грн/га.

Висновки роботи узагальнюють ефективність інтегрованої системи моніторингу та контролю фітофагів, що ґрунтується на збереженні природних механізмів саморегуляції, ресурсощадних технологіях та екологічно адаптивному землеробстві. Запропоновано нові підходи до прогнозування шкідливості фітофагів у контексті кліматичних змін та трансформації агроєкосистем. Матеріали дослідження мають високу прикладну цінність для фахівців у сфері захисту рослин, агрономів, науковців та представників агробізнесу.

Ключові слова: фітофаги, кукурудза, жужелиці, ресурсощадні технології, no-till, інсектициди, трихограма, агроєкосистеми, захист рослин, ентомомоніторинг.

Pohyba V.O. Features of phytophagous insect control using resource-saving technologies for grain crops in field crop rotations in Ukraine

The article by V.O. Pohyba addresses current issues related to biocenotic and technological control of phytophagous insects in modern resource-saving corn cultivation systems under short-rotation field crop rotations in Ukraine. The relevance of the research is due to the high harmfulness of pests such as the European corn borer (*Ostrinia nubilalis*), cotton bollworm (*Helicoverpa armigera*), wireworms (click beetle larvae), and others, which can cause up to 41% crop loss.

The materials emphasize the role of predatory ground beetles (Carabidae), which are key bioagents in regulating soil and surface pest populations. Research conducted between 2020 and 2024 demonstrates the high efficiency of Carabidae under no-till systems during early corn development. It was shown that with limited use of chemical plant protection products,

the number of detected phytophagous species decreased by over 25%, and their harmfulness by over 40%. The study also substantiates agroecological approaches for preserving entomofauna – through crop rotation, mulching, maintaining biological balance, and reducing pesticide loads.

The research methodology includes field monitoring, phenological analysis, soil sampling, and biometric accounting of phytophagous insects and predators. The development of the corn borer under changing climatic conditions and specific agro-background is described in detail, with particular focus on the phenology of generations, fertility indicators, population density, and natural egg parasitism by *Trichogramma*.

The author also presents practical results showing increased yield and economic efficiency through foliar fertilization (with micronutrients and sulfur) and the use of liquid fertilizers. It is experimentally proven that the correct combination of technological operations ensures a corn yield increase of 1.2–1.6 t/ha and profitability up to 151%, translating to a profit of over 50,000 UAH/ha.

The conclusions summarize the effectiveness of an integrated system of monitoring and control of phytophagous insects, based on the preservation of natural self-regulation mechanisms, resource-saving technologies, and ecologically adaptive agriculture. New approaches are proposed for forecasting pest harmfulness in the context of climate change and agroecosystem transformation. The research materials are highly applicable for professionals in plant protection, agronomists, scientists, and agribusiness representatives.

Key words: phytophagous insects, corn, ground beetles, resource-saving technologies, no-till, insecticides, *Trichogramma*, agroecosystems, plant protection, entomological monitoring.

Актуальність теми дослідження. У сучасних польових сівозмінах із насиченням понад 50% зернових культур зокрема кукурудзи щорічно відмічається інтенсивне заселення культурних рослин фітофагами: стебловим кукурудзяним метеликом (*Ostrinia nubilalis*), бавовниковою совкою (*Helicoverpa armigera*), чорнотілками (*Tenebrionidae*), коваліками (*Elateridae*), совкою озимою (*Agrotis segetum*) та іншими шкідниками із зменшенням густоти посівів та погіршенням кількісних і якісних показників урожаю від 17 до 41%. При цьому особливого значення набувають системи контролю фітофагів із урахуванням механізмів саморегуляції ентомокомплексів за динаміки чисельності хижих жужелиць (*Carabidae*), які відіграють важливу роль у біологічному контролі шкідників сільськогосподарських культур, зокрема кукурудзи. Вони активно полюють на різноманітних ґрунтових та наземних шкідників, серед яких: дротяники (личинки ковалика) посівний (*Agriotes sputator* L), степовий (*Agriotes gurgistanus* F.), широкий (*Selatosomus latus* F.), темний (*Agriotes obscurus* L.), що пошкоджують насіння і молоді рослини кукурудзи, а також личинок совки озимої; листогризучих гусениць, злакових попелиць та інших дрібних комах, які мігрують на поверхні ґрунту і рослин.

У 2020–2024 рр на варіантах дослідів [5, с. 135–138] виявлені корисні види хижих жужелиць, які відмічені особливо ефективні за No-till на перших етапах розвитку кукурудзи, коли рослина найбільш вразлива. При цьому встановлено зменшення чисельності шкідників за оптимізації використання хімічних засобів і порівняно екологічно безпечного вирощування ресурсощадних технологій, а також зменшення інсектицидного навантаження у контролі фітофагів на 25% і більше.

Встановлено, що для збереження популяцій [6, с. 49–50] хижих жужелиць важливо уникати надмірного застосування пестицидів, а також підтримувати агро-екологічну рівновагу – через сівозміну, мульчування, широкомасштабне застосування no-till технології і збереження природних середовищ існування та сезонних механізмів саморегуляції ентомокомплексів у господарствах усіх форм власності.

Це дозволить еколого-економічно обґрунтовано формувати урожайність [7, с. 50–53] як ранньостиглих гібридів кукурудзи. Зокрема ДН Атон середньораннього гібриду ДН Астра за проведення дворазового позакореневого підживлення добривами у поєднанні з сіркою у фази 5–6 та 8–9 листків, що забезпечує

прибутком понад 50000 грн/га за рентабельності 151%. Мікроелементні позакореневі підживлення забезпечують збільшення урожайності зерна гібридів кукурудзи на 18–23% за використання карбамід + сульфат магнію у фазі 5–6 та 8–9 листків і цинк + бор + марганець + мідь у фазі 8–9 листків. Порівняно високий рівень рентабельності досягається за використання у підживленні рослин цинк + бор + марганець (NANOVIT Моно Цинк (1,0 л/га) + NANOVIT Моно Бор (1,0 л/га) + NANOVIT Моно Марганець (1,0 л/га)) у фазі 5–6 листків та цинк + бор + марганець + мідь у фазі 8–9 листків із додаванням інсектицидів системної дії на основі діючої речовини гамма-цигалотрин.

Так врожайність зерна (14,5 т/га) сформували середньостиглі гібриди кукурудзи за внесення фосфорно-калійних добрив у нормі $P_{100}K_{80}$ та підживлення рідкими азотними добривами у міжрядді 30 л/га із приростом врожайності на 1,2–1,6 т/га до контролю.

Постановка проблеми. У сучасних аграрних умовах України, зокрема в короткочасних сівозмінах із високою часткою зернових культур, зростає тиск фітофагів на посіви кукурудзи, що призводить до значних втрат урожаю та зниження його якості. Домінуючими видами шкідників залишаються стебловий кукурудзяний метелик (*Ostrinia nubilalis*), бавовникова совка (*Helicoverpa armigera*), дротяники (личинки коваликів) тощо. Водночас, надмірне використання хімічних засобів захисту рослин призводить до деградації ентомофауни, формування резистентності у шкідників та порушення агроекологічного балансу.

У цих умовах особливої актуальності набуває пошук ефективних та ресурсощадних методів контролю чисельності фітофагів, які б забезпечували збереження природних механізмів саморегуляції агроценозів. Одним із перспективних напрямів є інтегроване використання агротехнічних, біологічних та екологічно обґрунтованих підходів, зокрема за технологіями no-till, із мінімальним пестицидним навантаженням.

Методика досліджень. Методи обліку комах застосовували [1, с. 15] залежно від технологій вирощування кукурудзи і середовища розвитку шкідників. Проводили обліки форм ґрунтових та тих, які живуть на рослинах чи всередині рослинних тканин. Деякі форми враховували за розмірами пошкоджень, які завдають рослинам. Залежно від біології шкідника на різних стадіях його розвитку застосовували різні методи обліку. Так облік ґрунтових шкідників проводили залежно від того, живуть міграції їх в ґрунті, ґрунтовій підстилці чи на поверхні ґрунту. З урахуванням сучасних систем обробітку ґрунту і внесення добрив та заходів захисту рослин.

Визначення чисельності і стану комах у ґрунті здійснювали шляхом звичайних розкопок (глибиною до 45 см, частіше 30–35 см).

Розміри ґрунтових проб залежали від способу вибирання комах. При вибиранні шкідників із ґрунту руками закладали квадратні проби розміром у 0,25 м² (50х50 см).

Із кожної проби ґрунт видаляли пошарово: перший шар – глибиною 5 см, кожен наступний – 10 см. Комах вибирали, підраховуючи і визначають окремо для кожного шару.

Майданчики на ділянці розташовували рівномірно для того, щоб обстежувати край і середину ділянки, обстежували ділянки по діагоналі чи рівномірно по всій площі (в шаховому порядку).

Кількість ґрунтових проб залежала від характеру досліджень, від обстежуваного об'єкта і від величини ділянки. Що більша площа, то більшу кількість

грунтових проб закладали. Так, на ділянках площею до 50 га – 8 проб, від 51 до 100 га – 12 проб, понад 100 га – 16. Якщо ж шкідники зустрічаються у великих кількостях і розподіляються по ділянці рівномірно, зменшували число ґрунтових проб. Першу пробу викопували на відстані 20 м від краю поля.

Застосовували періодичні обстеження із визначенням динаміки чисельності шкідників чи динаміки їхнього пересування в ґрунті впродовж вегетаційного періоду.

За сучасних форм землекористування [4, с. 63–65] особливого значення набувають і мігруючі види комах-фітофагів. Так, стебловий кукурудзяний метелик (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) незважаючи на спад чисельності популяцій у більшості областей, що спостерігався останніми роками, лишається одним з найнебезпечніших шкідників кукурудзи. Втрати врожаю зерна від даного фітофага можуть сягати 35%. Спричинені стебловим метеликом пошкодження полегшують доступ фітопатогенів до рослин кукурудзи для проникнення інфекцій: фузаріозу, гнилі качана. Для своєчасного виявлення та застосування обґрунтованої системи заходів захисту посівів кукурудзи і інших польових культур, а також для попереднього впливу цього шкідника необхідний постійний моніторинг його чисельності та розвитку.

Характерно, що загибель гусені в зимовий період 2022–2024 рр. складала 3–11%. Основною причиною загибелі гусениць стеблового метелика у більшості областей були хвороби (20–42%).

У вегетаційний період у польових сівозмінах базових областей склалися несприятливі погодні умови для розвитку окремих видів шкідників. Так, суха погода травня та перша декада червня, зі зниженням вологості повітря до 30%, що свідчила про прояви атмосферної посухи. Останній декаді червня та липня відмічались дощі зі шквальним вітром, а місцями і градом. Другій половині липня була температура повітря вища за середньобагаторічні показники, однак серпень та вересень були жаркими та з тривалими періодами бездощів'я, що прискорило дозрівання зерна кукурудзи та висихання рослин із негативним впливом на друге покоління домінуючих видів шкідників.

Відомо, що у степу метелик розвивається в двох поколіннях, у Лісостепу і Поліссі – в одному поколінні. Пошкоджував шкідник зернову та цукрову кукурудзу, осередками – соняшник, просо та інші товстостеблові культури і бур'яни.

В останні роки у степу літ метеликів I покоління відмічається в Одеській області з кінця III декади травня, в решті областей – 1–11 декади червня. Спочатку літ метеликів спостерігається на товстостеблових бур'янах, а потім у посівах кукурудзи, проса та соняшнику. Активність шкідника проявляється в сутінках та вночі, інтенсивність льоту метеликів становила 1–3 екз. на 10 кроків чи на світлопастку за ніч. У 2023–2024 рр. зменшувались кількість спарювань, плодючість самок через малосприятливі погодні умови в цей період. Яйцекладка виявлялась на 1–4% рослин кукурудзи з чисельністю 1–13 яєць на рослину (макс. 20 Кіровоградська та 25 яєць на рослину Миколаївська обл.). Відродження гусениць відмічено з другої половини червня, а чисельність шкідника при цьому становила 0,5–3 гусениць на рослину, що доцільно урахувати за механізмами стійкості кукурудзи до фітофага.

Поява II генерації шкідника спостерігалась у першій половині серпня. Інтенсивність льоту шкідника становила 0,5, макс. 2 метелика на світлопастку за ніч та 1, макс. 4 на 10 кроків. Яйцекладки виявляли на 4–7% рослин з чисельністю 3–5, макс. 10 яєць на рослину. У період розвитку гусениць II покоління стеблового метелика в більшості областей степової зони спостерігалась жарка посушлива погода, яка негативно вплинула на розвиток гусениць, личинок, а також сприяла

швидкому визріванню зерен кукурудзи і проходженню живлення гусениць шкідника в стислі строки. Ці зміни доцільно визначати як предиктори прогнозу розмноження фітофага за нових систем ведення рослинництва. Відмічено, що природною популяцією трихограми уражувалось 1–6, макс. 27% яєць як першого так і другого покоління стеблового метелика.

За даними осінніх обстежень у зоні Степу 12–48% площ заселені метеликом з чисельністю 0,5–2,5 гусениць на рослину. Щорічно фітофагом пошкоджено 7–19% стебел та 5–11% качанів. Висока шкідливість фітофага відмічена [3, с. 44–47] в Миколаївській області (13% стебел та 22% качанів).

В регіоні спостережень літ метеликів спостерігається з середини червня–з середини липня з інтенсивністю 3–15 особи на світлову та феромонну пастки за добу. Яйцекладки виявлені на 4–11% рослин з чисельністю 6–22, макс. 30 яєць на рослину.

В зоні Лісостепу гусениці пошкоджують 4–12% стебел та 3–9% качанів. Під час осіннього моніторингу виявляли 47–88% площ заселених метеликом з чисельністю 2–3 гусениць на рослину, заселеність пізньостиглих гібридів складала 100%.

Відмічено, що зимуючий запас шкідника та за умови доброї перезимівлі й сприятливого весняно-літнього періоду стебловий кукурудзяний метелик спричиняє значні втрати врожаю та якості кукурудзи, проса, сорго та інших товстостеблових культур. Осередками розповсюдження шкідника є рослинні рештки, що були заселені гусеницями попередньо. Найбільшу небезпеку становлять культури в сівозміні, де є повторні посіви або посіви після товстостеблових культур. Помірний температурний режим повітря при високій вологості спровоковує зростання чисельності метелика, збільшення плодючості самиць та відродження великої кількості гусениць. Відкладені яйця масово гинуть через висихання, повітряна посуха останніх років викликала значну загибель гусені перших віків. Надмірна вологість і низька температура повітря сповільняють розвиток гусені та лялечок і спричиняють їх часткову загибель, зокрема, й через збільшення ураженості хворобами, що встановлено у 2022 році.

Таблиця 1

Фенологічний календар розвитку коваликів (2022–2024 рр.)

Фази комахи	Строки розвитку											
	квітень			травень			червень			липень		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Жук	...	+		+	+	+	+	+				
Яйцекладка				*	*		*	*	*	*		
Личинка 1-го року життя							-	-	-	-	-	-
Личинка 2-го року життя	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Личинка 3-го року життя	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Личинка 4-го року життя	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Лялечка							0	0	0	0	0	0
Жук							+	+	+	+	+	+

За результатами досліджень обґрунтовані ресурсощадні заходи [2, с. 29–31] контролю чисельності шкідників. Зокрема, від моніторингу після збиральних решток, а також дотримання строків проведення агротехнічних заходів при вирощуванні культури, які заселяють комплексом видів фітофагів. В Лісостепу обґрунтованим, є збільшення обсягів випуску трихограми в період яйцекладки шкідників до 250 тис./га. При перевищенні ЕПШ фітофагів необхідно застосовувати інсектициди з нормами згідно «Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні» із урахуванням як чисельності, так і фенології ґрунтоживучих та спеціалізованих видів фітофагів.

Таблиця 2

Ресурсощадна система контролю комплексу видів шкідливих організмів (2022–2024 рр.)

№	Технологічна операція	Строк виконання	Препарат	Витрати на 1 га, кг (л)	Ефективність, %
1.	Після збирання попереднику	Серпень	Раундап (сіль гліфосату) +Аміачна селітра	2,5+5,0	99
2.	Восени	Серпень–Вересень	КАС-32	50	95,6
3.	Внесення мін. добрив (при посіві)	Квітень	Нітроамофоска	60	85,0
4.	Внесення ґрунт. гербіцидів	Квітень	ТІЗЕР (пропізохлор, 720 г/л) по діагностиці + КАС-32	3,0+150,0+ (100 л води)	97,7
5.	КАС 32% (міжрядне внесення)	Травень	КАС+Вода	30,0+30,0	94,5
6.	Внесення страхового гербіциду (до 3 листків рослини)	Травень	Міладар (нікосульфурон, 45 г/л) + Диво Н (натрієва сіль, 750 г/кг)	1,25+0,3	95,6
7.	Внесення мікродобрив	Травень (5–7 листків)	Цинк актив + Helmix кукурудза	2,0+2,0	93,1
8.	КАС 32% (міжрядне внесення)	Травень–Червень	КАС+Вода	30,0+30,0	94,5
9.	Інсектицид	Липень	Вантекс (гамма-цигалотрин, 60 г/л)	0,15	95,1

Висновки. За результатами досліджень обґрунтовано моніторинг чисельності ґрунтоживучих та інших фітофагів у посівах кукурудзи, що дозволило виявити залежності механізмів стійкості культурних рослин від фітофагів та стресового технологічного стану із підвищенням ефективності ресурсощадних заходів захисту сучасних гібридів. Визначено вплив no-till на розвиток, розмноження і шкідливість домінуючих видів коваліків із моделюванням їх шкідливості за новітніх

технологій ведення рослинництва. Удосконалено метод прогнозування і оптимізації сезонної динаміки чисельності комплексу видів фітофагів. Розроблено моделі прогнозу чисельності домінуючих ґрунтоживучих видів фітофагів із ресурсоощадними заходами захисту посівів кукурудзи за збереження механізмів саморегуляції сучасних ентомокомплексів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Борзих О.І., Ретьман С.В., Чайка В.М. та інші. Методичні рекомендації щодо складання прогнозу розвитку та обліку багатодіних шкідників, шкідників і хвороб зернових, зернобобових культур, багаторічних трав. 2019.
2. Демиденко О.В. Агрофізичний стан ґрунтів Лісостепу: методологічний аспект. Чорнобай, 2021.
3. Стефановська Т.Р., Кава Л.П. Технологія вирощування і використання організмів у біологічному захисті рослин. Житомир, 2014.
4. Лісовий М.М., Чайка В.М., Григорюк І.П. Ентомологічне різноманіття агроландшафтів України в умовах змін клімату. Київ, 2017.
5. Доля М.М., Мороз С.Ю., Погиба В.О. Особливості стійкості популяцій шкідників за ресурсоощадних технологій ведення рослинництва в Україні. Захист і карантин рослин у XXI столітті: проблеми і перспективи. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої ювілейним датам від дня народження видатних вчених-фітопатологів, професорів В. Ф. Пересипкіна та Ф. М. Марютіна (м. Харків, 17–18 жовтня 2024 р.). Житомир: Видавництво «Рута», 2024. 228 с.
6. Доля М.М., Мороз С.Ю., Формування механізмів саморегуляції ентомокомплексів агроценозів за сучасних фітотоксичних навантажень і глобальних змін клімату в Україні. Захист і карантин рослин у XXI столітті: проблеми і перспективи. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої ювілейним датам від дня народження видатних вчених-фітопатологів, професорів В. Ф. Пересипкіна та Ф. М. Марютіна (м. Харків, 17–18 жовтня 2024 р.). Житомир: Видавництво «Рута», 2024. 55 с.
7. Доля М.М., Мороз С.Ю., Панчук Т.В., Полков В.С. Особливості формування ентомокомплексу кукурудзи за антропогенного навантаження короткочасних сівозмін в Україні. Таврійський науковий вісник № 138. 2024. С. 48–54. DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.138.6>

УДК 631.581.1: 631.582.5

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.7>

УРОЖАЙНІСТЬ ПОСІВІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД АГРОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ В АРІДНИХ УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

Почколіна С.В. – к.с.-г.н., доцент,
завідувачка відділу агромоніторингу та інноваційних технологій
сільськогосподарських культур,
Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція
Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0002-4369-2436

Козут І.М. – к.с.-г.н., доцент,
заступник директора з наукової роботи – учений секретар,
Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція
Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України;
старший науковий співробітник,
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0002-4418-5954

Сергєєв Л.А. – к.с.-г.н., старший дослідник,
в.о. директора,
Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція
Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України;
старший науковий співробітник,
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0003-4169-8938

Мельник О.Т. – к.т.н.,
провідний спеціаліст,
Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція
Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0002-0717-5116

Жук М.М. – к.с.-г.н.,
старший науковий співробітник,
Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція
Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0009-0007-6651-6949

Правильне використання різних систем обробітку ґрунту на тлі великого різноманіття попередників у сівозміні відіграє важливу роль у підвищенні продуктивності озимих зернових культур. В умовах зміни абіотичних факторів, які є наслідком глобального потепління, традиційні технологічні заходи по обробітку ґрунту незалежно від попередників

в сівозміні мають іноді негативний результат. Тому, розробка і дослідження різних схем основного обробітку ґрунту на тлі короткоротаційної сівозміни в умовах Півдня України й надалі залишається актуальним питанням і завжди буде мати науковий і практичний інтерес.

Мета досліджень – розроблення оптимальної для аридних умов Південного Степу технології вирощування пшениці озимої з точки зору урожайності та інших показників при різних системах обробітку ґрунту в короткоротаційних сівозмінах, які більш адаптовані до сучасних ринкових відносин.

Методи досліджень – польовий з загальноприйнятими спостереженнями, підрахунками та вимірами.

Експериментальну частину виконано у 2023/2024 сільськогосподарському році на дослідному полі Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту кліматично-орієнтованого сільського господарства НААН України, яке розташовано в Одеському районі Одеської області.

Встановлено:

Весняний період 2024 року видався сприятливим для росту і розвитку пшениці озимої хоча посіви частково зріджені через аномальну осінню посуху.

Найкращі результати за урожайністю спостерігалися після пару чорного (4,59 т/га) та пару сидерального з викою озимою (4,70 т/га). Це свідчить про те, що ці попередники ефективно покращують умови для росту і розвитку рослин, забезпечуючи необхідні поживні речовини та вологу.

Безпліцевий обробіток ґрунту продемонстрував свою ефективність у формуванні урожайності на всіх культурах пшениці озимої. Це може бути пов'язано з покращенням структури ґрунту, збереженням вологи та підвищенням доступності поживних елементів.

Ключові слова: пшениця озима, сівозміна, обробіток ґрунту, сидеральні пари, урожайність зерна.

Pochkolina S.V., Kohut I.M., Serhieiev L.A., Melnyk O.T., Zhuk M.M. Yield of winter wheat crop depends on agrotechnical measures in arid conditions of Southern Ukraine

The correct use of various tillage systems against the background of a wide variety of predecessors in crop rotation plays an important role in increasing the productivity of winter grain crops. In the conditions of changing abiotic factors, which are a consequence of global warming, traditional technological measures for tillage, regardless of predecessors in crop rotation, sometimes have a negative result. Therefore, the development and research of various schemes of basic soil cultivation against the background of short-rotation crop rotation in the conditions of Southern Ukraine will continue to remain a relevant issue and will always be of scientific and practical interest.

The purpose of the research is to develop a technology for growing winter wheat that is optimal for the arid conditions of the Southern Steppe in terms of yield and other indicators under different tillage systems in short-rotation crop rotations, which are more adapted to modern market relations. Research methods – field with generally accepted observations, calculations and measurements.

The experimental part was carried out in the 2023/2024 agricultural year at the experimental field of the Odessa State Agricultural Research Station of the Institute of Climate-Oriented Agriculture of the NAAS of Ukraine, which is located in the Odessa district of the Odessa region.

Installed:

The spring period of 2024 appeared favorable for the growth and development of winter wheat, although the crops were partially thinned due to the abnormal autumn drought.

The best results in terms of yield were observed after black steam (4.59 t/ha) and sideral steam with winter vetch (4.70 t/ha). This indicates that these predecessors effectively improve the conditions for plant growth and development, providing the necessary nutrients and moisture.

Selfless finish tillage has been shown to be effective in increasing yields in all winter wheat crops. This may be due to improved soil structure, moisture retention, and increased nutrient availability.

Key words: winter wheat, crop rotation, soil cultivation, green manure crops, grain yield.

Постановка проблеми. В останні роки спостерігається значна тенденція до мінімізації основного обробітку ґрунту, особливо в різних ґрунтово-кліматичних

зонах України. Це зумовлено необхідністю адаптації до змінних погодних умов і підвищення ефективності аграрного виробництва. Впровадження диференційованих методів обробітку ґрунту дозволяє враховувати поточний стан полів і місцеві кліматичні умови, що сприяє підвищенню врожайності та збереженню родючості ґрунту.

Зміни також стосуються структури сівозмін, зокрема впровадження нових культур і системи чергування посівів. Широке використання побічної продукції як добрива стає важливим елементом підвищення екологічної стійкості сільськогосподарських технологій, а система удобрення все більше набуває рис біологізації. Однак, поєднане застосування цих технологій залишається недостатньо вивченим, що підкреслює актуальність подальших досліджень в цій галузі.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Структура сівозміни, система удобрення та обробіток ґрунту є ключовими факторами, що безпосередньо впливають на формування врожаю сільськогосподарських культур. Правильна оптимізація цих елементів у сівозміні сприяє досягненню високих і стабільних врожаїв.

Структура сівозміни забезпечує баланс між культурами, які чергуються на полях, що дозволяє знижувати ризик виснаження ґрунту, пригнічення шкідників і хвороб, а також зберігати родючість від ерозії. Але, у сучасній аграрній економіці відбулися зміни, які пов'язані з формою власності і умовами господарювання, що «призвело до порушення класичних сівозмін і систем обробітку ґрунту [1; 2].

Обробіток ґрунту є важливим елементом для створення оптимальних умов для росту і розвитку рослин та кореневої системи тощо, збереження вологи та підтримки структури ґрунту.

Поєднання та оптимізація цих елементів агрозаходів дозволяють не лише підвищити врожайність пшениці озимої, але й зберегти екологічну стабільність сільськогосподарських угідь у довгостроковій перспективі у різних агрокліматичних регіонах країни [3].

Згідно з даними досліджень, проведених М.С. Мирошниченко, впровадження плодозмінної сівозміни та використання різних методів обробітку ґрунту є визначальними факторами для досягнення високої врожайності сільськогосподарських культур у зоні Лісостепу України [4].

Особливо ефективною є полицево-безполицева оранка, що поєднує різні методи глибокого й поверхневого обробітку ґрунту. Такий підхід сприяє поліпшенню фізико-механічних властивостей ґрунту, збалансованому розвитку кореневої системи рослин і збереженню вологи в ґрунті [5].

В сьогоденні ведення сільського господарства спостерігається тенденція до спрощення обробітку ґрунту, порушення сівозмін і подальшого скорочення кількості внесення добрив

Багаторічні дослідження вчених Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції (ОДСДС) показали, що впровадження у короткоротаційні сівозміни сидеральних парів поряд із чорними є доцільним і ефективним агротехнічним заходом. Цей підхід узгоджується з результатами інших наукових установ і є важливою стратегією адаптації до умов посухи [6; 7].

Сидеральні пари забезпечують врожайність на рівні з парами чорними або навіть перевищують їх, що пояснюється здатністю сидеральних культур поліпшувати структуру ґрунту, підвищувати його родючість і сприяти накопиченню поживних речовин. Зокрема, за рахунок збільшення запасів гумусу поліпшуються фізичні та хімічні властивості ґрунту, а також його здатність утримувати вологу, що особливо важливо в умовах посухи.

Завдяки парам сидеральним ґрунт збагачується органічними речовинами, поліпшується його біологічна активність, що сприяє підвищенню довготривалої продуктивності сільськогосподарських угідь. Це робить пари сидеральні перспективним елементом у системі землеробства, орієнтованій на сталий розвиток і збереження родючості ґрунтів.

Мета досліджень – розроблення оптимальної для посушливих умов Південного Степу технології вирощування пшениці озимої з точки зору урожайності та інших показників при різних системах обробітку ґрунту в короткоротаційних сівозмінах, які більш адаптовані до сучасних ринкових відносин.

Матеріал і методика. Експериментальну частину виконано у 2023/2024 сільськогосподарському році на дослідному полі Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту кліматично-орієнтованого сільського господарства НААН України, яке розташовано в Одеському районі Одеської області.

Польовий метод був основним, який доповнювався аналітичними вимірами, підрахунками та спостереженнями стосовно загальноприйнятих методик та рекомендацій у землеробстві й рослинництві. Облік урожаю проводився за допомогою суцільного методу з використанням комбайну Сампо-500.

У досліді вивчалися система сівозмін (табл. 1) і система основного обробітку ґрунту (табл. 2). Загальна площа одного поля 1200 м², досліді – 2,5 га. Площа ділянок: по обробітку ґрунту – 300 м² (6 м x 50 м); по попередниках 300 м² (24 м x 12,5 м).

Повторність 4-х разова. Розміщення варіантів методом розщеплених ділянок [8].

Ділянки з обробітком ґрунту розміщуються в напрямку північ-південь, ділянки з попередниками – в напрямку схід-захід, тобто попередник накладається поперек обробітку ґрунту.

Експериментальна частина була виконана в чотирьох сівозмінах, які відрізняються тільки першим полем (табл. 1), тобто перша сівозмінa починається з чорного пару, друга та третя – з сидерального пару (вика та суміш гороху з гірчицею білою) і четверта – з гороху на зерно.

Таблиця 1

Схеми сівозмін

№ поля	Номера сівозмін			
	1	2	3	4
5	Чорний пар	Сидеральний пар (вика озима)	Сидеральний пар (горох+гірчиця біла)	Горох на зерно
4	Пшениця озима м'яка	Пшениця озима м'яка	Пшениця озима м'яка	Пшениця озима м'яка
3	Пшениця озима	Пшениця озима	Пшениця озима	Пшениця озима
2	Овес	Овес	Овес	Овес
1	Пшениця озима	Пшениця озима	Пшениця озима	Пшениця озима

Останні поля у всіх сівозмінах зайняті однаковими культурами. Це зроблено з метою дотримання принципу єдиної різниці і визначення післядії парів і непарових попередників.

Овес розміщується як фітосанітарна культура. Зелена маса сидеральних культур не заорюється, а подрібнюється і частково перемішується з ґрунтом важкою

дисковою бороною. Для визначення впливу парів і непарових попередників на урожайність пшениці (дотримуючись принципу єдиної різниці), було прийнято залишити пшеницю повторно і після вівса (у кінці сівозміни).

Сівозміни накладалися на чотири системи основного обробітку ґрунту (полицева – ПММПМ, безполицева – БММБМ, мілка – МММММ, диференційована – МММПМ).

Основні заходи агротехніки при вирощуванні пшениці озимої застосовувалися у відповідності з рекомендаціями для умов суходолу степовій зоні Одеської області, а також згідно інструкції «Управління якістю польових механізованих робіт» [9].

Таблиця 2

Схема системи основного обробітку ґрунту в полях сівозмін

Умовні позначення системи основного обробітку ґрунту	№ поля сівозміни, культура і пари				
	5	4	3	2	1
	Пар чорний, пари сидеральні	Пшениця озима	Пшениця озима	Овес	Пшениця озима
ПММПМ (1-й варіант)	Полицевий глибокий (22–24) см (П)	Мілкий, безполицевий (8–10) см (М)	Мілкий, безполицевий (8–10) см (М)	Полицевий глибокий (22–24) см (П)	Мілкий, безполицевий (8–10) см (М)
МММПМ (2-й варіант)	Мілкий, безполицевий (8–10) см (М)	Мілкий, безполицевий (8–10) см (М)	Мілкий, безполицевий (8–10) см (М)	Полицевий глибокий (22–24) см (П)	Мілкий, безполицевий (8–10) см (М)
БММБМ (3-й варіант)	Безполицевий глибокий (22–24) см (Б)	Мілкий, безполицевий (8–10) см (М)	Мілкий, безполицевий (8–10) см (М)	Безполицевий глибокий (22–24) см (Б)	Мілкий, безполицевий (8–10) см (М)
МММММ (4-й варіант)	Мілкий, безполицевий (8–10) см (М)	Мілкий, безполицевий (8–10) см (М)	Мілкий, безполицевий (8–10) см (М)	Мілкий, безполицевий (8–10) см (М)	Мілкий, безполицевий (8–10) см (М)

Примітка: П – полицевий глибокий обробіток ґрунту (22–24) см, М – мілкий безполицевий (8–10) см, Б – безполицевий глибокий (22–24) см.

Виклад основного матеріалу дослідження. Наші експериментальні дані демонструють, що пар сидеральний із використанням вики озимої має значний позитивний вплив на врожайність пшениці озимої. Особливо цікавим є те, що майже всі системи основного обробітку ґрунту на цьому тлі показали кращі результати. Це підкреслює ефективність сидеральних культур у поєднанні з різними методами обробітку ґрунту, що дозволяє покращити агротехнічні умови та підвищити врожайність пшениці озимої (табл. 3).

Результати дослідження демонструють, що сидеральний пар із викою озимою та сумішшю гороху з гірчицею забезпечив майже однакову врожайність пшениці озимої, що становила 5,25–5,13 т/га відповідно, порівняно з паром чорним (5,16 т/га). Різниця в урожайності між цими варіантами математично доказана.

Однак суттєва різниця в урожайності пшениці озимої спостерігалася при порівнянні цих варіантів з горохом на зерно. Урожайність пшениці після гороху знизилася до 4,54 т/га, що на 12,0 % менше порівняно з паром чорним, це вказує

на менш ефективний вплив гороху на врожайність пшениці озимої порівняно з чорним і сидеральним парами.

Таблиця 3

Урожайність зерна пшениці озимої сорту Катруся одеська залежно від післядії попередників і систем основного обробітку ґрунту, т/га (1-а культура після парів і гороху)

Система основного обробітку ґрунту (А)	Попередник (В)				Середнє за обробітком ґрунту	
	пар чорний	пар сидеральний		горох на зерно	т/га	%
		вика озима	горох+ гірчиця			
ПММПМ	5,35	5,50	5,30	4,74	5,22	100
МММПМ	4,60	4,78	4,56	4,00	4,49	86,0
БММБМ	5,75	5,99	5,57	5,15	5,61	107,5
МММММ	4,95	4,72	5,09	4,26	4,76	91,2
Середнє по попередникам	5,16	5,25	5,13	4,54	5,02	-
% до чорного пару	100	101,7	99,4	88,0	-	-
НІР ⁰⁵ т/га: А=0,11; В=0,11; АВ=0,22						

Примітка: ПММПМ – полицевий; МММПМ – диференційований, БММБМ – безполицевий і МММММ – мілкій обробітки ґрунту.

Згідно з результатами, безполицева система основного обробітку ґрунту (БММБМ) створила найкращі умови для формування врожайності пшениці озимої. Середня врожайність при цьому обробітку склала 4,50 т/га, що на 9,5 % більше, ніж при полицевому обробітку ґрунту (ПММПМ).

Найгірші показники були зафіксовані при диференційованому обробітку ґрунту (МММПМ), де врожайність склала 3,38 т/га, що на 17,8 % менше порівняно з полицевим обробітком. Це свідчить про те, що безполицева система є більш ефективною для підвищення врожайності озимої пшениці порівняно з іншими системами обробітку.

Врожайність пшениці озимої у 2-й культурі після парів і гороху залежала від післядії попередників та систем основного обробітку ґрунту. На другий рік усі ділянки з пшеницею оброблялися лише мілким обробітком (дискуванням і передпосівною культивуацією). Це означає, що вплив попередників і основних систем обробітку ґрунту мав значний ефект на формування врожайності пшениці у другій культурі, підкреслюючи важливість попередньої обробки ґрунту для успішного росту наступних культур.

У 2-й культурі були отримані інші результати ніж у 1-й (табл. 4).

Сидеральний пар із викою озимою (4,62 т/га) та сумішню гороху з гірчицею (4,42 т/га) демонструє хороші результати в отриманні урожаю, майже досягаючи однакових показників. Це може свідчити про позитивний вплив цих сидератів на структуру ґрунту та його родючість. Різниця в урожаю несуттєва.

Дані чітко показують, що сидеральний пар з викою озимою та сумішню гороху з гірчицею значно підвищує урожайність порівняно з контролем (паром чорним). Збільшення на 7,9 % для вики озимої та на 3,3 % для суміші гороху з гірчицею

свідчить про позитивний вплив цих сидеральних культур на ґрунт і продуктивність наступної культури. Водночас використання гороху на зерно виявилось менш ефективним, оскільки урожай був нижчим на 8,6 % порівняно з паром чорним і на 15,4 % нижчим порівняно з паром сидеральним з викою озимою.

Таблиця 4

Урожайність зерна пшениці озимої сорту Катруся одеська залежно від післядії попередників і систем основного обробітку ґрунту, т/га (2-а культура після парів і гороху)

Система Основного обробітку ґрунту (А)	Попередник (В)				Середнє	
	пар чорний	пар сидеральний		горох на зерно	т/га	%
		вика озима	горох + гірчиця			
ПММПМ	4,53	4,88	4,56	3,81	4,45	100
МММПМ	3,95	4,21	4,16	3,78	4,03	90,6
БММБМ	4,66	4,97	4,67	4,21	4,63	104,0
МММММ	3,97	4,43	4,32	3,84	4,14	93,0
Середнє	4,28	4,62	4,42	3,91	4,31	-
% до чорного пару	100	107,9	103,3	91,4	-	-
НІР05т/га: А= 0,12 ; В=0,12 ; АВ=0,24						

Примітка: ПММПМ – полицевий; МММПМ – диференційований, БММБМ – безполицевий і МММММ – мілкій обробітки ґрунту.

Ці результати можуть бути важливою підставою для перегляду стратегій використання сидеральних парів, особливо у нашому дослідженні.

Різні схеми основного обробітку ґрунту МММПМ (диференційований обробіток) і МММММ (мілкій обробіток) мають незначний вплив на врожайність пшениці озимої, в середньому яка становила 4,04 і 4,14 т/га. Різниця між варіантами несуттєва. Але водночас вони поступаються полицевому обробітку. Це може свідчити про те, що інтенсивніші методи обробітку, як полицевий обробіток, краще забезпечують умови для росту пшениці. Проте, враховуючи загальний тренд до зниження інтенсивності обробітку для збереження ґрунту, варто оцінювати не лише урожайність, а й довгостроковий вплив на структуру та якість ґрунту.

Отримані результати свідчать про те, що схема обробітку ґрунту БММБМ (безполицевий обробіток) забезпечує вищу врожайність пшениці озимої (3,71 т/га) порівняно зі схемою ПММПМ (полицевий обробіток). Це може бути свідченням того, що схема БММБМ, створює більш оптимальні умови для росту і розвитку рослин.

Агротехнічні заходи, які були застосовані у досліді, мали суттєвий вплив на урожайність вівса (табл. 5).

За результатами досліджень, полицевий обробіток ґрунту виявився найбільш ефективним для посівів вівса, забезпечуючи найвищий урожай – 4,20 т/га. Порівняно з ним, інші схеми основного обробітку, такі як МММПМ, БММБМ і МММММ, мали менш сприятливий вплив на врожайність. Зокрема, схеми МММПМ і МММММ знизили урожай на 17,9 % і 12,6 % відповідно, а схема БММБМ – на 3,8%. Найнижча врожайність була отримана при диференційованому обробітку, який знизив урожай до 0,75 т/га.

Таблиця 5

**Урожайність зерна вівса сорту Світанок, т/га
(3-я культура після парів і гороху)**

Система основного обробітку грунту (А)	Попередник (В)				Середнє	
	чорний пар	пар сидеральний		горох на зерно		
		вика озима	горох + гірчиця		т/га	%
ПММПМ	4,32	4,36	4,29	3,81	4,20	100
МММПМ	3,63	3,60	3,38	3,17	3,45	82,1
БММБМ	4,28	4,07	4,15	3,65	4,04	96,2
МММММ	3,79	3,76	3,76	3,38	3,67	87,4
Середнє	4,00	3,95	3,90	3,50	3,84	-
% до чорного пару	100	98,8	97,5	87,5	-	-
НІР ⁰⁵ т/га: А= 0,10 ; В= 0,10 ; АВ= 0,20						

Примітка: ПММПМ – полицевий; МММПМ – диференційований, БММБМ – безполицевий і МММММ – мілкій обробітки ґрунту.

Такі результати підтверджують позитивний вплив полицевого обробітку ґрунту на врожайність вівса, що ймовірно, пов'язано з кращим забезпеченням умов для розвитку кореневої системи та засвоєнням вологи.

Облік урожаю 4-ї культури після парів і гороху показує, що тут проявився інший характер впливу попередників на показники продуктивності пшениці озимої (табл. 6). Причому в 4-й культурі урожай зерна був нижче, ніж в 1-й і 2-й культурах пшениці озимої. Зниження склало 17,3 % і 4,4 % відповідно.

Таблиця 6

**Урожайність зерна пшениці озимої сорту Катруся одеська
на тлі різних систем основного обробітку ґрунту і попередників, т/га
(4-а культура після парів і гороху)**

Система основного обробітку ґрунту (А)	Попередник (В)				Середнє	
	пар чорний	пар сидеральний		горох на зерно		
		вика озима	горох +гірчиця		т/га	%
ПММПМ	4,54	4,33	4,11	4,00	4,25	100
МММПМ	4,12	4,00	3,96	3,85	3,98	92,4
БММБМ	4,56	4,46	4,38	4,23	4,41	105,8
МММММ	4,13	4,13	4,00	3,89	4,04	94,8
Середнє	4,34	4,23	4,11	3,99	4,17	-
% до чорного пару	100	97,5	94,7	91,9	-	-
НІР05т/га: А= 0,10 ; В=0,10 ; АВ= 0.20						

Примітка: ПММПМ – полицевий; МММПМ – диференційований, БММБМ – безполицевий і МММММ – мілкій обробітки ґрунту.

Дані показують позитивний вплив попередників чорного та сидерального парів з викою озимою на врожайність пшениці озимої. Урожайність після цих попередників була на рівні 4,34 т/га для пару чорного та 4,23 т/га для пару сидерального з викою озимою. Різниця між ними є суттєвою.

Найнижча врожайність 3,99 т/га – була зафіксована після гороху на зерно, що може свідчити про меншу ефективність цього попередника в плані збереження вологи та поживних речовин для наступної культури.

Результати підтверджують, що безполіцевий обробіток ґрунту був найбільш ефективним для підвищення врожайності озимої пшениці, забезпечивши найвищий урожай – 4,41 т/га. Поліцевий обробіток ґрунту також позитивно вплинув на врожайність (4,25 т/га), яка була вищою, ніж при мілкому та диференційованому обробітку.

Результати показують, що диференційований і мілкий обробітки ґрунту забезпечили майже однакову врожайність (3,98 т/га і 4,04 т/га відповідно) пшениці озимої, без суттєвої різниці між ними. Проте ці варіанти обробітку продемонстрували значно нижчу врожайність порівняно з поліцевим і безполіцевим обробітками, які виявилися ефективнішими для отримання вищих врожаїв.

Для більш повного розкриття впливу попередників і різних способів обробітку ґрунту зводимо дані за урожайністю в одну таблицю (табл. 7).

Зведені результати демонструють, що чорний і сидеральний пари з сумішню гороху з гірчицею забезпечили практично однаковий середній збір зернових одиниць за ротацією – 4,59 і 4,56 т/га відповідно.

Варіант із викою озимою збільшив цей показник на 2,4 %, порівняно з паром чорним. Горох на зерно показав ще нижчий результат, який був менше на 12,9 %.

Серед основного обробітку ґрунту безполіцевий обробіток виявився найбільш ефективним, що забезпечив в середньому 4,88 т/га, що на 0,18 т/га більше, ніж при поліцевому обробітку. Найнижчий середній збір зернових одиниць – 4,17 т/га – був зафіксований при диференційованому обробітку ґрунту. Ці дані підкреслюють ефективність безполіцевого обробітку, особливо в умовах сівозміни.

Отже, результати свідчать, що серед усіх культур у сівозміні найвищу врожайність було отримано після сидерального пару із викою озимою, що підтверджує її ефективність як попередника. Серед способів обробітку ґрунту безполіцевий обробіток показав найкращі результати для формування врожайності пшениці озимої. У посівах вівса найвищу врожайність забезпечив поліцевий обробіток ґрунту, що вказує на його переваги для цієї культури. Ці спостереження підкреслюють важливість оптимального підбору попередників і методів обробітку ґрунту для забезпечення стабільно високих урожаїв у сівозміні.

Висновки. Дослідження підтверджують важливість пару сидерального в органічному землеробстві як альтернативи пару чорного. Основні висновки свідчать про те, що урожайність зерна пшениці озимої на тлі сидерального пару не знижується в порівнянні з паром чорним. Це означає, що використання пару сидерального є ефективним, зберігаючи або навіть збільшуючи врожайність.

Найкращі результати за урожайністю пшениці озимої спостерігалися після пару чорного (4,59 т/га) та пару сидерального з викою озимою (4,70 т/га). Це свідчить про те, що ці попередники ефективно покращують умови для росту і розвитку рослин, забезпечуючи необхідні поживні речовини та вологу.

Безполіцевий обробіток ґрунту продемонстрував свою ефективність у формуванні урожайності на всіх культурах попередників пшениці озимої. Це може бути пов'язано з покращенням структури ґрунту, збереженням вологи та підвищенням доступності поживних елементів.

Таблиця 7

**Збір зернових одиниць пшениці озимої у сівозміні на тлі різних систем
основного обробітку ґрунту і попередників, т/га**

Система основного обробітку ґрунту (А)	Культура після парів	Попередник (В)				Середнє по фактору А	
		пар чорний	пар сидеральний		горох на зерно		
			вика озима	горох+ гірчиця		т/га	%
ПММПМ	1	5,35	5,50	5,30	4,74	5,22	100
	2	4,53	4,88	4,56	3,81	4,45	85,2
	4	4,54	4,33	4,11	4,00	4,25	81,4
Середнє		4,81	4,90	4,66	4,18	4,64	-
МММПМ	1	4,60	4,78	4,56	4,00	4,49	100
	2	3,95	4,21	4,16	3,78	4,03	89,8
	4	4,12	4,00	3,96	3,85	3,98	88,6
Середнє		4,22	4,33	4,23	3,88	4,17	-
БММБМ	1	5,75	5,99	5,57	5,15	5,61	100
	2	4,66	4,97	4,67	4,21	4,63	82,5
	4	4,56	4,46	4,38	4,23	4,41	72,0
Середнє		4,99	5,14	4,87	4,53	4,88	-
МММММ	1	4,95	4,72	5,09	4,26	4,76	100
	2	3,97	4,43	4,32	3,84	4,14	87,0
	4	4,13	4,13	4,00	3,89	4,04	84,9
Середнє		4,35	4,43	4,47	4,00	4,31	-
Середнє по фактору В	т/га	4,59	4,70	4,56	4,15	4,50	-
% до пару чорного	%	100	102,4	99,3	87,1	-	-

Примітка: ПММПМ – полицевий; МММПМ – диференційований, БММБМ – безполицевий і МММММ – мілкий обробітки ґрунту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Десятник Л.М., Льоринець Ф.А., Федоренко І.Є., Ліб І.М. Вплив попередників на урожайність пшениці озимої в сівозмінах Степу. *Бюл. Інституту с.-г. степової зони НААН України*, 2014. № 6. С. 78–80.
2. Шевченко М.С., Циліорик О.І., Десятник Л.М. Науково обґрунтовані сівозміни для зони степу. *Посібник українського хлібороба*, 2016. Т.1. С. 221–224.
3. Макаров І.П., Єщенко В.О., Опришко В.П., Гудзь В.П. та ін. Зональні системи обробітку ґрунту. *Загальне землеробство*. Термінологічний словник/за ред. В.О. Єщенко. Київ: Урожай, 1995. 80 с.
4. Мирошніченко М.С. Продуктивність короткоротаційних сівозмін за системи удобрення та обробітку ґрунту. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*, 2019, 3–4. С. 3–15.
5. Цандур М.О. Наукові основи землеробства Південного Степу України. Одеса: «Папірус», 2006. 180 с.
6. Соколов К. К., Кириленко В. М., Єлькін І. В., Сербіна С. А. Сидеральні пари як попередники озимої пшениці в умовах Південного Степу України. *Вісник*

аграрної науки Південного регіону. С.-г. та біол. науки. Одеса: Видавництво ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова», 2007. Вип. 8. С. 64–70.

7. Чайка Т.О., Пономаренко С.В. Зелені добрива – сидерати в органічному землеробстві. *Аграрний бюлетень*, 2015, № 54. С. 25–31.

8. Методика польового дослідження (зрошуване землеробство): навч. Посіб. Для студентів ВНЗ / за ред. В.О. Ушкаренко та ін. Херсон: Грінь Д.С. [вид.]. 2014. 445 с.

9. Ільченко В.Ю., Калініна Л.Ф., Підьосар В.Я. Управління якістю механізованих робіт у рослинництві. Київ: Урожай, 1986. 61 с.

УДК 632.952:633.34:631.559

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.8>

ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ СОЇ ЗА ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ ВИДІВ ФУНГІЦИДІВ

Пругула О.В. – викладач кафедри захисту і карантину рослин,
Уманський національний університет
orcid.org/0000-0002-2040-1499

У статті наведено результати досліджень з вивчення впливу різних видів фунгіцидів на формування урожайності та окремих структурних показників посівів сої.

Досліди проводили у посівах ранньостиглого сорту сої Аннушка. Розміщення варіантів досліду виконували систематичним методом. Повторність досліду – чотириразова.

Одним із чинників низької урожайності сої є ураження рослин численними хворобами різної етіології, які суттєво знижують її насінневу продуктивність і якість отриманого врожаю. Залежно від інтенсивності розвитку хвороб недобір урожаю даної культури може сягати 20-40 %, а в роки епіфітотій – 50-60 % і більше.

Хвороби сої завдають значних втрат, а саме: знижують енергію проростання насіння та його схожість, зріджують посіви, ослаблюють рослини, зменшують фотосинтетичну поверхню й продуктивність культурних рослин, погіршують якісні показники врожаю. Насіння сої, зібране з уражених хворобами посівів, не відповідає чинним вимогам стандарту.

Встановлено залежність формування врожайності сої та окремих показників структури посівів залежно від виду фунгіциду. Фунгіциди, досліджувані для захисту сої від найпоширеніших у роки проведення досліджень хвороб, виявилися ефективними не лише у стимулюванні ростових процесів, але й у підвищенні продуктивності культури. Серед захворювань, збудниками яких є гриби та грибоподібні організми, були виявлені такі: борошниста роса, септоріоз, аскохітоз, пероноспороз, церкоспороз, фузаріоз і біла гниль.

Всі фунгіциди позитивно впливали на формування продуктивності посівів сої, що виражалось у покращенні якості зерна та збільшенні врожайності. Доведено, що найвища продуктивність посівів сої формувалася у варіантах досліду з використанням для обробки посівів сої фунгіциду Імпакут К, к.с 0,8 л/га та Абакус, СЕ 1,5 л/га.

У результаті проведених досліджень виявлено, що досліджувані препарати, позитивно впливали на формування продуктивності посівів сої, що виражалось у збільшенні врожайності та покращенні її структурних показників (маса 1000 зерен, кількість бобів та маса зерна з однієї рослини).

Застосування фунгіцидів забезпечує захист сої від найбільш поширених в роки досліджень хвороб, підвищуючи накопичення органічної речовини, утвореної в процесі фотосинтезу, в результаті чого збільшується врожай.

Ключові слова: соя, фунгіциди, показники, урожайність, продуктивність, ефективність, обприскування.

Prytula O.V. Soybean crop productivity using different types of fungicides

The article deals with the results of studies on the influence of different types of fungicides on the formation of yield and individual structural indices of soybean crops.

The experiments were conducted in crops of the early-ripening soybean variety Annushka. The placement of the experiment variants was carried out using a systematic method. The repetition of the experiment was four-time.

One of the factors of low soybean yield is the defeat of plants by numerous diseases of various etiologies, which significantly reduce its seed productivity and the quality of the obtained crop. Depending on the intensity of disease development, the crop failure of this crop can reach 20-40%, and in years of epiphytobia – 50-60% and more.

Soybean diseases cause significant losses, namely: reduce the energy of seed germination and its germination, thin out crops, weaken plants, reduce the photosynthetic surface and productivity of cultivated plants, worsen the quality indicators of the crop. Soybean seeds collected from crops affected by diseases do not meet the current requirements of the standard.

The dependence of the formation of soybean yield and individual indices of the crop structure depending on the type of fungicide was established. The fungicides studied to protect soybeans from the most common diseases during the years of research were effective not only in stimulating growth processes, but also in increasing the crop productivity. Among the diseases caused by fungi and fungus-like organisms, the following were identified: powdery mildew, septoria, ascochyta, peronosporosis, cercosporosis, fusarium and white rot.

All fungicides had a positive effect on the formation of soybean crop productivity, which was expressed in improving grain quality and increasing yield. It was proven that the highest soybean crop productivity was formed in the experimental variants using the fungicide Impact K, k.s 0.8 l/ha and Abacus, SE 1.5 l/ha for processing soybean crops.

As a result of the conducted studies, it was found that the studied preparations had a positive effect on the formation of soybean crop productivity, which was expressed in increasing yield and improving its structural indices (weight of 1000 grains, number of beans and weight of grain from one plant).

The use of fungicides provides protection of soybeans from the most common diseases during the years of research, increasing the accumulation of organic matter formed in the process of photosynthesis, as a result of which the yield increases.

Key words: soybean, fungicides, indices, yield, productivity, efficiency, spraying.

Постановка проблеми. В останні роки в усьому світі підвищився інтерес до такої бобової культури як соя. Це пояснюється багатим хімічним складом її зерна, в якому міститься 38-40 % білка, 20 % жиру, 25-30 % вуглеводів, а також – мінеральні речовини, вітаміни, фітохімічні та інші сполуки. Тому в країнах Південно-Східної Азії її здавна використовують в харчових і лікувальних цілях [1, 2].

За даними О. Маслюка [3], соя посідає четверте місце у світі за площами посівів та обсягами виробництва після пшениці, кукурудзи та рису. Її називають стратегічною культурою. За останні 40 років світове виробництво зерна сої збільшилося в 5,9 рази. Річні обсяги виробництва цієї культури вже найближчими роками можуть зрости до 200 млн. тон. [4].

У зв'язку з цим важливим питанням, яке постає перед товаровиробниками та дослідниками, є оптимізація окремих елементів технології її вирощування, серед яких – боротьба з хворобами, що виражається в застосуванні фунгіцидів для обприскування посівів сої.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Одним із чинників низької урожайності сої є ураження рослин численними хворобами різної етіології, які суттєво знижують її насінневу продуктивність і якість отриманого врожаю. Залежно від інтенсивності розвитку хвороб недобір урожаю даної культури може сягати 20-40 %, а в роки епіфітотій – 50-60 % і більше. За даними Інституту захисту рослин НААН, в окремих досліджуваних зразках насіння сої, відібраних у різних господарствах, частка ураженого насіння грибами становила 50-100 %, бактеріями – 12-28 %, змішаною грибною і бактеріальною інфекцією – 14-35 % [5, 6].

Хвороби сої завдають значних втрат, а саме: знижують енергію проростання насіння та його схожість, зріджують посіви, ослаблюють рослини, зменшують фотосинтетичну поверхню й продуктивність культурних рослин, погіршують якісні показники врожаю. Насіння сої, зібране з уражених хворобами посівів, не відповідає чинним вимогам стандарту [7].

Багато років з хворобами у посівах сої боролись переважно за допомогою агро-технічних заходів: оранка з повним загортанням рослинних решток, сівозміна, підбір сортів, строки сівби тощо. З хімічних препаратів в основному використовувались протруйники насіння [9]. Це сприяло масовому накопиченню інфекційного матеріалу багатьох фітопатогенів, що можуть зумовлювати спалахи низки хвороб, які не тільки призводять до значного недобору врожаю, але й погіршують його

якість. У такій ситуації важливою є оперативна фітосанітарна оцінка посівів, на основі якої за потреби проводять кардинальні захисні заходи [9, 10].

Для знищення збудників хвороб у посівах сої в різні періоди вегетації застосовують фунгіциди. Нині також важливим є питання отримання екологічно чистої продукції, відтворення родючості ґрунтів [11, 12].

Мета досліджень – вивчити вплив різних видів фунгіцидів на формування урожайності та структурні показники врожаю посівів сої. Відповідно до поставленої мети, завданням було підібрати для боротьби з хворобами в посівах сої найбільш ефективні фунгіциди за використання їх при перших проявах хвороби.

Методика досліджень. Досліди проводили в польовій сівозміні кафедри захисту і карантину рослин Уманського національного університету впродовж 2023-2024 років у посівах сої сорту Аннушка. Фунгіциди вносили у фазу бутонізації: Ямато, СЕ (д. р. тіофанат-метил 233 г/л і тетраконазол 70 г/л) у нормі витрати 1,5 л/га; Азоципер Нео. КС (д. р. 200 г/л азоксистробін і 80 г/л ципроконазол) – 0,75 л/га; Вето 250, КЕ (д. р. пропіконазол, 250 г/л) – 0,75 л/га; Імпакт К, к.с. (д. р. флутріафол 117,5 г/л + карбендазим 250 г/л) – 0,8 л/га; Абакус, СЕ (д. р. епоксиконазол 62,5 г/л + піраклостробін 62,5 г/л) – норма витрати 1,5 л/га.

Детальну схему досліду наведено в таблицях. Розміщення варіантів досліду виконували систематичним методом. Повторність досліду – чотириразова.

Облік урожаю проводили методом обмолоту культури з облікової ділянки, структуру посівів (кількість бобів, масу зерна) – однієї рослини, підрахунками та зважуванням.

Виклад основного матеріалу досліджень. У структурі хвороб сої в умовах досліджень домінуючими виявилися пероноспороз, або несправжня борошниста роса, з часткою 34 %, та септоріоз, із часткою 25 %. Дещо менша частка в структурі хвороб сої належала церкоспорозу й аскохітозу – 8 % і 10 %, відповідно. Найменша частка серед виявлених грибних хвороб була в білої гнилі (2 %) і борошнистої роси (4 %). На частку бактеріозів і вірусів припадало 7 % і 4 %, відповідно.

Головним показником ефективності дії фунгіцидів є їхній вплив на формування урожайності та якості зерна сої. Фунгіциди, захищаючи посіви від хвороб, підвищують накопичення органічної речовини, утвореної в процесі фотосинтезу, в результаті чого збільшується врожай.

У результаті проведених досліджень встановлено, що досліджувані фунгіциди позитивно впливали на формування продуктивності посівів сої, що виражались у збільшенні урожайності та покращенні якості її зерна.

Дослідження препаратів для захисту сої від хвороб засвідчили їхній позитивний вплив не лише на ріст рослин, а й на продуктивність культури.

Результати дворічних досліджень дозволили глибше зрозуміти вплив досліджуваних чинників на формування якісних показників соєвого зерна.

Польові випробування, проведені у 2023-2024 роках, дали змогу з'ясувати, як саме система застосування фунгіцидів впливає на врожайність сої. Отримані результати чітко продемонстрували, що рівень урожайності варіювався залежно від варіанту досліду (табл. 1).

Так, за використання фунгіцидів Імпакт К, к.с та Абакус, СЕ у 2023 році урожайність сої склала 26,1 т/га і 26,0 т/га, тобто на 3,1 т/га і 3,0 т/га більше, ніж у контролі, у 2024 році – 23,9 т/га і 23,6 т/га, що на 4,3 т/га і 4,0 т/га перевищувало контроль. У 2024 році сформувалися дещо нижчі показники врожайності сої, що пов'язано з несприятливими погодними умовами, зокрема з меншою кількістю опадів у період вегетації культури.

Таблиця 1

**Урожайність сої залежно від застосування різних видів фунгіцидів, т/га
(2023-2024 рр.)**

Варіанти дослідів	Рік дослідження		Середня за 2 роки	± до контролю
	2023	2024		
Без застосування препарату (контроль)	23,0	19,6	21,3	-
Ямато, СЕ 1,5 л/га	25,6	21,8	23,7	2,4
Азоципер Нео, КС 0,75 л/га	25,7	22,2	24,0	2,7
Вето 250, КЕ 0,75 л/га	25,8	22,6	24,2	2,9
Імпакт К, к.с. 0,8 л/га	26,1	23,9	25,0	3,7
Абакус, СЕ 1,5 л/га	26,0	23,6	24,8	3,5
<i>HIP₀₅</i>	0,54	0,54	0,54	

Застосування фунгіцидів Імпакт К, к.с та Абакус, СЕ забезпечило зростання показників урожайності до контролю на 3,7 т/га і 3,5 т/га.

В середньому за роки досліджень за внесення фунгіцидів Ямато. СЕ 1,5 л/га, Азоципер Нео, КС 0,75 л/га, Вето 250, КЕ 0,75л/га, Імпакт К, к.с. 0,8 л/га, Абакус, СЕ 1,5 л/га урожайність зерна сої зросла в порівнянні до контролю (без застосування препарату) на 11-13 %.

За використання фунгіцидів в посівах сої формувалась різна структура врожайності культури (табл. 2).

Так, за використання фунгіцидів Імпакт К, к.с та Абакус, СЕ у 2023 році кількість бобів з однієї рослини склала 17,9 шт. і 17,5 шт. відповідно, маса зерна – 6,5 г. У 2024 році у всіх варіантах дослідів спостерігалися нижчі показники структури, а саме кількість бобів з однієї рослини на цих варіантах була в межах 13,6-13,9 шт., а маса зерна – 5,7 г.

Таблиця 2

Структура врожайності сої, середня за 2023-2024 рр.

Варіанти дослідів	Кількість бобів з однієї рослини, шт.		Маса зерна з однієї рослини, г	
	2023	2024	2023	2024
Без застосування препарату (контроль)	13,1	8,3	5,8	4,5
Ямато, СЕ 1,5 л/га	15,0	12,3	6,3	5,2
Азоципер Нео, КС 0,75 л/га	15,9	12,6	6,4	5,5
Вето 250, КЕ 0,75 л/га	16,8	13,1	6,4	5,6
Імпакт К, к.с. 0,8 л/га	17,9	13,9	6,5	5,7
Абакус, СЕ 1,5 л/га	17,5	13,6	6,5	5,7

Застосування фунгіцидів Ямато, СЕ 1,5 л/га, Азоципер Нео, КС 0,75 л/га, Вето 250, КЕ 0,75 л/га, Імпакт К, к.с, 0,8 л/га, Абакус, СЕ 1,5 л/га забезпечило зростання показників кількості бобів та маси зерна відносно контрольного варіанту.

Одним із ключових показників, що визначає урожайність будь-якої культури, зокрема сої, є маса 1000 насінин. Показники маси 1000 зерен сої під час проведення досліджень також спостерігались значно вищими у варіантах із застосуванням фунгіцидів для обприскування посівів в порівнянні з контролем (табл. 3).

В середньому за два роки досліджень за обробки посівів сої фунгіцидами Ямато, СЕ 1,5 л/га, Азоципер Нео, К.С 0,75 л/га, Вето 250, КЕ 0,75 л/га, Імпакт К, к.с. 0,8 л/га, Абакус, СЕ 1,5 л/га маса 1000 зерен сої зростає до контролю на 10-11 %. Найвищі показники отримано у варіантах дослідів із застосуванням для обприскування фунгіцидів Імпакт К, к.с та Абакус, СЕ і становили в середньому за роки досліджень 111,0 г та 109,8 г, що більше ніж в контрольному варіанті на 10,9 г та 9,7 г відповідно до цих варіантів.

Таблиця 3

Вплив фунгіцидів на масу 1000 зерен сої, г (2023-2024 рр.)

Варіанти дослідів	Рік дослідження		Середня за 2 роки
	2023	2024	
Без застосування препарату (контроль)	116,3	83,8	100,1
Ямато, СЕ 1,5 л/га	119,2	85,7	102,5
Азоципер Нео, КС 0,75 л/га	125,7	90,8	108,3
Вето 250, КЕ 0,75 л/га	125,9	92,1	109,0
Імпакт К, к.с. 0,8 л/га	127,3	94,6	111,0
Абакус, СЕ 1,5 л/га	126,5	93,1	109,8

Найнижчим показник маси 1000 зерен сої був у контрольному варіанті без застосування препарату і становив в середньому 100,1 г.

Висновки. Застосування фунгіцидів Ямато, СЕ 1,5 л/га, Азоципер Нео, КС 0,75 л/га, Вето 250, КЕ 0,75 л/га, Імпакт К, к.с. 0,8 л/га, Абакус, СЕ 1,5 л/га для захисту сої від хвороб призводить до зростання урожайності культури на 11-13 % за поліпшеної структури посівів, що забезпечується покращенням фітосанітарного стану посівів за дії фунгіцидів. Усі застосовані фунгіциди сприяли підвищенню продуктивності посівів сої, що проявлялося в поліпшенні якості зерна та зростанні врожайності. Найвища продуктивність посівів сої формувалася у варіантах дослідів з використанням для обробки посівів сої фунгіцидів Імпакту К, к.с 0,8 л/га та Абакус, СЕ 1,5 л/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бербенець О. В. Світове виробництво сої як невичерпного джерела білків рослинного походження та місце України на світовому ринку торгівлі нею. Агросвіт. 2019. № 10. С. 41–45.
2. Бабич А. О., Бабич-Побережна А.А. Стратегічна роль сої у розв'язанні глобальної продовольчої проблеми Корми і кормовиробництво. 2011. Вип. 69. С. 11–19.
3. Маслюк О. Привабливість ринку сої. Агробізнес сьогодні. 2011. № 18. С. 14–15.
4. Гордійчук Н. Соя – стратегічна культура у світі та Україні: досвід вирощування країн лідерів Агроном. 2015. № 1. С. 152–153.
5. Глим'язний В. Соя: основні шкідники та хвороби. Agroexpert. 2010. № 5. С. 27–29.

6. Марков І. Інтегрований захист сої від хвороб. Агробізнес сьогодні. 2018.
 7. Колісник С. І., Кобак С. Я., Панасюк О. Я. Ефективність систем захисту сої від хвороб в короткоротаційних сівозмінах Лісостепу Правобережного. Корми і кормовиробництво: міжвідомч. темат. наук. зб. Вінниця: Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН. 2017. Вип. 84. С. 133–140.
 8. Сергієнко В. Г. Моніторинг хвороб сої в Лісостепу України. Карантин і захист рослин. 2014. № 10/11. С. 9–11.
 9. Корнійчук О. Ефективний захист сої від хвороб. Зерно. 2015. № 5. С. 146–149.
 10. Трибель С. О., Стригун О. О. Фітосанітарний стан агроценозів сої та інтегрований захист рослин. Захист і карантин рослин. 2011. Вип. 57. С. 224–247.
 11. Лихочвор В., Щербачук В. Урожайність сої залежно від фунгіцидів. Вісник Львівського національного аграрного університету: Агрономія. 2014. № 18. С. 256–259.
 12. Кирик М., Піковський М., Тарануха Ю., Лич С. Хвороби сої: діагностика, особливості розвитку та заходи захисту. Пропозиція. 2013. № 12. С. 88–90.
 13. Сергієнко В. Хвороби сої та заходи їх обмеження. Агробізнес сьогодні. 2012. № 11. С. 18–23.
 14. Артеменко С. Три кроки до успішного вирощування сої. Пропозиція. 2017. № 5. С. 72–76.
-

УДК 635.21:631.526.32

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.9>

ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА УРАЖЕННЯ ВІРУСНИМИ ХВОРОБАМИ НАСІННЄВОЇ КАРТОПЛІ В ПРОЦЕСІ РЕПРОДУКУВАННЯ ЗА ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРЕПАРАТУ АВАТАР-2 ЗАХИСТ

Семенчук В.Г. – к.с.-г.н.,

вчений секретар,

Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція

Інституту сільського господарства Карпатського регіону

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0000-0001-7762-9059

Гаврилець С.В. – к.с.-г.н.,

завідувач науково-інноваційного відділу,

Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція

Інституту сільського господарства Карпатського регіону

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0009-0009-3814-4675

Харабара В.О. – молодший науковий співробітник науково-інноваційного відділу,

Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція

Інституту сільського господарства Карпатського регіону

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0009-0009-0797-4266

Наведено результати дослідження впливу багатокомпонентного препарату біологічного походження Аватар-2 Захист на продуктивність та ураження насіннєвої картоплі вірусними хворобами в процесі репродукування в умовах південно-західної частини Лісостепу України. Дослідження проводили в селекційно-насінницькій сівозміні Буковинської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту сільського господарства Карпатського регіону Національної академії аграрних наук України впродовж 2022–2023 років.

Найвища врожайність картоплі встановлена на варіантах з триразовим внесенням біопрепарату під час вегетації та протруєння насіння + триразове внесення під час вегетації. У сорту Слаута врожайність знаходилась в межах 26,6–28,4 т/га, у сорту Кіммерія 30,5–32,5 т/га. Різниця даних показників продуктивності між зазначеними варіантами знаходилась в межах похибки.

За визначення ураження насаджень вірусними хворобами в процесі репродукування насіннєвої картоплі встановлено зростання кількості хворих рослин з зовнішніми ознаками їх прояву на контрольному варіанті і на варіанті з протруєнням насіння та зниження ураженості при внесенні біопрепарату під час вегетації рослин. Найвищий показник ураження дослідних насаджень було відмічено на контрольному варіанті та на варіанті з проведенням протруєння насіннєвої картоплі – у сорту Слаута – 6,2–8,5%, у сорту Кіммерія – 4,0–7,0%. Тоді як при внесенні біопрепарату під час вегетації ураженість сорту Слаута знаходилась в межах 2,2–3,0%, а сорту Кіммерія 1,0–2,0%, на варіанті з протруєнням насіння + триразове внесення препарату під час вегетації ураження насаджень 2,0–2,5% та 1,5–2,0% відповідно. Серед вірусних хвороб переважала звичайна мозаїка.

Встановлено позитивний вплив біопрепарату Аватар-2 Захист на продуктивність та фітовірусологічний стан насіннєвих насаджень в процесі репродукування насіннєвої картоплі при триразовому внесенні його під час вегетації рослин. Щодо проведення протруєння насіння даним препаратом суттєвого впливу на продуктивність та ураженість насаджень картоплі вірусними хворобами не встановлено.

Ключові слова: насіннєва картопля, продуктивність, ураження, сорти, захист, біопрепарати.

Semenchuk V.H., Gavrylets S.V., Kharabara V.O. Productivity and viral disease incidence in seed potatoes during reproduction with the use of the biopreparation Avatar-2 Protection

The results of a study on the effect of the multicomponent biological preparation Avatar-2 Protection on the productivity and viral disease incidence in seed potatoes during reproduction in the southwestern part of the Forest-Steppe zone of Ukraine are presented. The research was conducted within the breeding and seed crop rotation system of the Bucovina State Agricultural Research Station of the Institute of Agriculture of the Carpathian Region of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine during 2022–2023.

The highest potato yields were recorded in the variants with three applications of the biopreparation during the growing season and with seed treatment combined with three applications during the growing season. For the Slauta variety, yields ranged from 26.6 to 28.4 t/ha, while for the Kimmeria variety, they ranged from 30.5 to 32.5 t/ha. The differences in yield between these treatment variants were within the margin of error.

In assessing the incidence of viral diseases during the reproduction of seed potatoes, an increase in the number of infected plants with visible symptoms was observed in the control variant and in the variant with only seed treatment. In contrast, a reduction in disease incidence was recorded in the variants where the biopreparation was applied during the growing season. The highest incidence of viral infection in the experimental plots was observed in the control variant and in the variant with only seed treatment – for the Slauta variety, it ranged from 6.2% to 8.5%, and for the Kimmeria variety, from 4.0% to 7.0%. In contrast, when the biopreparation was applied during the growing season, infection levels for the Slauta variety ranged from 2.2% to 3.0%, and for the Kimmeria variety from 1.0% to 2.0%. In the variant with seed treatment combined with three applications during the growing season, infection rates were 2.0%–2.5% and 1.5%–2.0% for Slauta and Kimmeria, respectively. Among the viral diseases, common mosaic virus was the most prevalent.

A positive effect of the biopreparation Avatar-2 Protection on the productivity and phytoviral status of seed potato crops during the reproduction process was established when applied three times during the growing season. In contrast, seed treatment with this preparation alone did not show a significant impact on either productivity or the incidence of viral diseases in potato plantings.

Key words: seed potato, productivity, infestation, varieties, protection, biopreparations.

Постановка проблеми. Одним із ключових факторів, що визначають ефективність вирощування картоплі, є якість насіннєвого матеріалу. Однак, на жаль, процес репродукування насіннєвої картоплі супроводжується рядом ризиків, зокрема, ураженням вірусними хворобами, що значно знижують продуктивність та якість врожаю [1, с. 50].

В літературі описано близько 40 вірусів, які також мають велику кількість штамів, біля 10 з них наносять велику шкоду через широке поширення і значне зниження урожайності. Особливо високу шкідливість мають такі фітопатогенні віруси, як ВСЛК, УВК (різні штамми), МВК. Велика шкодочинність ВСЛК, УВК, МВК, які викликають важкі і середні форми вірусного ураження рослин картоплі, пояснюється тим, що вони мають властивість швидко поширюватись переносниками, наприклад, зеленою персиковою попелицею (*Myzus persicae*) [2, с. 20]. Вірусне ураження рослин призводить до зниження врожайності, змін у зовнішньому вигляді бульб, погіршення їх смакових якостей, а також здатності до зберігання. Уражені рослини часто мають меншу стійкість до стресових умов навколишнього середовища та більш схильні до розвитку інших захворювань. При сильному поширенні цих патогенів втрати врожаю можуть досягати 50–80% [3, с. 37].

Проблема полягає в тому, що ці види вірусів завжди передаються вегетативно розмножуваному потомству через бульби, і спричиняють важкі і середні форми вірусних уражень на рослинах. У процесі репродукування, де важливу роль відіграє висока чистота насіння, ураження вірусами знижує продуктивність, що негативно впливає на економічну ефективність виробництва картоплі, оскільки

потребує додаткових витрат на захист від вірусних захворювань і зниження якості врожаю [4, с. 47; 5, с. 42].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дані багаторічних досліджень засвідчують, що одним з високоефективних маловитратних резервів підвищення урожайності, поліпшення якості та реалізації потенційної продуктивності картоплі може стати широке впровадження сучасних препаратів біологічного походження з віруліцидними властивостями [6, с. 12].

Багатокомпонентні біопрепарати, що містять в своєму складі наночастинки володіють віруліцидними, фунгіцидними та бактерицидними властивостями, є органічними та екологічно безпечними [7, с. 68]. Застосування таких препаратів при вирощуванні насіннєвої картоплі високих категорій є актуальним та потребує детального вивчення їх впливу на сортові та посівні якості насіння.

Постановка завдання. Мета дослідження – встановити вплив багатокомпонентного препарату біологічного походження Аватар-2 Захист на продуктивність та ураження насіннєвої картоплі вірусними хворобами в процесі репродукування в умовах південно-західної частини Лісостепу України.

Польові досліді закладались в селекційно-насінницькій сівозміні Буковинської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту сільського господарства Карпатського регіону Національної академії аграрних наук України впродовж 2022–2023 років.

Попередник – озима пшениця. Грунт – чорнозем важкосуглинковий, що містить 10 мг P_2O_5 , 17 мг K_2O , та 15,4 мг NO_3 на 100 г ґрунту, рН – 6,4.

Агротехніка – загальноприйнята для зони. Восени після збирання попередника проведено лушення стерні, зяблеву оранку. Рано навесні – культивація з боронуванням. Внесення мінеральних добрив – нітроамофоска 500 кг/га з послідуною культивацією та нарізкою борозен. Згідно схеми досліді проведено обробку насіннєвої картоплі біопрепаратом Аватар-2 Захист з розрахунку 300 мл/т. Садіння картоплі на дослідних ділянках проводили вручну третя декада квітня, а в 2023 році 2 травня. Після чого проводили міжрядний обробіток з формуванням гребенів. Проведено два міжрядних обробітки з підгортанням рослин та обприскування вегетуючих рослин біопрепаратом Аватар-2 Захист з розрахунку 200 мл/га згідно схеми досліді.

Схема досліді

Сорти картоплі: Слаута, Кіммерія.

1. Контроль (захист рослин хімічними препаратами)
2. Протруювання насіння препаратом біологічного походження Аватар-2 Захист.
3. Триразове внесення препарату біологічного походження Аватар-2 Захист під час вегетації.

4. Протруювання насіння перед посадкою та триразове внесення препарату біологічного походження Аватар-2 Захист під час вегетації.

Облікова площа – 25 м². Повторність – триразова.

Проти колорадського жука проводили обприскування препаратами Кораген 60 г/га, а проти фітофторозу – Зорвек 0,5 л/га та Квадрісом 0,8 л/га. За два тижні до збирання – скошування картоплиння.

На протязі вегетаційного періоду візуально визначали ураження рослин вірусними хворобами, шляхом підрахунку їх на обліковій ділянці.

Облік врожаю поділяючий, шляхом суцільного збирання з визначенням структури врожаю по фракціях та підрахунком бульб з одного куща і його маси та визначення внутрішнього ураження бульб хворобами.

Дослідження в польових умовах проведено згідно з методичними рекомендаціями щодо проведення досліджень з картоплею [8, 9].

Виклад основного матеріалу дослідження. Позитивний вплив біопрепарату Аватар-2 Захист на продуктивність насіннєвої картоплі одержаної за різних способів внесення препарату спостерігався впродовж 2022–2023 років репродукування. Найвища врожайність встановлена на варіантах з триразовим внесенням біопрепарату під час вегетації та протруєння насіння + триразове внесення під час вегетації. У сорту Слаута врожайність знаходилась в межах 26,6–28,4 т/га, у сорту Кіммерія 30,5–32,5 т/га. Різниця даних показників продуктивності між зазначеними варіантами знаходилась в межах похибки (табл. 1).

Таблиця 1
Продуктивність насіннєвої картоплі залежно від застосування біопрепарату Аватар-2 Захист в процесі репродукування, середнє 2022–2023 рр.

Варіанти	Категорія висад-женого матеріалу	Урожай-ність т/га	Маса бульб з 1 куша, г	Кількість бульб з 1 куша, шт.	Кількість бульб, тис. шт./га	Середня маса 1 бульби, г	Фракційний склад бульб, %		
							< 28 мм	28–60 мм	> 60 мм
Сорт Слаута									
контроль	CH-1	22,2	436	7,0	357	62	27	48	25
	CH-2	22,1	441	6,4	320	70	30	48	22
протруювання насіння	CH-1	22,6	443	6,8	347	65	26	50	24
	CH-2	23,3	465	6,8	340	68	27	50	23
триразове внесення препарату під час вегетації.	CH-1	27,8	546	7,7	420	71	20	47	33
	CH-2	26,6	533	7,0	350	76	20	51	29
протруювання насіння+триразове внесення препарату під час вегетації	CH-1	28,2	490	7,8	388	73	19	50	31
	CH-2	27,9	575	7,1	344	81	21	53	26
Сорт Кіммерія									
контроль	CH-1	28,5	605	7,4	377	82	17	45	38
	CH-2	28,7	575	7,0	343	82	25	48	27
протруювання насіння	CH-1	28,3	550	7,0	357	79	16	52	32
	CH-2	29,9	612	7,4	364	83	22	47	23
триразове внесення препарату під час вегетації.	CH-1	32,8	655	8,1	413	81	12	50	38
	CH-2	30,5	623	8,0	392	78	15	53	32
протруювання насіння+триразове внесення препарату під час вегетації	CH-1	32,5	659	7,9	403	83	16	50	34
	CH-2	31,1	620	8,2	418	75	22	58	20

При визначенні ураження насаджень вірусними хворобами в процесі репродукування насіннєвої картоплі встановлено зростання кількості хворих рослин з зовнішніми ознаками їх прояву на контрольному варіанті і на варіанті з протруюванням насіння та зниження ураженості при внесенні біопрепарату під час вегетації рослин (табл. 2).

Таблиця 2

**Ураження насаджень насіннєвої картоплі вірусними хворобами
залежно від застосування біопрепарату Аватар-2 Захист,
в процесі репродукування 2022–2023 рр.**

Варіанти	Категорія висадженого матеріалу	Ураженість вірусними хворобами, %							
		легкими		важкими				всього	
		звичайна мозайка		зморшкун- вата мозайка		закручу- вання листя			
		2022 р.	2023 р.	2022 р.	2023 р.	2022 р.	2023 р.	2022 р.	2023 р.
Сорт Слаута									
контроль	CH-1	3,2	3,5	1,5	1,0	1,5	2,5	6,2	7,0
	CH-2		4,0		2,0		1,5		7,5
протруювання насіння	CH-1	4,0	4,0	2,5	1,5	2,0	1,5	8,5	7,0
	CH-2		4,5		2,5		1,0		8,0
триразове внесення препарату під час вегетації.	CH-1	1,0	1,5	1,2	1,0	-	-	2,2	2,5
	CH-2		1,5		1,0		0,5		3,0
протруювання насіння+триразове внесення препарату під час вегетації	CH-1	1,5	1,0	1,0	1,0	-		2,5	2,0
	CH-2		1,0		0,5		0,5		2,0
Сорт Кіммерія									
контроль	CH-1	2,5	3,0	1,0	-	1,0	1,0	4,5	4,0
	CH-2		2,5		2,0		2,0		6,5
протруювання насіння	CH-1	3,5	3,5	2,0	0,5	0,5	0,5	6,0	4,5
	CH-2		3,5		2,5		1,0		7,0
триразове внесення препарату під час вегетації.	CH-1	1,5	-	-	-	-	1,0	1,5	1,0
	CH-2		1,0		0,5		0,5		2,0
протруювання насіння+триразове внесення препарату під час вегетації	CH-1	1,0	1,5	0,5	-	-	0,5	1,5	2,0
	CH-2		1,0		-		0,5		1,5

Найвищий показник ураження дослідних насаджень було відмічено на контрольному варіанті та на варіанті з проведенням протруювання насіннєвої картоплі – у сорту Слаута – 6,2–8,5%, у сорту Кіммерія – 4,0–7,0%. Тоді як при внесенні

біопрепарату під час вегетації ураженість сорту Слаута знаходилась в межах 2,2–3,0%, а сорту Кіммерія 1,0–2,0%, на варіанті з протруєнням насіння + триразове внесення препарату під час вегетації ураження насаджень 2,0–2,5% та 1,5–2,0% відповідно. Серед вірусних хвороб переважала звичайна мозаїка.

Висновки. Встановлено позитивний вплив біопрепарату Аватар-2 Захист на продуктивність та фітовірусологічний стан насінневих насаджень в процесі репродукування насіннєвої картоплі при триразовому внесенні його під час вегетації рослин. Щодо проведення протруєння насіння даним препаратом суттєвого впливу на продуктивність та ураженість насаджень картоплі вірусними хворобами не встановлено.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бондарчук А. А. Наукові основи насінництва картоплі в Україні. Київ. 2010. С. 50–61.
2. Методи контролю фітовірусологічного стану агроценозів з картоплею та зернобобовими культурами : наук.-метод. рек. / Т. О. Бова та ін. Чернігів : ІСМБ та АПВ. 2015. 24 с.
3. Оцінка фітосанітарного стану насаджень добазової насіннєвої картоплі, векторне навантаження та видовий склад вірусів / О. В. Вишневська та ін. Картоплярство : міжвідом. темат. наук. зб. Вип. 43. 2016. С. 36–46.
4. Бондарчук А. А., Вишневська О. В., Олійник Т. М. Методи контролю якості та заходи зниження повторного зараження вірусами насіннєвого матеріалу картоплі: наук.-метод. реком. Немішаєве : ФОП «Корзун». 2015. С. 47.
5. Оцінка фітосанітарного стану насаджень добазової насіннєвої картоплі, векторне навантаження та видовий склад вірусів / О. В. Вишневська та ін. *Картоплярство* : міжвідом. темат. наук. зб. Вип. 43. 2016. С. 36–46.
6. Борова В. П. Вплив біопрепаратів на продуктивність картоплі. Захист та карантин рослин. 2001. № 11. С. 19.
7. Урожайність та насіннева продуктивність оздоровленого різнофракційного насіннєвого матеріалу картоплі залежно від регуляторів росту рослин та різної густоти садіння картоплі. / Вишневська О. В. та ін. *Картоплярство*: міжвідом. темат. наук. зб. 2020. Вип. 45. С. 64–79.
8. Картоплярство: Методика дослідної справи Вінниця «Твори» 2019 р. 650 с.
9. Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею. Немішаєве. 2002. 182 с.

УДК 631.53:581.1

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.10>

БІОЛОГІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ: ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ ВПРОВАДЖЕННЯ

Соловійов О.В. – аспірант кафедри рослинництва та агроінженерії,
Херсонський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/0009-0002-8220-8595

Сидякіна О.В. – к.с.-г.н., доцентка,
доцентка кафедри рослинництва та агроінженерії,
Херсонський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/0000-0001-8812-6078

У статті наведено результати аналітичних досліджень щодо сучасного стану біологізації елементів технології вирощування сільськогосподарських культур, зокрема соняшнику. Інформаційною базою для здійснення наукового пошуку слугували статистичні дані FAOSTAT за 2018–2023 роки, а також дані Державної служби статистики України за відповідний період. Для досягнення поставленої мети використовували методи порівняльного аналізу, графічний, а також абстрактно-логічний метод. Аналіз статистичних даних засвідчив, що посівні площі соняшнику в Україні у 2022–2023 роках коливалися в межах 5,2–4,9 млн га, що становить приблизно 27,5% від загальної площі вирощування сільськогосподарських культур. Таке насичення сівозміни однією культурою, як стверджують окремі автори, значно перевищує науково обґрунтовані нормативи та призводить до втрат урожаю внаслідок поширення хвороб і погіршення якості продукції. За таких умов інтеграція препаратів біологічного походження в технологію вирощування є доцільною, оскільки вона може забезпечити як економічну вигоду, так і покращити фітосанітарний стан агроценозів. Згідно з результатами аналізу, площі, оброблювані препаратами біологічного походження, демонструють стабільну тенденцію до зростання: з 0,15 млн га у 2018 році до 0,26 млн га у 2022 році, з максимумом 0,57 млн га у 2020 році. У роботі наведено класифікацію та конкретні приклади застосування біологічних препаратів у технології вирощування соняшнику. Окрему увагу приділено новій перспективній групі біопрепаратів, основним призначенням яких є забезпечення рослин окремими елементами живлення. Визначено, що дана група є актуальною для подальших досліджень на соняшнику, зважаючи на результати статистичного аналізу застосування мінеральних добрив, а також на необхідність оптимізації їх використання у напрямі зниження екологічного навантаження на агроєкосистеми.

Ключові слова: біологізація, соняшник, біологічні препарати, бактеріальні препарати, добрива, інтегровані технології вирощування.

Solovyov O.V., Sydiakina O.V. Biologization of sunflower cultivation technology: overview of technologies and prospects for their implementation

The article presents the results of analytical research on the current state of biologization of the elements of agricultural crop cultivation technology, particularly sunflower. The information base for conducting scientific research included statistical data from FAOSTAT for the years 2018–2023, as well as data from the State Statistics Service of Ukraine for the corresponding period. To achieve the set goals, methods of comparative analysis, graphic representation, and abstract-logical methods were employed. The analysis of statistical data indicated that sunflower planting areas in Ukraine in 2022–2023 ranged from 5.2 to 4.9 million hectares, which constitutes approximately 27.5% of the total area under agricultural crops. Such saturation of crop rotation with a single crop, as some authors argue, significantly exceeds scientifically justified norms and leads to yield losses due to the spread of diseases and deterioration in product quality. Under these conditions, the integration of biologically-based products into the cultivation technology is advisable, as it can provide both economic benefits and improve the phytosanitary condition of agrocenoses. According to the analysis results, areas treated with biologically-based products

demonstrate a stable growth trend: from 0.15 million hectares in 2018 to 0.26 million hectares in 2022, with a peak of 0.57 million hectares in 2020. The paper provides a classification and specific examples of the application of biological products in sunflower cultivation technology. Special attention is given to a new promising group of biopreparations, whose main purpose is to supply plants with specific nutrients. It has been determined that this group is relevant for further research on sunflowers, considering the results of statistical analysis on the use of mineral fertilizers and the need to optimize their use towards reducing the ecological burden on agroecosystems.

Key words: *biologization, sunflower, biological products, bacterial preparations, fertilizers, integrated cultivation technologies.*

Постановка проблеми. Глобальні зміни в агрономічних практиках, обумовлені зосередженням на сталому розвитку сільського господарства, дедалі частіше передбачають використання препаратів біологічного походження як альтернативи або доповнення до синтетичних (хімічних) пестицидів та добрив. Сфера застосування таких препаратів охоплює захист рослин від шкідливих організмів, зменшення впливу абіотичних стресових факторів, збереження та покращення родючості ґрунтів, а також підвищення загальної продуктивності агроєкосистем.

Використання біологічних препаратів в інтегрованих технологіях вирощування основних сільськогосподарських культур дає змогу знизити пестицидне навантаження на агроєкосистеми та отримувати безпечну продукцію належної якості в умовах зростаючих потреб людства.

Однак різноманіття наявних рішень, переваги та недоліки біологічних препаратів порівняно із синтетичними, поява нових технологій та їхня недостатня апробація на окремих культурах створюють підґрунтя для подальших наукових досліджень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Україна займає провідне місце у світі за показниками виробництва та експорту соняшникової олії. З огляду на це, вирощування соняшнику є важливою складовою загальної прибутковості сільськогосподарських виробників, що, в свою чергу, відкриває можливості для подальшого розвитку та технологічного переоснащення аграрних підприємств [1].

Адаптація сільськогосподарських підприємств до сучасних умов аграрного ринку призвела до зростання залежності виробників від результатів їхньої економічної діяльності, що, в свою чергу, стало причиною звуження спектра культур у сівозміні до найбільш прибуткових [2].

Збереження високої частки соняшнику в структурі посівів та його економічна привабливість зумовлюють підвищену увагу до вдосконалення елементів технології вирощування цієї культури, що створює передумови для пошуку нових підходів і рішень, спрямованих на збереження та підвищення її продуктивності [3].

Одним із таких рішень може стати біологізація окремих елементів технології вирощування соняшнику, що є особливо актуальним з огляду на інтеграційні процеси та гармонізацію законодавства України з європейськими нормами. Це є однією з умов набуття членства в Європейському Союзі [4], яке, зокрема, передбачає скорочення використання синтетичних пестицидів у країнах – членах ЄС на 50% до 2030 року [5].

Постановка завдання. Метою наукового дослідження є узагальнення статистичних даних та огляд літературних джерел з метою проведення аналітичного дослідження щодо динаміки посівних площ, інтенсивності використання пестицидів і добрив, а також аналізу шляхів біологізації елементів технології вирощування соняшнику.

У процесі наукового пошуку для досягнення поставленої мети було використано метод порівняльного аналізу – для зіставлення статистичних даних за окремі роки; графічний метод – для наочного представлення результатів дослідження; а також абстрактно-логічний метод – для формування теоретичних узагальнень і формулювання висновків.

Інформаційною базою дослідження слугували: статистичні дані FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nations); дані Державної служби статистики України за 2018–2023 роки; періодичні та довідкові наукові публікації, а також результати власних розрахунків.

Виклад основного матеріалу дослідження. Виробництво соняшнику є важливою складовою в загальній економічній прибутковості для більшості сільськогосподарських підприємств. За даними FAOSTAT [6], у 2023 р. за показником вартості експорту сільськогосподарської продукції з України, соняшникова олія посіла перше місце (5,0 млрд дол.), випередивши за цим показником зерно кукурудзи (4,96 млрд дол.) та пшениці (2,96 млрд дол.). Варто зауважити, що за показником загального обсягу сільськогосподарської продукції, що була експортована за межі України у 2023 р., перше місце посіла кукурудза з показником 26,36 млн тонн проти 5,74 млн тонн олії соняшнику (рис. 1), що разом із показником вартості експортованої продукції, який ми вказували раніше, дає підстави говорити про переваги в логістиці, які мають соняшник і соняшникова олія порівняно з іншими культурами.

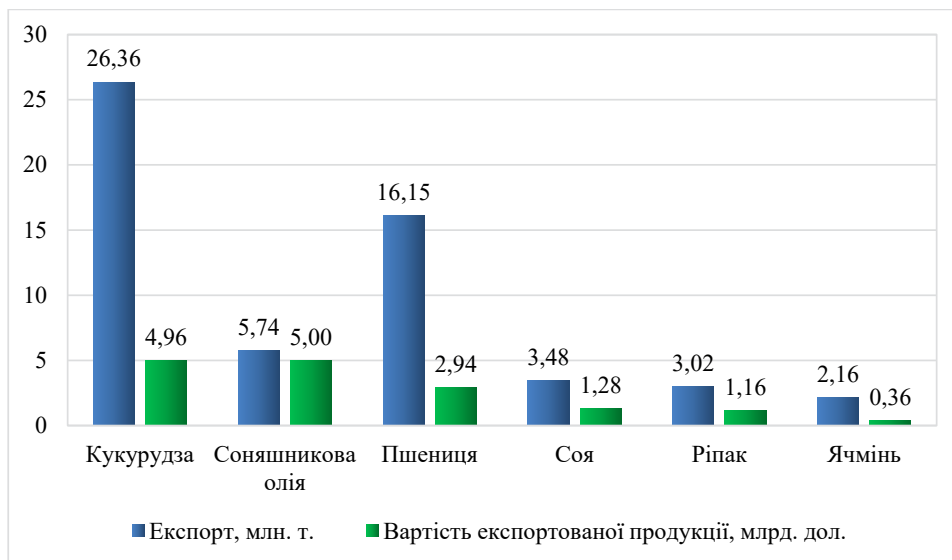


Рис. 1. Обсяг і вартість експорту основної сільськогосподарської продукції з України
Джерело: FAOSTAT, 2023

Згідно з даними Державної служби статистики України [7], соняшник лідував з-поміж усіх сільськогосподарських культур за показником посівних площ – 4947,4 тис. га або 27,59% від загальної їх кількості у 2024 р., незважаючи на певне зниження проти 2023 р. (табл. 1).

Таблиця 1

Динаміка посівних площ по культурах за 1991–2023 рр.

Рік	Площа посівна уточнена сільськогосподарських культур, тис. га				
	культури зернові та зернобобові	бурак цукровий фабричний	соняшник	картопля	культури овочеві
1991	14671	1558	1601	1533	477
1992	13903	1498	1641	1702	500
1993	14305	1530	1637	1552	474
1994	13527	1485	1784	1532	461
1995	14152	1475	2020	1532	507
1996	13248	1359	2107	1547	479
1997	15051	1104	2065	1579	483
1998	13718	1017	2531	1513	461
1999	13154	1022	2889	1552	499
2000	13646	856	2943	1629	541
2001	15586	970	2502	1604	492
2002	15448	897	2834	1590	482
2003	12495	773	4001	1585	483
2004	15434	732	3521	1556	478
2005	15005	652	3743	1514	467
2006	14515	815	3964	1464	471
2007	15115	610	3604	1453	454
2008	15636	380	4306	1413	460
2009	15837	322	4232	1409	453
2010	15090	501	4572	1408	465
2011	15724	532	4739	1439	501
2012	15449	458	5194	1440	498
2013	16 210	280	5051	1388	488
2014	14 801	331	5257	1348	467
2015	14 739	237	5105	1291	446
2016	14 401	292	6073	1312	447
2017	14 624	316	6034	1323	445
2018	14 839	276	6117	1319	439
2019	15 318	222	5928	1309	452
2020	15 392	220	6457	1325	464
2021	15 995	227	6622	1283	460
2022	12 171	184	5293	1208	378
2023	10 985	250	5220	1210	397
2024	11 116	258	4947	1204	401

Джерело: Державна служба статистики України

Надмірне насичення сівозміни та порушення правил періодичності вирощування соняшнику ведуть до низки небезпечних наслідків, зокрема, погіршення фітосанітарного стану агроценозів: збільшення забур'янення, поширення вовчка, зростання інтенсивності ураження шкідниками та хворобами відповідно до збільшення частки культури в сівозміні [8]. Крім того, боротьбу зі шкідливими організмами можуть ускладнити біологічні особливості патогенів, а саме різні вимоги до температурного та режиму вологозабезпечення, від чого буде залежати видовий склад хвороб, а отже, і засоби та методи боротьби з ними [9].

Ступінь впливу частини з вказаних факторів може бути зменшений за допомогою підвищення інтенсифікації як технології вирощування загалом, так і системи захисту зокрема. Проте за період активного росту частки соняшнику в сівозміні ми накопили низку проблем, що не можуть бути вирішені за допомогою конвенційних засобів або їх вирішення шляхом інтенсифікації захисту шаблонними методами може не виправдатися з економічної точки зору.

Отже, впровадження у технологію вирощування соняшнику біологічних препаратів у комплексі з синтетичними є вельми перспективним, зважаючи на активний розвиток та наукові відкриття останніх років у цій сфері [10].

За результатами звіту про світовий ринок сільськогосподарських біопрепаратів [11] очікується, що обсяги продажів біологічних продуктів зростуть з 20,7 млрд дол. у 2024 р. до 41,8 млрд дол. у 2030 р., а середньорічний приріст (CAGR) становитиме 12,4%.

Відповідно до аналізу динаміки площ, на яких застосовувалися пестициди та препарати біологічного походження в Україні протягом 2018–2023 рр. (дані Державної служби статистики України), відмічалось поступове зростання площ, оброблених біологічними препаратами (рис. 2), до 2022 р.

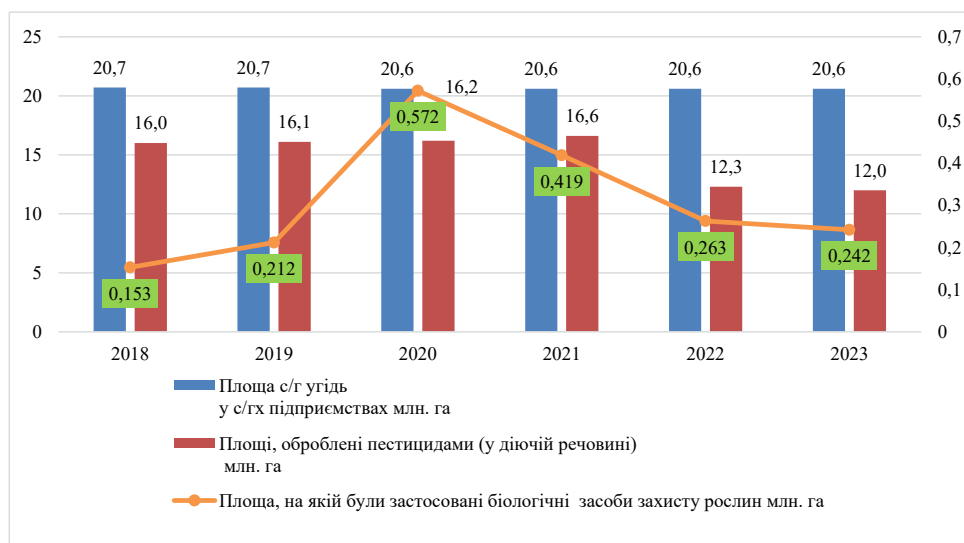


Рис. 2. Динаміка застосування пестицидів та біологічних засобів захисту рослин в Україні протягом 2018–2023 рр., млн га

Джерело: Державна служба статистики України

За даними автора [12], динаміка та структура застосування біологічного методу захисту рослин можуть істотно різнитися залежно від культури. Найчастіше практикується використання біологічних препаратів для контролю популяцій мишоподібних гризунів, підгризаючих і листогризучих совок, стеблового метелика й комплексу шкідників в овочевих і зернових агроценозах і плодovих насадженнях. Зокрема, досить поширеною є практика застосування трихограми як біологічного методу контролю чисельності лускокрилих шкідників.

Прикладами біофунгіцидів є препарати на основі штамів бактерій роду *Bacillus*, видів *amyloliquefaciens*, *subtilis*, *velezensis* та ін., біоінсектицидів – бактеріальні препарати (*Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* та ін.).

Використання біофунгіцидів досягло суттєвого прогресу [13], особливо на культурах, де важливий максимально короткий термін очікування (від обробки до збирання врожаю). Найчастіше це овочеві та плодово-ягідні культури. Застосування біофунгіцидів має високий потенціал і в захисті соняшнику. Наприклад, види *Trichoderma* добре відомі як ефективні антагоністи різноманітних ґрунтових грибкових патогенів. За результатами досліджень [14], ефективність восьми ізолятів *Trichoderma* spp. у захисті проростків соняшнику від *Sclerotinia Sclerotiorum*, що є одним із основних фітопатогенів соняшнику, склала понад 50% та була статистично достовірною.

Аналіз державного реєстру пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні [15] за 2024 р. підтверджує зростаючу кількість препаратів біологічного походження. Найбільшу частку серед препаратів (близько 80%) займає група продуктів, яку можна класифікувати як стимулятори росту біологічного походження (біостимулятори). Проте класифікація препаратів за напрямом дії в розрізі біологічних продуктів є досить ускладненою, оскільки такі препарати переважно комбіновані за складом, а в деяких випадках одна і та ж сама складова таких препаратів може справляти комбіновану дію.

Загалом препарати біологічного походження за способом дії прийнято розділяти на три основні групи: біопестициди (фунгіциди, інсектициди, гербіциди), біостимулятори та біодобрива [16].

Біостимулятори наразі є найчисленнішою групою препаратів та застосовуються для підвищення стійкості рослин до впливу абіотичного стресу завдяки стимулюванню природних захисних механізмів рослин, унаслідок чого зменшуються втрати врожаю і зберігається його якість. Найчастіше біостимулятори поділяють на такі категорії: мікробні інокулянти, гумінові речовини (гумінові та фульвокислоти), білкові гідролізати та інші азотовмісні сполуки (амінокислоти), хітозан та інші біополімери, екстракти рослин і морських водоростей, бактеріальні препарати [17].

Гумінові та фульвокислоти – це природні складові органічної речовини ґрунту, що утворюються в результаті розкладання рослинних, тваринних і мікробних залишків, а також метаболічної активності ґрунтових мікробів, які використовують ці субстрати. Більшість біостимулюючих ефектів гумінових речовин пов'язані з покращенням кореневого живлення через різні механізми.

Суміші амінокислот і пептидів отримують шляхом хімічного та ферментативного гідролізу білків з побічних продуктів агропромислового виробництва як із рослинних джерел (пожнивні рештки), так і з відходів тваринного походження (наприклад колаген, епітеліальні тканини) [18].

У кожному конкретному випадку було доведено, що ці сполуки можуть впливати на перебіг різних фізіологічних процесів у рослині [19]. Прямий вплив на

рослини включає модуляцію поглинання та засвоєння азоту шляхом регуляції ферментів, що беруть участь у цьому процесі. Повідомляється і про хелатуючий ефект деяких амінокислот (наприклад проліну), які можуть захищати рослини від важких металів, а також сприяти засвоєнню мікроелементів. Антиоксидантна активність забезпечується шляхом поглинання вільних радикалів деякими азотистими сполуками, у тому числі гліцин-бетаїном і проліном, що сприяє пом'якшенню фізіологічного стресу.

Екстракти морських водоростей (*Ascophyllum nodosum*) є джерелом полісахаридів, полінасичених жирних кислот, ферментів та пептидів [20]. Використання екстрактів морських водоростей під час вегетації може стимулювати ріст, а також допомагати рослинам легше переносити періоди з дефіцитом вологи, засолення ґрунту. При цьому препарати на основі *Ascophyllum nodosum* (як найбільш вивчені) можуть значно відрізнятися за складом, біоактивністю та, відповідно, ефективністю залежно від методу екстракції, що використовувався в ході їх виготовлення.

Хітозани – природні компоненти грибів, нематод, комах і ракоподібних. Вони регулюють захисні механізми рослин, пов'язані з біосинтезом фітоалексинів, активними формами кисню та білками, що беруть участь у патогенезі, покращуючи стійкість рослин до біотичних та абіотичних стресів [21].

Мікоризні гриби є гетерогенною групою таксонів, які вступають у симбіоз з понад 90% усіх видів рослин. Зацікавленість у цій групі препаратів зростає через загальновизнані переваги симбіозу для підвищення ефективності живлення (як макроелементів, особливо фосфору, так і мікроелементів), водного балансу, захисту рослин від біотичних та абіотичних стресів [22].

Бактерії можуть взаємодіяти з рослинами різними способами [23], наприклад, колонізувати ризосферу та ризоплан і мати симбіотичні зв'язки, беручи участь у процесі фіксації атмосферного азоту, й опосередковано також можуть мати стимулюючу дію. Цей напрям лише починає розвиватися і в майбутньому може мати неабиякі перспективи, оскільки витрати на використання мінеральних добрив є однією з важливих складових у загальній технології вирощування сільськогосподарських культур.

Так, результати аналізу динаміки застосування азотних добрив (дані Державної служби статистики України) за 2018–2023 рр. засвідчують тенденцію інтенсифікації їх використання до 2022 р. включно (табл. 2), після чого відбувся спад, що пов'язано з проблемами логістики та зростанням вартості самих добрив як наслідок початку повномасштабного вторгнення. Варто відзначити, що соняшник за обсягами використання азотних добрив по роках стабільно посідав третє місце після кукурудзи та пшениці озимої.

Отже, вивчення та підтвердження ефективності описаних вище бактеріальних препаратів дають змогу стверджувати, що конвенційна система удобрення азотом, у тому числі соняшнику, може бути доповнена препаратами біологічного походження, здатними фіксувати азот з атмосфери та надавати його рослині в доступній формі. Прикладами можуть бути препарати на основі азотфіксуючих бактерій роду *Methylobacterium* та *Azotobacter*.

Використання препаратів біологічного походження, здатних забезпечити частину потреб рослини в елементах живлення (азоту), несе подвійну користь, оскільки їх застосування, по-перше, може бути більш економічно вигідним, а по-друге, дасть змогу значно скоротити викиди парникових газів, що утворюються в процесі виробництва азотних добрив (рис. 3), та заощадити енергоносії (природний газ).

Таблиця 2

**Унесення мінеральних азотних добрив під урожай
сільськогосподарських культур, тис. т**

Показники	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Під урожай звітного року	1107,3	1215,0	1716,1	1769,9	1214,4	993,6
Культури сільськогосподарські	1106,0	1213,4	1713,0	1767,6	1211,9	991,8
Пшениця	402,2	437,6	551,5	591,7	364,9	257,2
Кукурудза на зерно	290,2	323,5	470,7	492,6	326,2	299,7
Решта зернових і зернобобових культур	87,4	94,0	135,5	144,6	71,1	45,9
Соя	30,7	27,7	43,6	41,0	45,6	39,1
Ріпак і кольза	101,6	127,6	149,7	130,8	145,7	136,3
Соняшник	140,3	157,4	294,5	303,8	216,0	168,5
Буряк цукровий	28,6	20,2	32,3	32,4	24,0	23,1
Решта технічних культур	2,3	1,9	2,4	2,2	1,4	4,4
Коренеплоди та бульбоплоди, овочі та баштанні продовольчі	4,3	4,9	7,4	7,4	3,5	4,2

Джерело: Державна служба статистики України

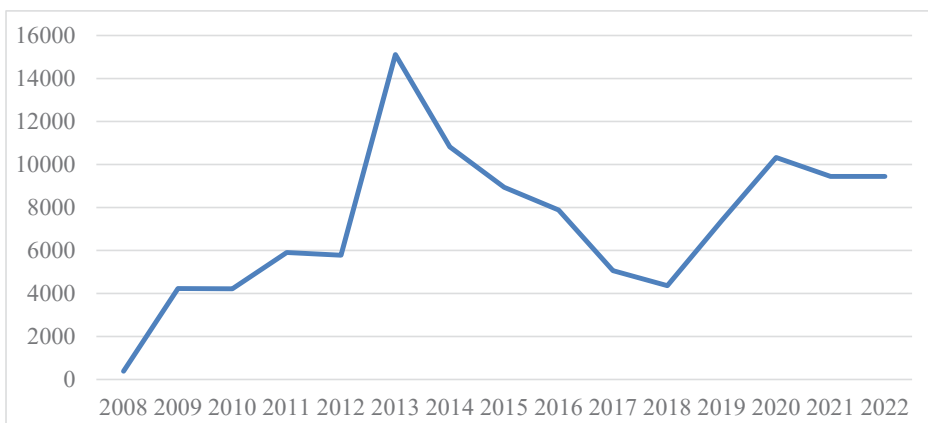


Рис. 3. Динаміка викидів парникових газів під час виробництва мінеральних добрив в Україні, тис. т.

Джерело: FAOSTAT, 2023 р.

Висновки і пропозиції. Площі соняшнику та інших культур, що обробляються препаратами біологічного походження в Україні та світі, демонструють стійку тенденцію до зростання. За останні роки не лише значно збільшився асортимент найменувань препаратів в існуючих сегментах (біопестициди та біостимулятори), а й з'явилися нові технології, що потребують подальшого дослідження. У разі підтвердження їх ефективності, комплексного вивчення та розробки механізмів впровадження в інтегровані технології вирощування, зокрема такої стратегічно важливої культури, як соняшник, ці препарати можуть істотно підвищити біоенергетичну та економічну ефективність виробництва, що, в свою чергу, сприятиме розвитку сталого землеробства в Україні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Економічне значення соняшнику для України. URL: <https://nakupilo.ua/promo/ekonomichne-znachennya-sonyashniku-dlya-ukrayini/>
2. Ткачук О. П., Бондарук Н. В. Фактори інтенсифікації та екологізації вирощування соняшнику. *Аграрні інновації*. 2023. № 18. С. 120–127. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.18.17>
3. Сидякіна О. В., Гамаюнова В. В. Сучасний стан та перспективи виробництва насіння соняшнику. *Таврійський науковий вісник*. 2023. Вип. 131. С. 196–204. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.131.25>
4. Гармонізація законодавства України як умова членства в ЄС: прогрес і перспективи. <https://yur-gazeta.com/publications/practice/inshe/garmonizaciya-zakonodavstva-ukrayini-yak-umova-chlenstva-v-es-progres-i-perspektivi.html>
5. У Єврокомісії ініціюють скорочення використання пестицидів удвічі до 2030 року. <https://superagronom.com/news/15808-u-yevrokomisiyi-initsiyuyut-skorochennya-vikoristannya-pestitsidiv-udvichi-do-2030-roku>
6. Official site of Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2023. URL: https://www.fao.org/faostat/ru/#rankings/commodities_by_country_exports
7. Державна служба статистики України. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/>
8. Кохан А. В., Лень О. І., Цилюрик О. І. Наслідки насичення сівозмін соняшником. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2016. № 23. С. 131–136.
9. На що хворів соняшник минулого сезону та які хвороби будуть актуальними в цьому році. URL: <https://www.syngenta.ua/news/sonyashnik/na-shcho-hvoriv-sonyashnik-minulogo-sezonu-ta-yaki-hvorobi-budut-aktualnimi-v-comu>
10. Жуйков О. Г., Бурдюг О. О. Елементи біологізації технології вирощування соняшнику в контексті їх впливу на кількісно-якісні показники врожаю в умовах Південного Степу. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 104. С. 52–59.
11. Agricultural Biologicals – Global Strategic Business Report. URL: <https://www.researchandmarkets.com/reports/5301731/agricultural-biologicals-global-strategic>
12. Біологічний метод захисту рослин в Україні: реалії і перспективи. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/25041-biolohichniy-metod-zakhystu-roslyn-v-ukraini-realii-i-perspektyvy.html>
13. Використання біологічних препаратів зростає, тому що це ефективно і вигідно для аграрія. URL: <https://latifundist.com/spetsproekt/866-vikoristannya-biologichnih-preparatv-zrosta-tomu-shcho-tse-efektivno--vigdno-dlya-agrarya--tetyana-homenko>
14. Zivanov S. T., Jovic S., Miklic V. Efficacy of *Trichoderma* spp. isolates against *Sclerotinia sclerotiorum* on sunflower seedlings. *19th International Sunflower Conference. Edirne, Turkey*. 2016.
15. Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. URL: https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2025/03/pesticides_28.03.2025.xlsx
16. Докладніше про біопрепарати. URL: <https://ifarming.ua/itehnologii/biofarming/dokladnishe-pro-biopreparaty>
17. Shahrajabian M. H., Chaski C., Polyzos N., Petropoulos S. A. Biostimulants Application: A Low Input Cropping Management Tool for Sustainable Farming of Vegetables. *Biomolecules*. 2021. 11(5). 698. DOI: <https://doi.org/10.3390/biom11050698>
18. Calvo P., Nelson L., Kloepper J. W. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil*. 2014. Vol. 383. P. 3–41. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8>
19. Halpern M., Bar-Tal A., Ofek M., Minz D., Muller T., Yermiyahu U. The use of biostimulants for enhancing nutrient uptake. *Advances in Agronomy*. 2015. Vol. 130. P. 141–174. DOI: <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2014.10.001>
20. Craigie J. S. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *J Appl Phycol*. 2011. Vol. 23. P. 371–393. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-010-9560-4>

21. Pichyangkura R., Chadchawan S. Biostimulant activity of chitosan in horticulture. *Scientia Horticulturae*. 2015. Vol. 196. P. 49–65. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.031>
 22. Augé R. M. Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Mycorrhiza*. 2001. Vol. 11. P. 3–42. DOI: <https://doi.org/10.1007/s005720100097>
 23. Ahmad I., Pichtel J., Hayat S. Plant-Bacteria Interactions. Strategies and Techniques to Promote Plant Growth. *Biotechnology journal*. 2009. Vol. 4(1). P. 137. DOI: <https://doi.org/10.1002/biot.200800349>
-

УДК 632.7:591.3](091)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.11>

ХРОНІКА МАСОВИХ РОЗМНОЖЕНЬ ГОЛОВНИХ ШКІДНИКІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР І ЛІСОВИХ НАСАДЖЕНЬ

Станкевич С.В. – к.с.-г.н.,

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

Державний біотехнологічний університет

orcid.org/0000-0002-8300-2591

Забродіна І.В. – к.с.-г.н.,

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

Державний біотехнологічний університет

orcid.org/0000-0001-8122-9250

Меленті В.О. – PhD,

старший викладач кафедри зоології, ентомології, фітопатології,

інтегрованого захисту і карантину рослин імені Б.М. Литвинова,

Державний біотехнологічний університет

orcid.org/0000-0003-4196-5274

Одна з центральних проблем екології, яка виникла з появою людства та його господарської діяльності – проблема динаміки популяцій. Вона визначається часовими вимірами: минуле, сьогодні, майбутнє. Тому прогнозування – це історія, орієнтована з минулого у майбутнє. Таке порівняння має певний зміст, оскільки між прогнозуванням і минулим має місце деяка симетрія, віссю якої є справжнє, а прогнозування масових розмножень комах – це відображення історії чи хронологічної послідовності динаміки їхніх популяцій у часі. Більше того, хроніка масових розмножень комах уже містить у собі інформацію про результати взаємодії популяцій з усіма чинниками навколишнього середовища. Проблема катастрофічних подій або так званих в синергетиці режимів, що виникають, з загостренням в нелінійних системах, коли одна або кілька величин, що характеризують систему, за кінцевий час виростають до нескінченності стоїть як ніколи гостро. Яскравим прикладом чого є «непередбачувані» масові розмноження комах. Авторами статті було проаналізовано джерела наукової літератури щодо масових розмножень найголовніших шкідників сільськогосподарських культур та лісових насаджень з метою вдосконалення прогнозування початку чергових масових розмножень та регіонів у яких можливе їх виникнення. Стаття є одним із кроків до створення теорії, що пояснює повторюваність та циклічність масового розмноження комах. Для цього необхідний синергетичний синтез з урахуванням системних закономірностей їхнього розвитку та взаємодії із системами вищого рівня організації, нелінійності популяційної динаміки та хаосу, режимів із загостренням та обмеженості прогнозів.

Ключові слова: комах, шкідники, динаміка популяцій, масові розмноження, хроніка, циклічність, прогноз, біфуркації, синергетика.

Stankevych S.V., Zabrodina I.V., Melenti V.O. Chronicle of mass propagations of major pests of agricultural crops and forest plantings

One of the central problems of ecology, which arose with the advent of mankind and its economic activity, is the problem of population dynamics. It is determined by time dimensions: past, present, future. Therefore, forecasting is a history oriented from the past to the future. Such a

comparison has a certain meaning, since there is a certain symmetry between forecasting and the past, the axis of which is the present, and forecasting mass reproduction of insects is a reflection of the history or chronological sequence of the dynamics of their populations in time. Moreover, the chronicle of mass reproduction of insects already contains information about the results of the interaction of populations with all environmental factors. The problem of catastrophic events or the so-called emerging regimes in synergetic terms, with an aggravation in nonlinear systems, when one or more quantities characterizing the system grow to infinity in a finite time, is more acute than ever. A vivid example of this is the «unpredictable» mass reproduction of insects. The authors of the article analyzed the sources of scientific literature on mass reproduction of the most important pests of agricultural crops and forest plantations in order to identify the primary foci of mass reproduction. Based on the data obtained, chronicles of mass reproduction were compiled, analyzing which, it is possible to identify certain patterns in the cyclicity and synchronicity of mass reproduction of the most important pests of agricultural crops and forest plantations in order to improve the prediction of the beginning of the next mass reproductions and the regions in which they may occur. The article is one of the steps towards creating a theory that explains the repeatability and cyclicity of mass reproduction of insects. This requires a synergistic synthesis taking into account the systemic patterns of their development and interaction with higher-level systems of organization, the nonlinearity of population dynamics and chaos, regimes with exacerbation and the limitations of forecasts.

Key words: insects, pests, population dynamics, mass reproduction, chronicle, cyclicity, forecast, bifurcations, synergism.

Відповідно синергетиці, популяції комах є складними відкритими біологічними системами з хаотичною нелінійною динамікою у просторі та часі. У зв'язку з цим прогнозування їхнього розвитку в майбутньому є дуже непростим завданням. Досить згадати так звані «несподівані», «раптові», «непередбачені» масові розмноження саранових, совки озимої, метелика лучного, жужेलиці хлібної, клопа черепашки шкідливої, довгоносиків бурякових та цілого ряду комах, які є шкідниками шкідників лісових і плодово-ягідних насаджень.

Щодо проблеми динаміки популяцій комах нині опубліковано величезну кількість робіт і, разом із тим, понині немає відповідей на найбільш актуальні питання: які механізми популяційної динаміки, чи можливо прогнозувати в майбутньому масові розмноження комах та які межі передбачуваності?

В останні 20–30 років опубліковано фундаментальні роботи з проблеми хаосу та передбачуваності поведінки складних систем у майбутньому. При цьому доведено неможливість довгострокового прогнозування навіть порівняно «простих» механічних систем, не кажучи вже про складні біологічні, екологічні, економічні, соціальні, кліматичні, метеорологічні та інші природні системи [1–40].

Проблема динаміки популяцій – одна з центральних проблем екології, яка виникла з появою людства та його господарської діяльності. Вона визначається часовими вимірами: минуле, сьогодення, майбутнє. Тому прогнозування – це історія, орієнтована з минулого у майбутнє. Таке порівняння має певний зміст, оскільки між прогнозуванням і минулим має місце деяка симетрія, вісню якої є справжнє, а прогнозування масових розмножень комах – це відображення історії чи хронологічної послідовності динаміки їхніх популяцій у часі. Більше того, хроніка масових розмножень комах уже містить у собі інформацію про результати взаємодії популяцій з усіма чинниками навколишнього середовища [35].

Комахи, як одна з найбільш давніх і найбільш численних груп тварин, які з'явилися на Землі понад 400 млн років тому, мають так звану «генетичну пам'ять» і, згідно з еволюційною тріадою (спадковість, мінливість, природний відбір), за допомогою генетичного коду передають генетичну інформацію від покоління до покоління [35, 40]. Природний відбір особливо посилюється під час масових

розмножень, що повторюються циклічно, тобто через різні часові проміжки між початками чергових, так званих, популяційних циклів. Однак, як нині відомо, популяційні цикли не є точними повтореннями минулого у майбутньому. Вони містять у собі інформацію минулого, та заодно вже закономірно змінюються генетична і екологічна структура (організація) популяцій [35, 36, 37].

Згідно з сучасними науковими космологічними теоріями, можливість виникнення нової інформації в будь-якому еволюційному процесі пов'язана з дією космічного принципу гіпотези висунутої гарвардським ученим Девідом Лейзером про Всесвіт термодинамічної рівноваги при нульовій температурі. Цікавим наслідком цієї гіпотези є твердження про те, що Всесвіт ніколи не може містити достатньої кількості інформації про майбутній розвиток, будь-якої миті може виникнути щось нове, а система може перейти на новий рівень розвитку, названий у нерівноважній та нелінійній динаміці (синергетиці) біфуркацією. Тому ...«ми ніколи не знаємо заздалегідь, коли відбудеться наступна біфуркація. Випадковість виникає знову і знову, як фенікс із попелу ... » [35].

Мета роботи полягає у спробі виявити закономірності масових розмножень комах шляхом аналізу історичних даних про них, так як в останні роки дуже актуально постала проблема катастрофічних подій або так званих у синергетиці режимів із загостренням, які виникають у нелінійних системах, коли одна або кілька величин, котрі характеризують систему, за кінцевий час виростають до нескінченності. У екології популяцій це «несподівані» катастрофічні масові розмноження комах.

Матеріали та методика. Під час проведення цього дослідження було проаналізовано різноманітні джерела наукової літератури щодо масових розмножень найголовніших шкідників сільськогосподарських культур та лісових насаджень з метою виявлення первинних осередків масових розмножень. Виходячи з отриманих даних були складені хроніки масових розмножень, аналізуючи які, можна виділити певні закономірності у циклічності та синхронності масових розмножень найголовніших шкідників сільськогосподарських культур та лісових насаджень з метою вдосконалення прогнозування початку чергових масових розмножень та регіонів у яких можливе їх виникнення.

Результати досліджень. Сарана пустельна, або шистоцерка (*Schistocerca gregaria* Forskal, 1775). Поширена у тропічних та субтропічних регіонах Африки та Південно-Західної Азії. Нами узагальнено та доповнено історичні відомості про масові розмноження шистоцерки в ареалі, який умовно поділено на чотири регіони: східний, західний, центральний і південний. До східного регіону входять Афганістан, Ірак, Іран, Пакистан, Індія, Саудівська Аравія, Ємен, Оман, Еритрея, Ефіопія, Сомалі та Єгипет; до західного: Мавританія, Сенегал, Малі, Нігер, Гвінея, Гвінея-Бісау, Буркіна-Фасо та Західна Сахара; до центрального: Ангола, Замбія, Заїр, Судан та Чад; до південного: Ботсвана, Намібія та Південна Африка.

У східному регіоні масові розмноження сарани пустельної були у 1843–1845, 1862–1873, 1875–1881, 1889–1908, 1912–1919, 1926–1936, 1939–1946, 1950–1954, 1966–1968, 1972–1975, 1981–1983, 1986–1990, 1992–1995, 2003–2004 рр.

У західному регіоні – 1863–1867, 1890–1894, 1900–1903, 1905–1911, 1913–1919, 1926–1936, 1940–1947, 1950–1952, 1966–1968, 1972–1975, 1979–1983, 1986–1989, 1992–1995, 2003–2004 рр.

У центральному регіоні – 1863–1866, 1869–1870, 1877–1880, 1889–1896, 1903–1909, 1913–1917, 1926–1932, 1936–1939, 1940–1952, 1965–1970, 1973–1980, 1986–1990, 1992–1995, 2003–2004 рр.

У південному регіоні – 1900–1909, 1912–1917, 1926–1932, 1940–1947, 1959–1962, 1968–1970, 1978–1981, 1986–1990, 1992–1995, 2003–2004 рр.

В ареалі масові розмноження сарани пустельної задокументовані в 1800–1803, 1810–1813, 1821–1826, 1833–1834, 1843–1845, 1860–1866, 1878–1881, 1890–1896, 1900–1909, 1913–1917, 1926–1932, 1939–1946, 1950–1960, 1965–1970, 1973–1980, 1986–1990, 1992–1995, 2003–2004 рр.

Сарана африканська мігруюча – *Locusta migratoria migratorioides* (Fairmaire & LJ Reiche, 1849). Поширена у всіх державах Африки, а за період 1889–2003 рр. її масові розмноження були в 1889–1892, 1903–1907, 1913–1914, 1927–1929, 1936–1938, 1946–1951, 1953–1956, 1961–1969, 1992–1994, 2003–2004 рр. У 1889 р. Д. Карутерс спостерігав переліт цієї сарани через Червоне море. За його розрахунками зграя включала близько 40 млрд особин, а їхня маса перевищувала масу міді, свинцю та цинку, здобутих за все XIX ст. У 1954 р. 10 млрд особин цього виду шкідника перетворили на неживу пустелю близько 500 км² квітучого краю в Кенії. У 1998 р. зграї сарани перелітної *Locusta migratoria capito* (Saussure, 1884) опустилися на острів Мадагаскар і знищили 2 млн га рису. А вже у 2004 р. зграя цього виду сарани завдовжки 10 км з Єгипту налетіла на Ізраїль.

Сарана африканська червона – *Nomadacris septemfasciata* (Audinet-Serville, 1838). З 1847 по 2004 р. у Намібії, Ботсвані та Замбії зафіксовано 13 масових розмножень цього виду у 1847–1857, 1891–1892, 1906–1907, 1913–1920, 1927–1930, 1935–1938, 1940–1944, 1956–1958, 1961–1968, 1977–1978, 1986–1989, 1993–1994, 2004–2005 рр.

Сарана перелітна австралійська – *Chortoicetes terminifera* (Walker, 1870). У східних і північно-західних регіонах Австралії масові розмноження цього виду задокументовані 11 разів у 1934, 1937–1939, 1946–1947, 1950–1951, 1953–1955, 1973–1974, 1977–1979, 1984–1987, 1990, 1999–2001, 2006 рр.

Прус, або сарана італійська – *Calliptamus italicus* (Linnaeus, 1758). За даними літописів масові розмноження цього шкідника фіксувалися ще з часів Київській Русі в 1008, 1024, 1083–1086, 1092, 1094–1095, 1103, 1195–1196, 1408, 1501, 1534, 1536, 1541–1542, 1579, 1583, 1601–1603, 1615, 1646–1648, 1652, 1685; в Україні у 1688–1690, 1710–1713, 1719–1720, 1743–1744, 1748–1749, 1756–1757, 1780–1783, 1793–1794, 1796–1799, 1803–1810, 1820–1823, 1825–1829, 1834–1839, 1841–1843, 1850–1852, 1859–1860, 1862–1864, 1866–1869, 1884–1888, 1890–1893, 1901–1903, 1910–1913, 1923–1925, 1930–1932, 1937–1939, 1945–1947, 1951–1953, 1995–1997, 2003 рр.

Сарана мароккська – *Dociostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815). Ареал мароккської сарани – степи південного заходу України, Південного Криму, передгір'я Передкавказзя, Закавказзя, Середньої Азії та Казахстану. Як шкідник цукрових буряків мароккська сарана була відзначена в Угорщині, Болгарії, Греції, країнах колишньої Югославії. Масові розмноження цього шкідника у Болгарії були в 1901–1902, 1905, 1909, 1929–1932, 1939; в Угорщині – у 1919–1925, 1937–1940, 1948–1949; в країнах Югославії – у 1930–1933, 1946–1948; у Сирії – в 1949, 1974; у Сомалі – в 1953; у Марокко – в 1955; в Іраку – в 1960; у Казахстані – в 1993, 2000, 2006–2008; в Афганістані – у 2002; у Чечні – в 2000–2001 рр.

Сарана перелітна, або азіатська – *Locusta migratoria* (Linnaeus, 1758) в Україні *L. migratoria rossica* (Uvarov et Zolotarevsky, 1929). Масові розмноження цього шкідника бузи зафіксовані в такі роки: 1708–1712, 1719–1720, 1726–1732, 1745–1748, 1756–1757, 1780–1785, 1793–1794, 1797–1799, 1804–1806, 1822–1825,

1834–1836, 1844–1848, 1850–1858, 1853, 1855–1860, 1862–1864, 1866–1868, 1875–1876, 1880–1882, 1890–1894, 1896–1897, 1899, 1912, 1920–1923, 1933, 1938, 1946, 1995–1996 pp.

Нестадні види саранових – кобилка безкрила (*Podisma pedestris* (Linnaeus, 1758)), кобилка сибірська (*Gomphocerus sibiricus* (Linnaeus, 1767)), кобилка хрестова (*Arcyptera microptera* (Fischer von Waldheim, 1833)) і кобилка темнокрила (*Stauroderus scalaris* (Fischer von Waldheim, 1846)). Їхні масові розмноження фіксувалися у Красноярському краї у 1726, 1755–1756, 1840, 1902–1903, 1911–1913, 1942–1943, 1946–1948, 1951–1955, 1962–1967, 1986–1988, 1999–2002 pp.

Хрущі травневі – *Melolontha sp.* (Fabricius, 1775) мали спалахи масових розмножень у 1856–1861, 1863–1864, 1867–1868, 1879–1880, 1892–1893, 1895–1896, 1899–1900, 1905–1906, 1929–1932, 1936–1938, 1946–1947, 1949–1952, 1957–1958, 1962–1963, 1965–1966, 1985–1986, 2009–2010 pp.

Кравчик-головач – *Letrus apterus* (Laxmann, 1770) масово розмножувався у 1846–1847, 1852, 1867, 1873, 1879–1880, 1898–1902, 1933–1935, 1972, 1975, 2000–2001 pp.

Ковалики – Elateridae (Leach, 1815) та мідляки – Tenebrionidae (Latreille, 1802) давали спалахи масового розмноження у 1873, 1879, 1881, 1885–1890, 1900, 1916–1920, 1931–1940, 1972–1975, 1989–1990 pp.

Мідляк піщаний – *Opatrum sabulosum* (Linnaeus, 1761) і мідляк кукурудзяний – *Pedinus femoralis* (Linnaeus, 1767) масово розмножувався у 1879–1881, 1925–1926, 1930, 1936, 1938, 1945–1948, 1953–1954, 1983–1985 pp.

Совка озима – *Scotia (Agrotis) segetum* (Denis & Schiffermüller, 1775). Перше масове розмноження цього шкідника в Європі документально зафіксовано в 1572 р., в Україні – у 1638 р., у Поволжі – в 1764 р. У 1790 р. гусениці цього шкідника знищили зернові колосові культури в Латвії, у 1795 р. – у Санкт-Петербурзькій губернії. На початку XIX ст. совка озима сильно шкодила в Нечорноземній смузі та країнах Балтії. За період з 1813 по 2008 pp. в Україні було зареєстровано 21 масове розмноження совки озимої: 1813–1819, 1823–1825, 1836–1842, 1846–1850, 1855–1856, 1867–1868, 1880–1881, 1892–1896, 1899–1900, 1907–1909, 1915–1919, 1923–1925, 1934–1941, 1946–1950, 1955–1957, 1964–1968, 1971–1973, 1981–1984, 1997–1998 і 2007–2008, 2016–2018 pp.

Совка оклична – *Scotia (Agrotis) exclamationis* (Linnaeus, 1758) мала масові розмноження в Україні 17 разів у 1836–1840, 1843–1844, 1850–1852, 1855–1856, 1860, 1869–1870, 1879–1880, 1893–1895, 1907–1909, 1923–1924, 1936–1940, 1967–1968, 1972–1973, 1976, 1982–1984, 1987, 1999–2003 pp.

Совка-гама – *Autographa gamma* (Linnaeus, 1758). Масові розмноження цього виду в Україні фіксувалися 19 разів у 1829, 1833, 1839–1840, 1854, 1859–1860, 1864–1865, 1870–1871, 1879–1880, 1888–1889, 1899–1900, 1910, 1912–1913, 1922, 1928–1930, 1946, 1953, 1960–1961, 1988, 1995–1996 pp.

Совка люцернова, або ляна – *Heliotis virescens* (Hufnagel, 1766). За столітній період з 1875–1976 pp. в Україні масові розмноження цього виду були зафіксовані 13 разів у 1875, 1879, 1881–1882, 1886–1888, 1892–1894, 1897–1898, 1904–1905, 1928, 1934, 1945, 1948–1949, 1953, 1976–1977 pp.

Совка капустяна – *Mamestra brassicae* (Linnaeus, 1758) в Україні мала спалахи масового розмноження 19 разів у 1871, 1878–1879, 1896, 1904–1905, 1908–1909, 1912–1914, 1922–1923, 1927–1928, 1932–1933, 1937–1938, 1956–1957, 1964–1965, 1969–1970, 1973–1975, 1985–1986, 1990–1991, 1994, 1997–1998, 2000–2002 pp.

Совка лучна східна – *Mythimna unipuncta* (Haworth, 1809) мала масові розмноження на Далекому Сході 13 разів у 1926, 1939, 1943, 1950, 1953, 1955, 1966–1967, 1969–1970, 1972–1973, 1975, 1978, 1983, 1985 pp.

Метелик стебловий, або кукурудзяний – *Ostrinia nubilalis* (Hubner, 1796) за 150-річний період з 1852 по 2006 р. в Україні мав 11 спалахів масового розмноження у 1852, 1869–1870, 1879–1880, 1886–1887, 1892–1901, 1911–1918, 1929–1934, 1961–1962, 1977–1978, 1986–1996, 2006–2008 pp.

Метелик лучний – *Margaritia sticticalis* (Linnaeus, 1761). Перше, відоме ще з літописів, масове розмноження цього шкідника в Україні датовано 1686 р., а друге у 1769 р. Згідно з уточненими даними, його масові розмноження в Україні були ще 12 разів у 1855, 1869, 1880, 1901, 1912–1913, 1920–1921, 1929–1932, 1935–1936, 1956, 1975, 1986–1988 и 2011–2013 pp.

Клоп-черепашка шкідлива – *Eurygaster integriceps* (Puton, 1881). У Європі масові розмноження цього шкідника відомі з XIX ст., в Азії – з кінця I ст. н. е. В Іраку під час правління Гарун-ар-Рашида (763–809) – п'ятого халіфа Аббасидського халіфату, знаменитого завдяки згадкам у «Казках тисячі й однієї ночі», араби кілька років голодували через загибель посівів пшениці та ячменю від їхнього пошкодження клопами. В Ірані Надір-шах Афшар (1698–1747) у 1736 р. під час масового розмноження черепашки шкідливої, наказав своїм воїнам випалити всі дикорослі злаки в гірських осередках зимівлі хлібних клопів і тим самим звільнив Іран від навали цього шкідника. Через 200 років, у 1936–1937 pp., масове розмноження черепашки шкідливої знову повторилося у країнах Близького та Середнього Сходу, Казахстані, республіках Середньої Азії, на Кавказі, у Поволжі та в Україні.

Становлення клопа-черепашки шкідливої як небезпечного шкідника пшениці та ячменю відбувалося протягом кількох послідовних історичних етапів.

I етап – формування центрів первинної шкідливості клопів і, передумови для осередкового збільшення їхньої чисельності.

II етап – розселення клопів та відокремлення їхніх географічних популяцій у результаті розвитку землеробства в Передній і Середній Азії та Закавказзі, з подальшим розселенням їх у Південно-Східну Європу, степові та лісостепові райони Азії та Європи.

У Ставропольському краї, згідно з уточненими даними, масові розмноження черепашки шкідливої були 16 разів у 1854–1856, 1865–1867, 1880–1884, 1892–1896, 1901–1905, 1909–1912, 1926, 1937–1941, 1950–1952, 1967–1968, 1984–1986, 1992–1994, 1997, 2003, 2007, 2009–2011 pp.

У Краснодарському краї – 13 разів – у 1854–1856, 1865–1867, 1880–1884, 1892–1896, 1901–1905, 1909–1912, 1925–1926, 1937–1941, 1950–1956, 1967–1968, 1984–1986, 1996–2000, 2009–2011 pp.

У Ростовській області – 13 разів – у 1892–1893, 1901–1905, 1909–1912, 1916, 1923–1924, 1937–1941, 1948–1949, 1955–1958, 1967–1968, 1984–1986, 1992–1994, 1996–2000, 2009–2011 pp.

У Адигеї, Дагестані, Інгушетії, Кабардино-Балкарії, Карачаєво-Черкесії, Північній Осетії, Калмикії, Волгоградській області чергове масове розмноження клопа-черепашки шкідливої почалося з 2008 р., а у Чечні – з 2007 р.

У степовій зоні Поволжя масові розмноження мали місце 11 разів: у 1890–1892, 1900–1905, 1909–1912, 1931, 1937–1941, 1952–1956, 1967–1968, 1972–1973, 1986–1988, 1996–2000, 2008–2010 pp.

У Центральній чорноземній смузі клоп-черепашка шкідлива спостерігалась у масі 9 разів: у 1890–1894, 1901–1904, 1909–1912, 1937–1941, 1954–1956, 1967–1968, 1984–1986, 1996–2000, 2009–2011 рр.

В Україні 11 разів фіксувалися масові розмноження 9 локальних популяцій клопа-черепашки шкідливої (дніпропетровської, донецької, запорізької, кіровоградської, луганської, миколаївської, одеської, харківської та херсонської) фіксувались у 1890–1896, 1901–1902, 1909–1912, 1925–1926, для луганської, одеської та харківської популяцій – у 1937–1941, 1950–1956, 1967–1968, 1972–1973, для харківської та херсонської популяцій – у 1980–1984, 1992–1995, 2008–2009 рр.

Масові розмноження кримської популяції клопа-черепашки шкідливої були в 1870–1871, 1880–1881, 1890–1892, 1916, 1931, 1938–1941, 1955–1958, 1997–1998, 2010–2012 рр.

У країнах Близького і Середнього Сходу масові розмноження хлібних клопів, згідно уточнених даних, були: в Іраку 9 разів – у 1909–1912, 1920–1921, 1924–1928, 1937–1938, 1943–1949, 1953–1958, 1978–1981, 1986–1991, 1997–1998 р.; в Ірані – 10 разів – у 1735–1736, 1909–1911, 1920–1921, 1924–1932, 1937–1938, 1943–1949, 1953–1958, 1978–1981, 1986–1991, 1997–1998 рр.; в Іорданії – 6 разів – у 1924–1928, 1935–1938, 1943–1949, 1953–1958, 1989–1992, 1997–1998 рр.; у Лівані – 6 разів – у 1924–1928, 1935–1938, 1956–1958, 1961–1966, 1989–1992, 1997–1998 рр.; у Палестині – 6 разів – у 1920–1921, 1924–1928, 1937–1938, 1953–1958, 1989–1992, 1997–1998 рр.; у Сирії – 7 разів – у 1909–1914, 1924–1928, 1937–1938, 1953–1958, 1961–1966, 1989–1992, 1997–1998 рр.; в Єгипті – 7 разів – у 1931–1933, 1939–1941, 1956–1958, 1967–1972, 1979–1990, 1997–1998 р.; у Туреччині – 9 разів – у 1886–1889, 1909–1911, 1927–1930, 1932–1933, 1939–1941, 1956–1958, 1978–1981, 1986–1991, 1997–1998 рр.; у Пакистані – 5 разів – 1940–1946, 1956–1958, 1978–1981, 1986–1991, 1997–1998 рр.; у Марокко (клоп-черепашка австрійська, клоп-черепашка маврська і клоп-черепашка шкідлива) – 5 разів – у 1932–1934, 1940–1947, 1953–1955, 1967–1990, 1997–1998 рр.

У країнах Середньої Азії: у Казахстані масові розмноження клопа-черепашки шкідливої мали місце 11 разів у 1901–1905, 1907, 1913, 1915, 1918, 1920–1922, 1924–1928, 1940–1943, 1961–1966, 1986–1988, 1997–1998 рр.

У Киргизії – 11 разів – у 1901–1905, 1907, 1913, 1915, 1918, 1920–1922, 1924–1928, 1939–1943, 1961–1966, 1986–1988, 1997–1998 рр.; в Узбекистані – 10 разів – у 1901–1905, 1909–1913, 1915, 1918, 1920–1922, 1924–1928, 1939–1943, 1961–1966, 1986–1988, 1997–1998 рр.; у Таджикистані – 11 разів – у 1901–1905, 1907, 1909–1912, 1915, 1918, 1920–1922, 1924–1928, 1939–1943, 1961–1966, 1986–1988, 1997–1998 рр.; у Туркменістані – 11 разів – у 1900–1905, 1907, 1909–1913, 1915, 1918, 1920–1921, 1924–1928, 1939–1943, 1961–1966, 1986–1988, 1997–1998 рр.

У Палеарктиці всього зафіксовано 16 масових розмножень клопа-черепашки шкідливої у 1854–1856, 1865–1867, 1880–1886, 1890–1896, 1900–1905, 1909–1914, 1920–1922, 1924–1928, 1931–1933, 1937–1943, 1948–1957, 1964–1970, 1972–1981, 1984–1991, 1996–2003, 2008–2010 гг.

Черепашки австрійська, маврська та шкідлива мали масові розмноження в Болгарії, Угорщині, Німеччині, Італії, Польщі, Португалії, Румунії, колишніх Чехословаччині та Югославії 7 разів – у 1929–1933, 1950–1956, 1964–1970, 1977–1981, 1984–1986, 1996–1998, 2008–2010 рр.

Жужелиця хлібна мала – *Zabrus tenebrioides* (Geuze, 1777) за період із 1860 по 2001 рр. у степовій та лісостеповій зонах України мала 14 задокументованих масових розмножень у 1860–1864, 1880–1881, 1903–1905, 1923–1925, 1937–1941,

1947–1948, 1951–1953, 1957–1959, 1961–1963, 1966–1967, 1979–1982, 1991–1993, 2003–2007, 2018–2020 рр.

Муха гессенська – *Mayetiola destructor* (Say, 1817) за 150-рчний період з 1847 по 2000 рр. в Україні мала масові розмноження 20 разів у 1847–1848, 1852, 1855–1856, 1874–1876, 1879–1881, 1896–1898, 1900–1903, 1906–1911, 1923–1925, 1930–1932, 1936–1938, 1947–1948, 1952–1955, 1961–1963, 1968–1969, 1972–1973, 1979–1980, 1986–1987, 1991–1992, 2000–2003 рр.

Муха шведська вівсяна – *Oscinella frit* (Linnaeus, 1758) з 1825 по 1837 рр. мала масові розмноження у західній частині Латвії, з 1867 по 1870 рр. – у Німеччині та Польщі. В Україні її масові розмноження мали місце 13 разів – у 1880–1882, 1890–1892, 1902–1903, 1907–1909, 1911–1912, 1923–1925, 1930–1932, 1949–1953, 1961–1962, 1972–1975, 1985–1986, 1991–1992, 2000–2003 рр.

Жук хлібний, або жук-кузька – *Anisoplia austriaca* (Herbst, 1783) за період з 1841 по 2007 рр. в Україні мав масові розмноження 18 разів – у 1841–1842, 1845–1846, 1856–1857, 1860–1861, 1868–1869, 1879–1880, 1886–1887, 1896–1903, 1906–1910, 1915–1917, 1924–1925, 1936–1939, 1956–1957, 1962–1964, 1966–1969, 1980–1984, 1996–2007, 2018–2020 рр.

Совка зернова звичайна – *Apamea sordens* (Hufnagel, 1766) у лісостеповій зоні України мала масові розмноження 12 разів у 1871, 1881, 1885–1887, 1896, 1911–1913, 1923–1924, 1933, 1939–1940, 1946–1947, 1950–1951, 1960, 1963–1965 рр.

Совка зернова сіра – *Apamea anceps* (Denis & Schiffermüller, 1775) масові розмноження мала 13 разів у Північному Казахстані в 1887–1888, 1901–1903, 1911–1912, 1924–1926, 1937–1939, 1949–1951, 1957–1959, 1965–1966, 1969–1970, 1974–1975, 1980–1981, 1992, 2003–2004 рр.

Совка яра – *Amphiposa fucosa* (Freyer, 1830) масові розмноження в Україні мала 7 разів – у 1877–1879, 1886–1887, 1889–1892, 1913–1914, 1929–1932, 1960, 1986–1989 рр. та у Татарстані – 4 рази – у 1877–1881, 1885, 1960, 1986–1987 рр.

Совка стеблова південна – *Oria musculosa* (Hubner, 1808) у степовій зоні України мала масові розмноження 7 разів у 1882, 1884, 1886–1889, 1891–1896, 1898–1902, 1910–1913, 1931–1933 рр.

Совка трав'яна – *Cerapteryx graminis* (Linnaeus, 1758) масово пошкоджувала жито, овес, ячмінь та лугові трави у Лісостеп та Поліссі України 13 разів у 1842, 1847–1849, 1854–1855, 1866–1867, 1878, 1880, 1882, 1886–1889, 1896, 1912, 1919, 1923, 1926–1928 рр. У Карелії та Ленінградській губернії у 1924–1927 рр.; у Фінляндії – 11 разів – 1866–1867, 1880–1881, 1882–1883, 1885–1886, 1891–1893, 1896–1897, 1907, 1914, 1916, 1920–1921 і 1925–1926 рр.; у Швеції – 3 рази – у 1890–1891, 1911–1916 і 1921 рр.; у Норвегії – 3 рази – у 1899, 1911 і 1917 рр.; в Англії – 2 рази – у 1917 і 1919 рр.; у Данії – у 1923 р.; у Шотландії – у 1917 р.; у Німеччині – 2 рази – у 1923–1924 і 1928 рр.; в Австро-Угорщині – у 1915 р.

П'явица червоногруда – *Ouleta melanopus* (Linnaeus, 1758) масово розмножувалася в Україні 13 разів у 1878–1880, 1882, 1894–1895, 1907–1910, 1912–1914, 1934–1935, 1938–1939, 1952, 1955–1956, 1962–1963, 1971–1972, 1983–1988, 1995–1996 рр.

Пильщик хлібний звичайний – *Cephus pygmaeus* (Linnaeus, 1767) мав масові розмноження в Україні 9 разів у 1850, 1870, 1875–1878, 1880–1883, 1887–1888, 1893–1895, 1902–1903, 1907–1910, 1912–1914 рр. Протягом останніх 110 років цей шкідник перебуває у депресії. Його чисельність зазвичай не перевищує економічний поріг шкідливості.

Зеленоочка – *Chlorops pumilionis* (Bjerkander, 1778) в Україні (головним чином на Поліссі) мала масові розмноження 6 разів у 1879–1881, 1887–1888, 1923–1924, 1952–1954, 1956–1957 і 1962–1963 рр.

Опоміза пшенична – *Optomysa florum* (Fabricius, 1794) у зоні Полісся України 5 разів мала спалахи масового розмноження у 1829, 1968–1969, 1980–1984, 1986–1987, 1990–1991 рр.

Попелиця горохова – *Acyrtosiphon pisum* (Harris, 1776) в Україні у масі відмічена 11 разів у 1903–1905, 1911, 1913–1914, 1923, 1926, 1929, 1931–1932, 1937, 1963–1964, 1973 і 1986 рр.

Блішки бурякові – *Chaetocnema* sp. (Stephens, 1831). Спалахи масових розмножень в Україні зафіксовані 11 разів у 1841–1842, 1852, 1858, 1878–1880, 1922, 1933, 1946–1947, 1953–1954, 1958–1959, 1968–1969, 1990 рр.

Щитоноска бурякова – *Cassida nebulosa* (Linnaeus, 1758) в Україні у масі відмічена 9 разів у 1834, 1841, 1859, 1871, 1878, 1897, 1903, 1911–1912 і 1915 рр., тоді як щитоноска зелена – *Cassida viridis* (Linnaeus, 1758) – 7 разів у 1840–1841, 1859–1860, 1871, 1878, 1897, 1903, 1911–1912 рр.

Довгоносик буряковий звичайний – *Asproparthenis punctiventris* (Germar, 1824). Масові розмноження в Україні зафіксовані 19 разів у 1851–1855, 1868–1869, 1875–1877, 1880–1881, 1891–1893, 1896–1897, 1904–1906, 1911–1912, 1920–1922, 1928–1930, 1936–1940, 1947–1949, 1952–1957, 1963–1964, 1973–1976, 1986–1988, 1998–2000, 2010–2012, 2019–2021 рр.

Міль капустяна – *Plutella maculipennis* (Linnaeus, 1758). Масові розмноження в Україні були 13 разів у 1908, 1914–1916, 1923, 1928, 1938, 1946, 1952, 1958, 1964, 1970–1972, 1976–1978, 1987–1988, 1995–2000 рр.

Білан капустяний – *Pieris brassicae* (Linnaeus, 1758). Масові розмноження цього широко поширеного шкідника в Україні були зафіксовані 15 разів у 1846–1847, 1851–1852, 1854–1855, 1862, 1866, 1868, 1910, 1913, 1927, 1931–1932, 1936–1937, 1947–1948, 1981–1982, 1991–1992, 2001–2002 рр.

Пильщик ріпаковий – *Athalia rosae* (Linnaeus, 1758) давав спалахи масового розмноження в Україні 16 разів у 1756, 1760, 1782, 1806, 1818, 1833, 1835–1836, 1838, 1866, 1878–1879, 1889, 1895–1896, 1922–1924, 1925–1928, 1956, 1978–1979 рр.

Трубокрут вишневий – *Rhynchites auratus* (Scopoli, 1763) мав 6 масових розмножень в Україні у 1903, 1913–1914, 1916–1917, 1924–1925, 1937–1941, 1947–1949 рр.

Білан жилкуватий – *Aporia crataegi* (Linnaeus, 1758). Спалахи масового розмноження в Україні були 16 разів у 1838–1839, 1849–1853, 1859–1860, 1867–1869, 1896–1897, 1906–1907, 1910–1911, 1916–1917, 1923–1925, 1933–1934, 1946–1948, 1954–1956, 1966–1967, 1980–1983, 1993–1994, 2003–2004 рр.

Яблунева міль – *Yponomeuta malinellus* (Zeller, 1838). Масові розмноження на території України мали місце 15 разів у 1843–1845, 1857–1858, 1874–1875, 1884–1885, 1894–1896, 1903–1905, 1916–1919, 1924–1925, 1934–1936, 1946–1948, 1957–1959, 1965–1967, 1973–1975, 1985–1987, 1994–1996 рр.

Шовкопряд кільчастий – *Malacosoma neustria* (Linnaeus, 1758). Давав масові розмноження в Україні 18 разів у 1826–1829, 1838–1839, 1843–1844, 1849–1850, 1856–1857, 1862–1866, 1882–1883, 1889–1890, 1903–1907, 1915–1916, 1923–1925, 1933–1936, 1947–1948, 1956–1957, 1967–1968, 1977–1978, 1987–1988, 1998–1999 рр.

Плодожерка яблунева – *Cydia pomonella* (Linnaeus, 1758). Масові розмноження у садах України фіксувалися 14 разів у 1855–1856, 1868–1869, 1879–1880, 1885,

1888–1890, 1894–1896, 1898–1899, 1936–1937, 1950–1952, 1955–1956, 1960–1961, 1986–1987, 1993–1996, 2007–2008 pp.

П'ядун зимовий – *Operophtera brumata* (Linnaeus, 1758). Масові розмноження на території України мали місце 17 разів у 1844–1845, 1848–1850, 1856, 1868–1869, 1880–1881, 1892–1893, 1903–1904, 1911–1912, 1948–1951, 1953–1954, 1960–1965, 1967, 1972–1977, 1979–1980, 1986, 1993–1994, 1999–2001 pp.

Листовійка дубова зелена – *Tortrix viridana* (Linnaeus, 1758). У лісах та лісосуках України зафіксовано 18 масових розмножень у 1853–1854, 1864, 1875, 1886, 1906–1910, 1923–1925, 1929, 1947–1949, 1952–1954, 1961–1964, 1966, 1968, 1972–1975, 1983–1984, 1986–1988, 1992, 1996–1998, 2000 pp.

Золотогуз – *Euproctis chrysorrhoea* (Linnaeus, 1758) давав спалахи масового розмноження в Україні 22 рази у 1841–1842, 1847–1848, 1855–1856, 1859–1860, 1862–1863, 1867–1868, 1880–1881, 1885–1888, 1896–1897, 1907–1909, 1912–1913, 1920–1921, 1924–1925, 1929–1930, 1933–1934, 1937–1941, 1948–1951, 1958–1959, 1965–1967, 1971–1973, 1983–1984, 1997–2000 pp.

Шовкопряд непарний – *Ocneria dispar* (Linnaeus, 1758). Спалахи масового розмноження в Україні були 19 разів у 1837–1839, 1841–1842, 1850–1852, 1859–1863, 1868–1871, 1879–1880, 1886–1887, 1895–1898, 1907–1910, 1912–1914, 1920–1923, 1931–1936, 1942–1944, 1948–1952, 1956–1957, 1964–1968, 1972–1973, 1982–1983, 1995–1997 pp.

Шовкопряд-монахія – *Ocneria monacha* (Linnaeus, 1758) мав 13 масових розмножень в Україні у 1846–1849, 1851–1852, 1855–1860, 1863–1867, 1889–1892, 1905–1907, 1925–1927, 1937–1942, 1946–1950, 1952–1960, 1978–1980, 1987–1988, 1999–2000 pp.

Шовкопряд сосновий – *Dendrolimus pini* (Linnaeus, 1758). Давав масові розмноження в Україні 17 разів у 1839–1842, 1850–1854, 1863–1870, 1875–1877, 1883–1884, 1890–1891, 1896–1899, 1902–1904, 1913–1915, 1923–1925, 1937–1941, 1947–1948, 1961–1962, 1971–1973, 1977–1978, 1983–1988, 1995–1998 pp.

Червонохвіст – *Dasychira pudibunda* (Linnaeus, 1758) давав спалахи масового розмноження в Україні 14 разів у 1853–1855, 1867–1868, 1883–1884, 1901–1902, 1917–1918, 1926–1928, 1932–1933, 1940–1941, 1953–1955, 1964–1965, 1968–1970, 1980–1981, 1986–1989, 1997–1999 pp.

Лунка срібляста – *Phalera bucephala* (Linnaeus, 1758) мала 10 масових розмножень в Україні у 1875, 1893–1894, 1941–1942, 1945–1946, 1953–1954, 1958–1959, 1962, 1966, 1968, 1972 pp.

Совка соснова – *Panolis flammea* (Denis & Schifferrmüller, 1775). Давала масові розмноження в Україні 13 разів у 1825–1827, 1888, 1892, 1912, 1922–1925, 1930–1931, 1938–1940, 1946–1947, 1957–1959, 1962–1964, 1973–1975, 1983–1985, 1997–2000 pp.

П'ядун сосновий – *Bupalus piniarius* (Linnaeus, 1758). Спалахи масового розмноження в Україні зафіксовані 14 разів у 1869–1872, 1875–1880, 1890–1896, 1914–1915, 1918–1919, 1923–1925, 1937–1941, 1947–1948, 1956–1957, 1961–1966, 1971–1972, 1975–1980, 1988–1992, 1995–1999 pp.

Пильщик сосновий звичайний – *Diprion pini* (Linnaeus, 1758) давав спалахи масового розмноження в Україні 26 разів у 1838–1839, 1842–1844, 1848–1849, 1854–1855, 1875–1876, 1883–1884, 1887–1891, 1899–1900, 1903–1904, 1910–1911, 1926–1930, 1932–1933, 1936–1938, 1941–1943, 1947–1950, 1956–1957, 1966–1968, 1972–1973, 1975–1976, 1978–1980, 1983–1984, 1991–1994, 1997–2000, 2002–2005 pp.

Пильщик сосновий рудий – *Neodiprion sertifer* (Geoffroy, 1785). У лісах України зареєстровано 18 масових розмножень у 1880–1881, 1886–1887, 1893–1894, 1907–1908, 1917–1918, 1922–1924, 1934–1937, 1945–1948, 1950–1955, 1958–1960, 1964–1966, 1972–1973, 1975–1976, 1978–1980, 1983–1984, 1991–1994, 1995–2000, 2009–2010 рр.

Як можна побачити з наведеної вище хронології масових розмножень основних видів шкідливих комах, спалахи чисельності часто мають випадковий характер і їхня періодичність становить від 2–3 до 1000 років. Такі дані ніяк не пояснюються теоріями, які базуються на залежності чисельності комах від гідротермічного коефіцієнта або наявності кормових рослин. У XX ст. серед екологів були популярні теоретичні концепції, названі Г.О. Вікторовим [35, 37, 40]. стохастизмом і регуляціонізмом, а сучасний етап дослідження популяційної динаміки пошуком механізмів регуляції чисельності. У XXI ст. в екології комах назріла необхідність теоретичного синтезу, що передбачає появу нової теорії, в якій діалектично знято обмеженість колишніх теорій [1, 2, 3, 4, 5, 35].

Наша стаття є одним із кроків до створення теорії, що пояснює повторюваність та циклічність масового розмноження комах. Для цього необхідний синергетичний синтез з урахуванням системних закономірностей їхнього розвитку та взаємодії із системами вищого рівня організації, нелінійності популяційної динаміки та хаосу, режимів із загостренням та обмеженості прогнозів.

Висновки

1. Проблема катастрофічних подій або так званих в синергетиці режимів, що виникають, з загостренням в нелінійних системах, коли одна або кілька величин, що характеризують систему, за кінцевий час виростають до нескінченності стоїть як ніколи гостро. Яскравим прикладом чого є «непередбачувані» масові розмноження комах.

2. Хроніка та регіони де відзначені найбільш значні спалахи масових розмножень шкідливих видів комах дають можливість аналізувати поліциклічність, синхронність та нелінійність динаміки популяцій, що може бути основою для прогнозування масових розмножень шкідників сільськогосподарських культур та лісових насаджень шляхом синергетичного синтезу з урахуванням системних закономірностей їхнього розвитку та взаємодії із системами вищого рівня організації, нелінійності популяційної динаміки та хаосу, режимів із загостренням та обмеженості прогнозів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Білецький Є.М., Туренко В.П. Методологія прогнозу. *Захист рослин*. 2002. № 7. С. 2–4.
2. Білецька Н.Є. Закономірності і прогноз масового розмноження локальних популяцій шкідливої черепашки. *Захист рослин*. 2003. № 1. С. 6–8.
3. Білецький Є.М. Закономірності прогнозу масового розмноження лучного метелика. *Карантин і захист рослин*. 2004. № 9. С. 11–13.
4. Білецький Є.М. Теорія і технологія багаторічного прогнозу. *Інтегрований захист рослин на початку XXI століття: матер. Міжнар. наук.-практ. конф.* Київ: Аспект-Поліграф, 2004. С. 29–36.
5. Білецький Є. Теорія і технологія багаторічного прогнозу в захисті рослин. *Науковий вісник АНВШУ*. Київ, 2005. № 3 (29). С. 57–70.
6. Білецький Є.М. Харківські екологи – засновники фітосанітарного прогнозування. *Вісник ХНАУ. Серія «Фітопатологія та ентомологія»*. 2013. № 10. С. 33–45.

7. Білецький Є.М., Малюкіна Д.І. Про екологічний та фітосанітарний стан агроценозів в Україні. *Економіка АПК: міжнародний науково-виробничий журнал*. 2015. № 11. С. 30–35.
8. Білецький Є.М., Станкевич С.В. Нелінійна динаміка популяцій комах. Режими із загостренням і можливість прогнозування. *Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 85-річчю факультету захисту рослин (1932–2017) Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва «Фундаментальні і прикладні проблеми сучасної екології та захисту рослин»*. 14–15 вересня 2017 р. Харків: ХНАУ, 2017. С. 16–18.
9. Білецький Є.М., Станкевич С.В. Теорія циклічності динаміки популяцій комах. *Перші Сазановські читання: матер. Всеукр. наук.-практич. Конф., присвяченій 100-річчю заснування Полтавської державної аграрної академії, м. Полтава, 27 листопада 2020 р.* Полтава: ПДАА, 2020. С. 115–119.
10. Довгань С.В. Моделі прогнозу розвитку та розмноження фітофагів: монографія. Херсон: Айлант, 2009. 208 с.
11. Кравченко В.П., Чайка В.М. Стан популяції лугового метелика в Україні. *Захист і карантин рослин: міжвід. темат. наук. зб.* 2002. Вип. 48. С. 17–25.
12. Станкевич С.В. Динаміка чисельності популяцій комах як елементарний фактор мікроеволюції. *Наукове мислення: Збірник статей учасників вісімнадцятої всеукраїнської практично-пізнавальної інтернет-конференції «Наукова думка сучасності і майбутнього»*. 28 лютого по 11 березня 2018р. Дніпро: Видавництво НМ., 2018. С. 35–37.
13. Станкевич С.В. Нелінійність масових розмножень комах як аналоги режимів із загостренням і можливий механізм їхньої катастрофічної чисельності з позиції синергетики. *The international research and practical conference «The development of nature sciences: problems and solutions». Proceedings of the Conference Flora i Vegetation, Zoology, Medico-biological research. April 27-28, 2018. Czech Republic, Brno*, 2018. С. 115–119.
14. Станкевич С.В., Забродіна І.А. Моніторинг шкідників сільськогосподарських культур. Харків: Бровін О.В., 2016. 216 с.
15. Станкевич С.В. Управління чисельністю комах-фітофагів. Харків: ФОП Бровін О.В., 2015. 178 с.
16. Станкевич С.В., Забродіна І.В., Немерицька Л.В. Популяційні цикли комах (у просторі та часі). *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 127. С. 3–19. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.127.19>
17. Станкевич С.В., Немерицька Л.В., Журавська І.А. Просторово-часова синхронізація масових розмножень комах. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 128. С. 210–220. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.128.29>
18. Стригун О.О. Вплив метеорологічних умов на багаторічну динаміку чисельності звичайного бурякового довгоносик. *Захист і карантин рослин: міжвід. темат. наук. зб.* 2002. Вип. 48. С. 128–139.
19. Трибель С., Стригун О. Увага – небезпека! Спалах масового розмноження лучного метелика. *Пропозиція*. 2012. № 7. С. 76–80. (Початок).
20. Трибель С., Стригун О. Увага – небезпека! Спалах масового розмноження лучного метелика. *Пропозиція*. 2012. № 9. С. 18–71. (Закінчення).
21. Чайка В.М. Екологічне обґрунтування прогнозу розповсюдження основних шкідників польових культур в агроценозах України. *Інтегрований захист рослин на початку ХХІ століття: матер. Міжнар. наук.-практ. конф.* Київ: Аспект-Поліграф, 2004. С. 119–125.
22. Чайка В.М. Еколого-фізіологічні аспекти динаміки популяцій комах фітофагів. *Захист і карантин рослин: міжвід. темат. наук. зб.* 2000. Вип. 48. С. 3–10.
23. Чайка В.М. Моніторинг фітосанітарного стану агроценозів. Стратегія і тактика захисту рослин. Т.1. Стратегія. Київ: Альфа-стевія, 2012. Р. 10. С. 409–416.

24. Чайка В.М., Бакланова О.В., Сердюк І.С. Поширення саранових. Екологічні закономірності на території України. *Карантин і захист рослин*. 2010. № 8. С. 2–5.
25. Чайка В.М., Мельничук М.Д., Бакланова О.В., Сердюк І.С. Саранові. Екологія популяцій, моніторинг, прогноз. Київ, 2009. 246 с.
26. Constanito R.F., Deshamais R.A., Cushing J.M., Brian D. Caetic dynamics in an insect population. *Science*. 1997. V. 275, № 5298. P. 389–391.
27. Cushing J. Nonlinear dynamics in insect populations From egulibna to chaos, from mathematical models to laboratory experiments. *Tagungsber. Math. Forshun, Oberwolfach*. 1996. № 40. P. 4–5.
28. Logan J.A., Allen I.S. Nonlinear dynamics and chaos in insect populations. *Arn. Rov. Entomol*. 1992. V. 37. P. 455–477.
29. Klimetzek D. Insektenvermehrungen und Sonnen – flecken. *Forst. Wissensch. Cenbriff*. 1976. S. 226–238.
30. Mayr E. The growth of biological thought. Cambridge: Harvard University Press, 1982. 975 p.
31. Miyashita K Outbreaks and population fluctuau – tions of insects,with special reference to agricultural insect pest i Japan. *Bull. Wat., just. Agric. Sci*. 1963. № 15. S. 19–50.
32. Spencer H. A theory of population, deducted from the general law of animal fertility. *Westminster*. 1852. № 57. S. 468–501.
33. Stankevych S., Zabrodina I., Zhukova L., Bezpalko V., Nemerytska L. Mass breeding technology of the predatory mite phytoseiulus by the box method and its application in plant protection. Ecology, Biotechnology, Agriculture and Forestry in the 21st century: problems and solutions. Monograph. Edited by S. Stankevych, O. Mandych. Tallinn: Teadmus OÜ, 2024. P. 170–176.
34. Stankevych S.V. Algorithms of forecasting beginning of the next mass reproduction of some. *Austria science*. 2018. № 17. P. 17–21.
35. Stankevych S.V., Biletskyj Ye.M., Golovan L.V. Polycyclic character, synchronism and nonlinearity of insect population dynamics and prognostication problem: monograph. Kharkiv: Publishing House I. Ivanchenko, 2020. 133 p.
36. Stankevych, S.V., Baidyk, H.V., Lezhenina, I.P. et al. Wandering of mass reproduction of harmful insects within the natural habitat. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2019. 9(4), 578–583. 10.15421/2019_793
37. Stankevych, S.V., Biletskyj, Ye.M., Zabrodina, I.V. et al. Cycle populations dynamics of harmful insects. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2020. 10(3), 147–161. 10.15421/2020_148
38. Stankevych, S.V., Biletskyj, Ye.M., Zabrodina, I.V. et al. Prognostication algorithms and predictability ranges of mass reproduction of harmful insects according to the method of nonliner dynamics. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2020. 10(1), 37–42. 10.15421/2020_8
39. Stankevych, S.V., Biletskyj, Ye.M., Zabrodina, I.V. et al. Prognostication in plant protection. Review of the past, present and future of nonliner dynamics method. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2020. 10(4), 225–234. 10.15421/2020_192
40. Stankevych, S.V., Vasylieva, Yu.V., Golovan, L.V. et al. Chronicle of insect pests massive reproduction. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2019. 9(1), 262–274.

УДК 631.847:633.853.494

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.12>

ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ НАСІННЯ РІПАКУ ОЗИМОГО

Стельмах О.М. – с.н.с.,

старший науковий співробітник відділу технологій у рослинництві,

Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція

Інституту сільського господарства Карпатського регіону

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0000-0002-4097-6388

Мельничук Т.В. – к.с.-г.н.,

завідувач відділу технологій у рослинництві,

Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція

Інституту сільського господарства Карпатського регіону

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0000-0002-1235-0302

Кифорук І.М. – с.н.с.,

старший науковий співробітник відділу селекції, насінництва та інтродукції

сільськогосподарських культур,

Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція

Інституту сільського господарства Карпатського регіону

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0000-0002-6268-3586

Григорів Я.Я. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри лісового і аграрного менеджменту,

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

orcid.org/0000-0002-5892-9483

Курлянова І.І. – фахівець,

Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція

Інституту сільського господарства Карпатського регіону

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0009-0008-1287-182X

У статті висвітлено основні результати досліджень, спрямованих на оптимізацію діючих систем удобрення озимого ріпаку для нового високоврожайного сорту Черемош. Упродовж 2021–2023 рр. було проведено дослідження з вивчення впливу рівня мінерального живлення на продуктивність рослин, урожайність та якість насіння ріпаку озимого сорту Черемош в умовах Передкарпаття. У межах дослідження здійснено оцінку урожайності, визначено показники якості насіння, а також проаналізовано економічну ефективність вирощування культури залежно від застосованих агротехнічних заходів.

Метою наших досліджень було вивчити вплив рівня мінерального живлення на продуктивність рослин, урожайність та якість насіння ріпаку озимого сорту Черемош в умовах Передкарпаття.

Встановлено, що внесення мінеральних добрив впливає на розвиток елементів продуктивності ріпаку озимого. Так, кількість стручків на рослині збільшується на 30,20–76,20%, кількість насінин у стручку – на 3,0–12,5%, маса 1000 насінин 1,5–5,8%, порівняно з контролем (без внесення добрив). Найвища врожайність насіння 4,14 т/га отримана за мінерального живлення $N_{45}P_{90}K_{45} + P_{28}Ca_{30}S_{48} + N_{200}$, що на 2,32 т/га вище контролю.

Урожайність 3,63 т/га отримано за внесення $N_{30}P_{60}K_{30} + P_{22}Ca_{24}S_{38} + N_{150}$, що становить 199,5% до контролю.

Встановлено зниження вмісту олії в насінні ріпаку за збільшення рівня інтенсивності застосування добрив від 2,40 до 11,77% та збільшення вмісту глюкозинолатів від 2,79 до 11,16%.

Собівартість 1 т продукції у досліджуваних варіантах в середньому за 2021–2023 роки становила 5,8–7,6 тис.грн., умовно чистий прибуток від 12,4 до 23,7 тис.грн., рівень рентабельності від 77,7 до 120,0%.

Рівень інтенсивності застосування добрив в технології вирощування впливає на формування біологічного потенціалу продуктивності на рівні 2,73–5,95 т/га, якість насіння та економічну ефективність.

Ключові слова: ріпак озимий, мінеральне живлення, добрива, врожайність, якість насіння, структура врожаю, агротехнологія, продуктивність, сорт, економічна ефективність.

Stelmakh O.M., Melnychuk T.M., Kyforuk I.M., Hryhoriv Ya. Ya., Kurlyanova I.I. The effect of mineral nutrition on the yield and seed quality of winter rapeseed

The article presents the main results of research aimed at optimizing existing fertilization systems for winter rapeseed of the new high-yielding variety Cheremosh. During 2021–2023, studies were conducted to examine the effect of mineral nutrition levels on plant productivity, yield, and seed quality of winter rapeseed (Cheremosh variety) under Precarpathian conditions. The study included an assessment of yield, determination of seed quality indicators, and analysis of the economic efficiency of crop cultivation depending on the applied agrotechnical measures.

The objective of our research was to study the influence of mineral nutrition levels on the productivity, yield, and seed quality of winter rapeseed of the Cheremosh variety under the conditions of the Precarpathian region.

It was established that the application of mineral fertilizers affects the development of yield components in winter rapeseed. Specifically, the number of pods per plant increased by 30.20–76.20%, the number of seeds per pod by 3.0–12.5%, and the 1000-seed weight by 1.5–5.8%, compared to the control (no fertilizers applied). The highest seed yield of 4.14 t/ha was obtained with the fertilization scheme $N_{45}P_{90}K_{45} + P_{28}Ca_{30}S_{48} + N_{200}$, which exceeded the control by 2.32 t/ha.

A yield of 3.63 t/ha was achieved with the application of $N_{30}P_{60}K_{30} + P_{22}Ca_{24}S_{38} + N_{150}$, which accounted for 199.5% of the control.

An increase in the fertilizer application rate led to a reduction in oil content in the rapeseed by 2.40–11.77% and an increase in glucosinolate content by 2.79–11.16%.

The production cost of 1 ton of output in the studied treatments averaged 5.8–7.6 thousand UAH during 2021–2023, with a conditional net profit ranging from 12.4 to 23.7 thousand UAH, and a profitability level of 77.7 to 120.0%.

The intensity level of fertilizer use in the cultivation technology affects the formation of the biological yield potential (2.73–5.95 t/ha), seed quality, and economic efficiency.

Key words: winter rapeseed, mineral nutrition, fertilizers, yield, seed quality, yield structure, agrotechnology, productivity, variety, economic efficiency.

Актуальність теми дослідження. Вирощування олійних культур є важливою складовою стратегії економічного розвитку держави. Особлива роль серед них належить ріпаку, олія з якого завдяки унікальним біологічним і хімічним властивостям знаходить все ширше застосування в харчуванні людей та в багатьох галузях народного господарства [1, 2].

У сучасних умовах інтенсивного сільськогосподарського виробництва ріпак озимий набуває дедалі більшого значення як високорентабельна та стратегічно важлива олійна культура. Його насіння є цінною сировиною для виробництва рослинної олії, біопалива, кормів та технічних продуктів. Разом із цим, досягнення стабільно високої врожайності та покращення якості насіння значною мірою залежать від оптимізації елементів агротехнології, зокрема системи мінерального живлення [3, 4].

Рациональне застосування добрив забезпечує збалансоване живлення рослин, покращує фізико-хімічні властивості ґрунту та сприяє підвищенню коефіцієнта використання елементів живлення. Недостатнє або надмірне удобрення може призвести до зниження урожайності, погіршення якісних показників насіння і нерационального використання ресурсів. Тому дослідження ефективності різних рівнів мінерального живлення ріпаку озимого є важливим як з агрономічної, так і з економічної точки зору.

Головна причина популярності вирощування ріпаку – це можливість продати його на світових ринках. Наша держава з року в рік тримається в п'ятірці світових лідерів з експорту ріпаку. Понад 90% вітчизняної ріпакової сировини їде в країни Євросоюзу. Там український продукт переважно використовують для виробництва біодизелю та ріпакового шроту на корм худобі. Але звісно це цінна олійна рослина, яка за складом схожа до оливкової і є більш поживною, ніж соняшникова олія. Насіння ріпака містить 38–50% олії, 16–29% білка, 6–7% клітковини, 24–26% безазотистих екстрактивних речовин [5, 6].

Ріпак озимий вимогливий до умов вирощування і чіткого дотримання елементів технології та відноситься до культури високої технологічної дисципліни впродовж вегетації. За недотримання рекомендованих строків сівби, норм висіву, доз застосування мінеральних добрив, заходів захисту в агроценозі і оптимальних строків збирання господарства втрачають 30–50% потенційного врожаю із істотним зниженням економічної ефективності його вирощування.

Надзвичайно актуальним завданням науковців і сільгоспвиробників є реалізація біологічного потенціалу сучасних сортів та гібридів шляхом удосконалення традиційних і розроблення нових елементів технології вирощування ріпаку озимого з врахуванням ґрунтово-кліматичних умов за існуючих тенденцій зміни клімату [7–9].

Враховуючи зміну кліматичних умов, потребу у підвищенні продуктивності сільськогосподарських культур та екологізацію виробництва, обґрунтування оптимальних норм і поєднання мінеральних добрив для ріпаку озимого набуває особливої актуальності.

Постановка проблеми. Одним із важливих завдань, спрямованих на піднесення аграрного сектору економіки України в сучасних умовах є підбір культур, спроможних давати високу прибутковість виробникам. Особлива роль у цьому належить ріпаку олій з якого завдяки унікальним біологічним і хімічним властивостям знаходиться широке застосування в харчовій та в багатьох галузях народного господарств [10, 11].

Одним з основних чинників підвищення врожайності зерна та продуктивності сільського господарства загалом є удобрення сільськогосподарських культур.

За даними вітчизняних і зарубіжних учених, вплив мінеральних добрив на формування врожаю є досить високим і становить близько 30–50%, на приріст урожаю 50–80%. Витрати на їхнє внесення 20–30% усіх витрат у рослинництві [12–15].

Від забезпеченості ріпаку поживними речовинами залежить зимостійкість рослин, їх стійкість проти хвороб та шкідників, а в підсумку врожайність насіння [10, 13, 16].

Переважає більшість дослідників вважають оптимальною нормою висіву ріпаку озимого для гібридів 0,6–0,8 та сортів – 0,8–1,2 млн. сх. нас./га залежно від біологічних особливостей гібридів, сортів і термінів сівби за оптимального вологозабезпечення ґрунту. За таких норм висіву густина гібридів перед входженням у зиму становила 50–60, у сортів 60–80 рослин /м² [16, 19–20].

Ріпак озимий позитивно реагує на внесення мінеральних добрив високою прибавкою урожаю. Проте занадто високі дози добрив не дають часто очікуваного економічного результату за істотного зростання цін на мінеральні добрива та окупність затрат приростом продуктивності [16, 20–21].

Тому удосконалення традиційних і розроблення нових елементів технології вирощування ріпаку озимого, зокрема оптимізація системи удобрення, з врахуванням ґрунтово-кліматичних умов для реалізації потенціалу сучасних сортів та гібридів за останніх тенденцій зміни клімату, нині є актуальним завданням науковців і сільгоспвиробників.

Методика досліджень. Мета наших досліджень – вивчити вплив рівня мінерального живлення на продуктивність рослин, урожайність та якість насіння ріпаку озимого сорту Черемош в умовах Передкарпаття.

Дослідження проводили на дослідному полі впродовж 2021–2023 років у технологічній сівозміні Прикарпатської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН. На дернових глибоких опідзолених глеюватих важко суглинкових ґрунтах. Агрохімічна характеристика: рН-сольове – 5,7, сума увібраних основ (Ca + Mg) – 16,2 ммоль/г (за Карпеном), вміст гумусу (за Тюрнімом) – 2,29%, лужногідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 68,0, рухомого фосфору (за Кірсановим) – 53,0, рухомого калію (за Кірсановим) – 88 мг/кг ґрунту, рухомих форм мікроелементів: бору (за Бергером і Труогом) – 1,1, молібдену (за Грігом) – 0,2, марганцю (за Пейве і Рінкисом) – 2 мг/кг ґрунту. В дослідженнях використовувався ріпак озимий сорт Черемош селекції Прикарпатської ДСГДС ІСГ КР.

Схема досліді: Варіанти мінерального живлення на програмований рівень урожаю ріпаку озимого:

- 1 – Контроль без добрив (0,5–1,0)
- 2 – $N_{12}P_{24}K_{12} + P_{15}Ca_{16}S_{25} + N_{50}$ (2,0–2,5 т/га)
- 3 – $N_{24}P_{48}K_{24} + P_{19}Ca_{20}S_{32} + N_{100}$ (3,0–3,5 т/га)
- 4 – $N_{30}P_{60}K_{30} + P_{22}Ca_{24}S_{38} + N_{150}$ (4,0–4,5 т/га)
- 5 – $N_{45}P_{90}K_{45} + P_{28}Ca_{30}S_{48} + N_{200}$ (4,5–5,0 т/га)

Попередник під ріпак озимий – ярий ячмінь, спосіб сівби – суцільний, міжряддя – 12,5 см. У досліді використовувалися добрива: Суперфосфат (P_2O_5 – 19, Ca – 20, S – 32); Комплексне добриво: Яра Міла (N – 12, P_2O_5 – 24, K_2O – 12, Mg – 2, SO_3 – 5,0, S – 2,0, Fe – 0,2, Zn – 0,007); Аміачна селітра (N – 34), Яра Бела Сульфат N – 24, SO_3 – 15, S – 9.

Проводилося позакореневе підживлення Бортрак (2,1 л/га), Брасітрел (2,5 л/га) – ВВСН 10-14 на всі варіанти та повторно весною ВВСН 55–65.

У дослідженнях застосовувалися пестициди: Бутізан Авант 50%, к.е. (2,0 л/га) – всі варіанти; Коннект 112,5 к.е. (0,5 л/га) – 2-х разове внесення на всі варіанти осінь + 2 весною (фаза – стеблуння, цвітіння); Карамба Турбо, в.р. (0,8 л/га) осінь ВВСН – 16–19; Альтерно к.е. (0,7 л/га) – весна (фаза – цвітіння) ВВНС 55–65. Повторення Досліді – 4 разове, площа посівної ділянки – 90 м², облікова – 55 м², розміщення ділянок – систематичне. Норма висіву 0,8 млн.сх.нас/га.

Структура рослин сортів ріпаку озимого визначалась згідно з методикою [22].

Врожай насіння облікувався за методом суцільного обмолоту з кожної ділянки і його зважуванням з перерахунком на стандартну вологість і 100% густоту.

Статистична обробка дослідних даних проводилась методом статистичного аналізу [23].

Економічна ефективність досліджуваних елементів технології вирощування розраховано за методикою [24].

Результати досліджень. Відомо, що для того щоб визначити зміни врожаю насіння ріпаку озимого залежно від досліджуваних чинників, важливо знати складові структурні компоненти врожаю рослин. Головними структурними складовими урожаю насіння ріпаку озимого є загальна кількість стручків на одній рослині, середня кількість насінин у стручку та маса 1000 насінин. Адже, відомо, що максимальний урожай насіння може утворитися за умов оптимального співвідношення цих елементів, та за недостатнього розвитку одного або декількох структурних показників врожай може бути компенсований за рахунок інших структурних складових. Відомо, що окремі структурні елементи утворюються на різних етапах вегетації, тому для їхнього доброго розвитку необхідні різні агротехнічні умови [19].

Доведено, що варіанти мінерального живлення у технології вирощування мали прямий вплив на показники структурних елементів рослин, а відповідно на формування продуктивності ріпаку озимого (кількість стручків на рослині, кількість насінин у стручку, масу 1000 насінин) (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив удобрення на формування біологічного потенціалу врожайності ріпаку озимого (середнє за 2021–2023 рр.)

№ з/п	Структурні елементи рослин	Варіанти удобрення				
		Контроль без добрив	$N_{12}P_{24}K_{12}+P_{15}Ca_{16}S_{25}+N_{50}$	$N_{24}P_{48}K_{24}+P_{19}Ca_{20}S_{32}+N_{100}$	$N_{30}P_{60}K_{30}+P_{22}Ca_{24}S_{38}+N_{150}$	$N_{45}P_{90}K_{45}+P_{28}Ca_{30}S_{48}+N_{200}$
1	Кількість рослин перед збирання, шт./м ²	55,0	56,0	56,0	57,0	57,0
2	Кількість стручків на 1 рослині, шт.	63,8	83,1	91,5	107,0	112,4
3	Кількість насінин в стручку, шт.	19,9	20,5	21,2	21,8	22,4
4	Маса 1000 насінин, г	3,94	4,00	4,06	4,10	4,17
5	Біологічний потенціал урожайності, т/га	2,73	3,82	4,55	5,45	5,95

В середньому за роки досліджень у варіантах удобрення $N_{45}P_{90}K_{45}+P_{28}Ca_{30}S_{48}+N_{200}$, спостерігалась найбільша кількість стручків на рослині – 112,4 шт., що на 48,6 шт. більше, ніж на контролі. Кількість насінин у стручку також була найбільшою і становила 22,4 шт., що на 2,5 шт. більше ніж на контролі, маса 1000 насінин 4,17 г, що на 0,23 г більше контролю.

Урожайність культури є інтегруючим показником впливу дії факторів на рослину і визначається рівнем густоти стояння рослин на час збирання та їх продуктивністю.

У дослідженнях встановлено, що найвищий рівень урожайності ріпаку озимого спостерігався за вирощування у варіанті удобрення $N_{45}P_{90}K_{45}+P_{28}Ca_{30}S_{48}+N_{200}$ та становив 4,14 т/га, що на 2,32 т/га більше за контроль (без добрив) (табл. 2)

Встановлено, що при внесенні $N_{30}P_{60}K_{30}+P_{22}Ca_{24}S_{38}+N_{150}$ показник урожайності зменшувався порівняно з найкращим варіантом на 0,51 т/га. Це є свідченням, що озимий ріпак реагує на внесення мінеральних добрив.

Таблиця 2

Урожайність ріпаку озимого за мінерального удобрення (2021–2023 рр.), т/га

Варіант застосування добрив на програмовану врожайність, т/га	Роки			
	2021	2022	2023	Середнє за 2021–2023 рр.
Контроль (без добрив) (0,5-1,0 т/га)	1,9	1,8	1,75	1,82
$N_{12}P_{24}K_{12}+P_{15}Ca_{16}S_{25}+N_{50}$ (2,0-2,5 т/га)	2,55	2,63	2,46	2,55
$N_{24}P_{48}K_{24}+P_{19}Ca_{20}S_{32}+N_{100}$ (3,0-3,5 т/га)	2,98	3,12	2,98	3,03
$N_{30}P_{60}K_{30}+P_{22}Ca_{24}S_{38}+N_{150}$ (4,0-4,5 т/га)	3,66	3,75	3,47	3,63
$N_{45}P_{90}K_{45}+P_{28}Ca_{30}S_{48}+N_{200}$ (4,5-5,0 т/га)	4,15	4,28	4,00	4,14
НІР ₀₅	0,0541	0,0656	0,0622	0,0504

Доведено, що варіанти інтенсивності застосування добрив в технології вирощування мали значний вплив на якість показники насіння ріпаку озимого (табл. 3).

За результатами лабораторних аналізів насіння встановлено зниження вмісту олії в насінні за збільшення рівня інтенсивності застосування удобрення від 2,01 до 8,77%, та збільшення вмісту глюकोзинолатів від 2,79 до 11,16%.

Вміст, ненасичених жирних кислот у насінні коливався в межах: олеїнової (с.18:1) – від 68,44 до 73,96%, лінолевої (с.18:2) від 16,15 до 17,94%, ліноленової (с.20:1) 4,89 до 7,60%.

Таблиця 3

Вплив мінерального удобрення на вміст якісних показників в насінні ріпаку озимого (середнє за 2021–2023 рр.)

Варіант мінерального удобрення	Вміст жирних кислот, %						Вміст олії, %	Вміст глюकोзинолатів, мкМоль/г
	Пальметинова 16:0	Олеїнова 18:1	Лінолева 18:2	Лінолейнова 20:1	Ейкозенова 20:1	Ерукова 22:1		
Контроль (без добрив)	4,08	73,96	16,15	4,89	0,89	-	49,6	21,5
$N_{12}P_{24}K_{12}+P_{15}Ca_{16}S_{25}+N_{50}$	4,73	71,51	16,9	5,99	0,83	-	48,41	22,1
$N_{24}P_{48}K_{24}+P_{19}Ca_{20}S_{32}+N_{100}$	5,38	70,94	17,90	5,38	0,96	-	46,88	22,7
$N_{30}P_{60}K_{30}+P_{22}Ca_{24}S_{38}+N_{150}$	5,30	68,44	16,93	7,60	1,19	-	45,83	23,0
$N_{45}P_{90}K_{45}+P_{28}Ca_{30}S_{48}+N_{200}$	4,24	69,25	17,94	7,55	0,97	-	43,76	23,9

Важливою умовою застосування мінеральних добрив за сучасних умов у виробництві є економічна ефективність вирощування культури. За основу її визначення взято приріст урожаю, отриманого завдяки внесенню добрив (табл. 4).

Аналізом економічної ефективності вирощування ріпаку озимого за різних рівнів інтенсивності мінерального живлення у технології вирощування встановлено, що найвищі економічні показники забезпечує варіант удобрення $N_{45}P_{90}K_{45} + P_{28}Ca_{30}S_{48} + N_{200}$: умовно чистий дохід становив 23,75 тис. грн., рівень рентабельності 77,7%.

Собівартість 1 т продукції у досліджуваних варіантах була 5,8–7,69 тис. грн., витрати на вирощування становили від 10,51 до 31,79 тис. грн.

Таблиця 4

Економічні показники вирощування ріпаку озимого за різних варіантів удобрення (середнє за 2021–2023 рр.)

Показники	Варіанти удобрення				
	Контроль (без добрив)	$N_{12}P_{24}K_{12}$ $P_{15}Ca_{16}S_{25}$ + N_{50}	$N_{24}P_{48}K_{24}$ $P_{19}Ca_{20}S_{32}$ + N_{100}	$N_{30}P_{60}K_{30}$ $P_{22}Ca_{24}S_{38}$ + N_{150}	$N_{45}P_{90}K_{45}$ $P_{28}Ca_{30}S_{48}$ + N_{200}
Урожайність, т/га	1,82	2,55	3,03	3,62	4,14
Витрати на вирощування, тис.грн	10,51	20,29	22,60	26,92	31,79
Собівартість, 1 т/тис.грн	5,80	6,67	7,48	7,44	7,69
Виручка від реалізації, тис.грн	22,95	33,03	39,67	48,17	55,55
Умовно чистий дохід, тис.грн	12,43	12,77	17,07	21,25	23,75
Рівень рентабельності, %	120,0	97,0	77,3	81,7	77,7

Висновки. Встановлено, що рівень інтенсивності мінерального живлення у технології вирощування ріпаку озимого впливає на формування біологічного потенціалу продуктивності на рівні 2,73–5,95 т/га за рахунок збільшення порівняно з контролем (без добрив) кількості стручків на рослині на 19,3–48,6 шт., кількості насінин у стручку – на 0,6–2,5 шт., маса 1000 насінин – на 0,06–0,23 г.

Досліджувані дози мінерального живлення забезпечили приріст урожаю порівняно з контролем на 0,73–2,32 т/га, або 140–227%.

Найвищу урожайність насіння ріпаку озимого 4,14 т/га отримано за вирощування у варіанті удобрення $N_{45}P_{90}K_{45} + P_{28}Ca_{30}S_{48} + N_{200}$.

Собівартість 1 т продукції у досліджуваних варіантах становила від 5,8 до 7,69 тис. грн., умовно чистий прибуток від 12,43 до 23,75 тис. грн., рівень рентабельності від 77,7 до 120%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Gupta V. K., Tuohy M. G., Kubicek C. P., Saddler J. Bioenergy Research: Advances and Applications: textbook. Oxford. 2014. p. 500.
2. Hryhoriv Ya., Lyshenko M., Butenko A., Nechyporenko V., Makarova V., Mikulina M., Bahorka M., Tymchuk D. S., Samoshkina I., Torianyk I. Competitiveness and Advantages of Camelina sativa on the Market of Oil Crops. *Ecological Engineering and Environmental Technology*, 2023, 24(4), pp. 97–103 <https://doi.org/10.12912/27197050/161956>

3. Титко Р., Калініченко В. Відновлювані джерела енергії (досвід Польщі для України). Варшава: QWG. 2010.
4. Петриченко В., Кургак В., Рибак С. Біоенергетичний потенціал луків України. *Федерація лукивництва*, 2014. 2. С. 143–145.
5. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Ріпак. – 2-ге вид. доп. Львів: НВФ «Українські технології», 2010. 124 с.
6. Вирощування ріпака озимого в сівозмінах короткої ротації за різних систем живлення / О.М. Стельмах та ін. *Таврійський науковий вісник, серія «Сільськогосподарська наука»*, 2023. № 133. С. 151–159.
7. Григорів Я.Я. Озимий ріпак: як сягнути максимуму. *Зерно*. № 8. 2018. С. 66–67.
8. Волощук О. П., Волощук І. С., Косовська Р. Ю. Продуктивність сортів та гібридів ріпаку озимого вітчизняної й зарубіжної селекції при вирощуванні в умовах західної частини Лісостепу. *Посібник українського хлібороба-2012 : наук.-практ. щорічник*. Київ, 2012. Т. 2. С. 283–284.
9. Рожкован В. Вітчизняні сорти ріпаку озимого. Озимий ріпак від А до Я (спецвипуск). *Пропозиція : укр. журнал з питань агробізнесу*. Київ : ТОВ «Юнівест Медіа», 2013. Липень. С. 12–13.
10. Наконечний О.Г., Санін О.Ю. Вирощуємо озимий ріпак. *Агровісник*. Україна 2007. № 1. С. 34–36.
11. Технологія вирощування і захисту ріпаку / Секун М.П. та ін. К.: Глобус-Принт, 2008. 115 с.
12. Савчук Ю.М., Антоненко О.Ф. Залежність урожайності та посівних якостей насіння ріпаку озимого від сортів та технологій вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 2 (93). С. 20–27.
13. Санін В. А., Санін Ю. В. Основні технологічні елементи вирощування озимого ріпаку в осінній період: наукове видання. *Агроном*. 2008. № 3. С. 24–25.
14. Сендецький В.М., Мельничук Т.В., Сендецький І. В. Продуктивність ріпаку озимого за удосконалення технології вирощування в умовах Лісостепу Західного. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 131. С. 188–195. DOI <https://doi.org/10.3278/2/2226-0099.2023.131.24>
15. Дударчук І.С., Петренко Т.С., Мисковець К. В. Вплив рівня удобрення та строків сівби на накопичення основних елементів живлення в рослинах та урожайність сортів ріпаку озимого. *Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків: рослинництво*. 2014. Вип. 21. С. 73–79.
16. Стельмах О.М, Кифорук І.М., Григорів Я.Я. Вплив варіантів удобрення на урожайність та якість насіння сортів ріпаку озимого. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. 2021. Вип. 25. С. 125–131. <https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.125>.
17. Савчук Ю. М., Антоненко О. Ф. Залежність урожайності та посівних якостей насіння ріпаку озимого від сортів та технологій вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 2 (93). С. 20–27.
18. Сендецький І. В. Вплив регуляторів росту та норм висіву на ріст і розвиток рослин та урожайність озимого ріпаку. Збірник наук. праць міжнар. наук.-практ. конф. «Аграрна наука та освіта в умовах євроінтеграції». Ч. 1. (м. Кам'янець-Подільський, 20–21 березня 2019 р.). Кам'янець-Подільський, 2019. С. 195–197.
19. Фурманець О. А. Продуктивність озимого ріпаку на дерново-підзолистих ґрунтах Західного Полісся у різні дози основного добрива. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 121. С. 109–114. DOI: 10.32851/2226-0099.2021.121.15.
20. Harker K. N., O'Donovan J. T., Blackshaw R. E., Johnson E. N., Lafond G. P., May W. E. Seeding depth and seeding speed effects on no-till canola emergence, maturity, yield and seed quality. *Canadian Journal of Plant Science*. 2012. Vol. 92. P. 795–802.

21. High planting density benefits to mechanized harvest and nitrogen application rates of oilseed rape (*Brassica napus* L.) / Li S. Y., Yu C. B., Zhu S., Xie L. H., Hu X. J., Liao X., et al. *Soil Sci. Plant Nutr.* 2014. Vol. 60. P. 384–392.

22. Методика проведення експертизи сортів рослин групи олійних культур на відмінність, однорідність і стабільність. Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України. Український інститут експертизи сортів рослин. [Чинний від 2020-10-27, № 2162-20]. 169 с.

23. Статистичний аналіз результатів польових дослідів / Ушкаренко В.О., Вожегова Р.А., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Херсон: Айлант, 2013. 378 с.

24. Татаріко Ю.О. Енергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарських культур. Київ: Нора Прінт, 2021. 380 с.

УДК 631.53.02:633.15:633.854.78(477.63)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.13>

ІНКРУСТАЦІЯ НАСІННЯ ЯК ФАКТОР РЕГУЛЮВАННЯ СХОЖОСТІ ТА УРОЖАЙНОСТІ КУКУРУДЗИ І СОНЯШНИКА В УМОВАХ СТЕПОВОЇ ЗОНИ

Ткаліч Ю.І. – д.с.-г.н., професор,

професор кафедри загального землеробства та ґрунтознавства,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

orcid.org/0000-0003-2208-0163

Козечко В.І. – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри загального землеробства та ґрунтознавства,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

orcid.org/0000-0003-2284-2383

Шевченко С.М. – д.с.-г.н., с.н.с.,

доцент кафедри загального землеробства та ґрунтознавства,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

orcid.org/0000-0002-1666-3672

Бондаренко А.С. – к.с.-г.н., с.н.с.,

в.о. зав. лаб. маркетингових та економічних досліджень,

Державна установа Інститут зернових культур

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0000-0003-2060-9879

У сучасних умовах агровиробництва, особливо в степовій зоні України, важливим завданням є забезпечення високої та стабільної урожайності сільськогосподарських культур за мінімальних витрат ресурсів і збереження родючості ґрунтів. За останнє десятиліття істотне скорочення обсягів внесення мінеральних добрив у цьому регіоні призвело до зниження вмісту поживних речовин у ґрунтах, що негативно вплинуло на продуктивність таких стратегічно важливих культур, як кукурудза і соняшник. У таких умовах особливої актуальності набувають технології, спрямовані на стимулювання фізіолого-біохімічних процесів росту рослин, зокрема через передпосівну обробку насіння. Одним із перспективних напрямів є використання біостимуляторів росту – препаратів, здатних активізувати обмін речовин у насінні, покращувати польову схожість, підвищувати стійкість до несприятливих чинників середовища й забезпечувати формування високопродуктивних агроценозів. Метою дослідження було оцінити ефективність інкрустації насіння кукурудзи та соняшника біостимулювальними препаратами залежно від строків сівби в умовах Степу України. Польові дослідження проводили у 2021–2023 рр. на чорноземах звичайних малогумусних. Варіанти досліду охоплювали ранній та оптимальний строки сівби. Встановлено, що застосування біостимуляторів істотно підвищувало як польову схожість, так і врожайність досліджуваних культур. Максимальні показники схожості (92 % для кукурудзи та 82 % для соняшника) зафіксовано у варіанті з обробкою НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Липоген 200 мл/т (прилипач) + Вимпел-К2 500 мл/т + Склобицид 200 мл/т. Найвищу врожайність кукурудзи (10,16 т/га) та соняшника (3,43 т/га) забезпечили комбінації Вимпел-К2 500 мл/т + Склобицид 200 мл/т, НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Fortel 200 мл/т. Більшість препаратів виявились ефективнішими за оптимальних строків сівби, однак окремі варіанти продемонстрували високу адаптогенну здатність і за раннього висіву. Отримані результати підтверджують доцільність використання полікомпонентних стимуляторів росту для підвищення продуктивності культур у зоні Степу та обґрунтовують необхідність адаптивного підходу до вибору препаратів і строків їх застосування.

Ключові слова: кукурудза, соняшник, інкрустація, біостимулятор, польова схожість, врожайність, строк сівби.

Tkalych Yu.I., Kozechko V.I., Shevchenko S.M., Bondarenko A.S. Seed incrustation as a factor in improving germination and yield of maize and sunflower under conditions of the Steppe zone

In the current context of agricultural production, particularly within the Steppe zone of Ukraine, a major challenge is to ensure high and stable crop yields while minimizing resource inputs and maintaining soil fertility. Over the past decade, a significant reduction in the use of mineral fertilizers in this region has led to the depletion of soil nutrient reserves, negatively affecting the productivity of strategically important crops such as maize and sunflower. These circumstances have increased the relevance of technologies aimed at stimulating the physiological processes of plant development, particularly through pre-sowing seed treatment. One of the most promising approaches is the use of biostimulants – growth-regulating products that activate metabolic processes in seeds, improve field germination, enhance resistance to abiotic stress, and ultimately contribute to the formation of highly productive crops. The objective of this research was to evaluate the effectiveness of seed incrustation using growth-stimulating products developed by the Ukrainian company “Dolina” depending on the sowing dates of maize and sunflower under the edaphoclimatic conditions of the Ukrainian Steppe. Field trials were conducted over the course of 2021–2023 on typical low-humus chernozem soils. The experimental design included early and optimal sowing dates. It was found that the application of biostimulants significantly improved field germination and yield. The highest germination rates were achieved in the treatment with NIVA-PEG Maxi 5 L/t + Lipogen 200 mL/t (adjuvant) + Vympel-K2 500 mL/t + Sklobytsyd 200 mL/t, reaching 92% for maize and 82% for sunflower. The highest grain yields of maize (10.16 t/ha) and sunflower (3.43 t/ha) were recorded in treatments with Vympel-K2 500 mL/t + Sklobytsyd 200 mL/t, NIVA-PEG Maxi 5 L/t + Fortel 200 mL/t, and other multicomponent combinations. Most biostimulant treatments were more effective under optimal sowing conditions, but several demonstrated considerable adaptogenic properties under early sowing as well. These findings underline the effectiveness of complex growth stimulants in enhancing crop productivity and support the implementation of adaptive management strategies in seed treatment technologies for maize and sunflower in the Steppe zone of Ukraine.

Key words: *maize, sunflower, seed incrustation, biostimulant, field germination, yield, sowing date.*

Постановка проблеми. Одним із найважливіших завдань сучасного сільськогосподарства є підвищення врожайності сільськогосподарських культур при мінімальних витратах ресурсів і збереженні родючості ґрунтів. За останнє десятиліття значне скорочення обсягів внесення мінеральних добрив у степовій зоні України призвело до погіршення балансу поживних речовин у ґрунтах, що негативно позначилося на урожайності таких стратегічно важливих культур, як кукурудза і соняшник. У цих умовах особливого значення набувають технології, спрямовані на стимулювання фізіологічних процесів розвитку рослин, зокрема шляхом обробки насіння перед сівбою.

Серед запропонованих рішень перспективним напрямом є використання спеціальних рістстимулюючих препаратів, які здатні активізувати обмін речовин у насінні, підвищити його польову схожість, покращити стійкість до несприятливих факторів середовища, а в результаті – забезпечити формування високопродуктивних посівів. Однак, ефективність таких препаратів залежить не лише від їхнього складу та дози, а й від строку сівби, погодних умов та агротехнічних прийомів, що зумовлює необхідність їх ретельного дослідження і обґрунтування в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

У зв'язку з цим актуальним є питання оцінки ефективності застосування препаратів при інкрустації насіння кукурудзи та соняшника в різні строки сівби, з урахуванням специфіки умов степової зони України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання підвищення продуктивності соняшника і кукурудзи за допомогою передпосівної обробки насіння стимулюючими препаратами активно досліджуються як вітчизняними, так

і зарубіжними вченими. Відомо, що застосування регуляторів росту та мікроелементів здатне позитивно впливати на фізіологічні процеси в рослинах: активізує енергію проростання, покращує стійкість до стресових чинників, підсилює фотосинтетичну активність, що сприяє формуванню більшої біомаси та врожаю [1, 3, 5].

У роботах Ткаліча І.Д., Ткаліча Ю.І., Гирки А.Д. та інших дослідників показано, що використання біостимуляторів у технологіях вирощування кукурудзи і соняшника в умовах зниженого рівня мінерального живлення дозволяє істотно компенсувати дефіцит макро- і мікроелементів у ґрунті [9, 10]. Зокрема, препарати гумінової природи, амінокислотні комплекси, фітогормони, а також синтетичні стимулятори росту демонструють високу ефективність у підвищенні польової схожості, адаптивності рослин і стабільності урожайності за умов стресових погодних коливань.

Зарубіжні автори, зокрема Cardarelli M., Li H. та інші, акцентують увагу на ролі передпосівної біологічної обробки насіння в системах сталого землеробства як ефективному способі підвищення продуктивності культур при обмежених ресурсах. У дослідженнях зазначається, що поєднання мікроелементів і фітогормонів у складі препаратів забезпечує пролонговану дію впродовж вегетації [11–13].

Особливу увагу приділяється вибору оптимальної дози препаратів, строків і методів внесення, а також врахуванню гідротермічних умов, що значною мірою визначають ефективність дії регуляторів росту. Як підкреслюють Бортніка Т.П., Shevchenko S. та інші науковці, ефективність біостимуляторів у польових умовах має регіональну специфіку і вимагає локального обґрунтування на основі експериментальних даних [1, 4, 6–8, 14].

Попри значну кількість наукових публікацій, комплексна оцінка ефективності інкрустації насіння препаратами нового покоління залишається недостатньо висвітленою. Бракує систематичних даних про взаємозв'язок між типом препарату, дозою, строками сівби, погодними умовами року і кінцевими показниками продуктивності. Це зумовлює потребу в продовженні досліджень, зокрема в умовах степової зони України, де дія абіотичних стресів є особливо інтенсивною.

Постановка завдання. Польові дослідження проводили у 2021–2023 роках на науково-дослідному полі навчально-наукового центру Дніпровського державного аграрно-економічного університету. Ґрунтовий покрив дослідної ділянки представлений чорноземом звичайним малогумусовим середньосуглинковим з потужністю гумусового горизонту 65–75 см, вмістом гумусу 3,9 %, азоту – 0,19 %, фосфору – 0,14 %, калію – 2,2 %. Агротехніка вирощування кукурудзи та соняшника відповідала зональним рекомендаціям. Попередником кукурудзи була пшениця озима, а соняшника – кукурудза. Оранку проводили на глибину 23–25 см, підготовку ґрунту здійснювали за допомогою весняної культивуації та боронування. Сівбу виконували гібридами занесеними до Реєстру сортів: кукурудзи – Полтава; соняшник – Ліміт [3]. При сівбі локально вносили добрива (N_{30}). Для контролю бур'янів застосовували гербіцид Харнес (2,5 л/га).

Кукурудзу та соняшник висівали у два строки: ранній строк – за температури ґрунту на глибині посіву +3...+4 °C; оптимальний строк – за температури ґрунту +10...+12 °C.

Насіння соняшника та кукурудзи безпосередньо перед сівбою обробляли розчином рістрегулюючих препаратів відповідно до прийнятої схеми досліду, яка представлена в експериментальних таблицях (1, 2).

Розміщення ділянок – систематичне. Облікова площа однієї ділянки – 28 м². Повторність досліду – триразова. Визначення продуктивності культури здійснювали методами математичної статистики (дисперсійний аналіз) [5].

Метою дослідження було встановити ефективність застосування препаратів при інкрустації насіння кукурудзи та соняшника залежно від строків сівби, з урахуванням особливостей погодних умов вегетаційного періоду.

Виклад основного матеріалу дослідження. Одним із ключових чинників формування високої та стабільної врожайності кукурудзи є рівень польової схожості насіння, який безпосередньо пов'язаний з інтенсивністю процесу проростання. Забезпечення дружних і рівномірних сходів створює передумови для гармонійного розвитку рослин, спрощує проведення агротехнічних заходів догляду за посівами та полегшує механізоване збирання урожаю, що загалом позитивно впливає на якість та товарність продукції.

Упродовж 2021–2023 років нами було проведено дослідження з вивчення впливу інкрустації насіння різними препаратами на польову схожість кукурудзи та соняшника за різних строків сівби. Результати наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Польова схожість насіння кукурудзи і соняшника залежно від інкрустації насіння та різних строків сівби, % (середнє за 2021–2023 рр.)

Варіант обробки насіння	Кукурудза		Соняшник	
	ранній строк	оптимальний строк	ранній строк	оптимальний строк
1	2	3	4	5
Контроль	65	79	64	77
Обробка насіння Вимпел-К 500 мл/т	70	84	73	85
Обробка насіння Вимпел-К2 500 мл/т	68	78	69	82
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ 4 л/т	69	78	71	82
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ 5 л/т	77	89	80	89
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ 6 л/т	82	90	78	87
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 4 л/т	72	89	74	86
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т	70	82	72	86
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 6 л/т	76	83	77	90
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ 5 л/т + Оракул насіння 1 л/т.	67	79	69	80
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Оракул насіння 1 л/т	68	79	70	81
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ 5 л/т + Вимпел-К2 500 мл/т	65	81	69	80

Закінчення табл. 1

1	2	3	4	5
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Вимпел-К2 500 мл/т	68	81	72	83
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Вимпел-К2 500 мл/т + Оракул насіння 1 л/т	66	79	69	81
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Склобицид 10 мл/т	68	80	70	82
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Склобицид 200 мл/т	70	77	72	83
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Вимпел-К2 500 мл/т + Склобицид 200 мл/т	87	87	78	80
Обробка насіння Вимпел-К2 500 мл/т + Склобицид 200 мл/т	89	91	80	82
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Липоген 200 мл/т (прилипач)	80	87	82	83
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Липоген 200 мл/т (прилипач) + Вимпел-К2 500 мл/т + Склобицид 200 мл/т	92	91	81	82
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Fortel 200 мл/т (прилипач-розтікач)	91	91	82	82

Отримані дані свідчать, що польова схожість насіння кукурудзи та соняшника значною мірою залежала як від застосованих препаратів для передпосівної обробки, так і від строку сівби. У варіанті без обробки (контроль) спостерігалось найнижче значення польової схожості: 65–79 % для кукурудзи та 64–77 % для соняшника відповідно до строків сівби.

Застосування біостимуляторів Вимпел-К та Вимпел-К2 сприяло покращенню схожості: у кукурудзи показники зростали до 84 %, у соняшника – до 85 % за оптимального строку. Високі результати продемонстрував препарат НИВА-ПЕГ у нормі 5–6 л/т, що забезпечив 89–90 % схожості у кукурудзи та до 89 % у соняшника.

Комбінації препаратів також мали позитивний вплив. Зокрема, варіант НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Липоген 200 мл/т (прилипач) + Вимпел-К2 500 мл/т + Склобицид 200 мл/т забезпечив максимальну схожість кукурудзи за раннього строку – 92 %, що на 27 % вище за контроль. У соняшника найкращий результат (82 %) спостерігався в кількох варіантах із комплексною обробкою: НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Fortel 200 мл/т, НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Липоген 200 мл/т та НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Липоген 200 мл/т (прилипач) + Вимпел-К2 500 мл/т + Склобицид 200 мл/т.

Загалом, результати демонструють, що застосування полікомпонентних схем інкрустації сприяє покращенню польової схожості, особливо за умов ранніх строків сівби, коли дія стресових факторів є більш вираженою.

Дослідження щодо застосування регуляторів росту в технології вирощування кукурудзи та соняшника свідчать, що досягнення максимальної врожайності можливе лише за умови оптимізації факторів життєзабезпечення культури на всіх етапах її органогенезу.

Аналіз отриманих результатів свідчить про суттєвий вплив інкрустації насіння кукурудзи та соняшника на урожайність культури за різних строків сівби (табл. 2). У контрольному варіанті без застосування обробки спостерігалися найнижчі показники врожайності: у кукурудзи – 4,80 т/га за раннього та 6,32 т/га за оптимального строку сівби; у соняшника відповідно – 1,68 і 2,21 т/га.

Таблиця 2

Врожайність кукурудзи на зерно і соняшника залежно від інкрустації насіння та різних строків сівби, т/га (середнє за 2021–2023 рр.)

Варіант обробки насіння	Кукурудза		Соняшник	
	ранній строк	оптимальний строк	ранній строк	оптимальний строк
1	2	3	4	5
Контроль	4,80	6,32	1,68	2,21
Обробка насіння Вимпел-К 500 мл/т	6,51	7,60	2,04	2,38
Обробка насіння Вимпел-К2 500 мл/т	6,27	8,83	1,96	2,74
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ 4 л/т	6,35	7,02	1,99	2,21
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ 5 л/т	7,21	9,07	2,23	2,79
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ 6 л/т	7,53	9,65	2,31	2,96
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 4 л/т	6,84	8,87	2,07	2,68
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т	6,49	7,74	2,03	2,42
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 6 л/т	7,08	7,74	2,21	2,42
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ 5 л/т + Оракул насіння 1 л/т.	7,00	8,12	2,19	2,55
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Оракул насіння 1 л/т	5,81	8,83	1,81	2,74
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ 5 л/т + Вимпел-К2 500 мл/т	5,19	8,77	1,72	2,70
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Вимпел-К2 500 мл/т	6,28	9,60	1,96	2,89

Закінчення табл. 2

1	2	3	4	5
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Вимпел-К2 500 мл/т + Оракул насіння 1 л/т	4,87	8,27	1,74	2,50
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Склобицид 10 мл/т	4,88	8,60	1,69	2,60
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Склобицид 200 мл/т	5,86	8,86	1,83	2,70
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Вимпел-К2 500 мл/т + Склобицид 200 мл/т	8,06	9,86	2,52	3,09
Обробка насіння Вимпел-К2 500 мл/т + Склобицид 200 мл/т	8,08	10,16	2,66	3,19
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Липоген 200 мл/т (прилипач)	7,38	9,95	2,30	3,14
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Липоген 200 мл/т (прилипач) + Вимпел-К2 500 мл/т + Склобицид 200 мл/т	7,98	9,77	2,81	3,43
Обробка насіння препаратом НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Fortel 200 мл/т (прилипач-розтікач)	8,06	9,82	2,78	3,33
НІР ₀₅ , т/га для соняшника: обробка насіння – 0,08–0,10; строки сівби – 0,07–0,09 для кукурудзи: обробка насіння – 0,09–0,11; строки сівби – 0,09–0,10				

Застосування стимуляторів росту та комплексних препаратів дало змогу істотно підвищити врожайність обох культур. Найвищі результати серед окремих препаратів забезпечили комбінації Вимпел-К2 500 мл/т + Склобицид 200 мл/т та НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Fortel 200 мл/т, за яких урожайність кукурудзи досягала 10,16 т/га, а соняшника – 3,33–3,19 т/га за оптимального строку сівби. Особливо ефективними виявились також варіанти із застосуванням НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Липоген 200 мл/т (прилипач) + Вимпел-К2 500 мл/т + Склобицид 200 мл/т, де урожайність кукурудзи становила 9,77 т/га, а соняшника – 3,43 т/га, що перевищувало контроль відповідно на 54,6 % і 55,2 %.

Варто відзначити, що більшість препаратів проявили вищу ефективність за оптимального строку сівби, що узгоджується з літературними даними щодо кращої реакції культур на біостимулятори в умовах меншого стресового навантаження. Водночас деякі комбінації засобів дозволяли істотно підвищити продуктивність навіть за раннього строку сівби, що вказує на їх потенціал як адаптогенів при змінних умовах середовища.

Висновки та пропозиції. Польова схожість насіння як кукурудзи, так і соняшника істотно підвищувалася під впливом застосування біостимуляторів, особливо

за умов раннього строку сівби. Максимальні значення схожості кукурудзи (92 %) та соняшника (82 %) були зафіксовані у варіанті з інкрустацією НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Липоген 200 мл/т (прилипач) + Вимпел-К2 500 мл/т + Склобицид 200 мл/т, що перевищувало контрольні показники на 27–28 %.

Врожайність кукурудзи та соняшника за всіма варіантами дослідів виявила пряму залежність від рівня польової схожості. Найвищу урожайність кукурудзи (10,16 т/га) та соняшника (3,43 т/га) зафіксовано у варіантах Вимпел-К2 500 мл/т + Склобицид 200 мл/т, НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Fortel 200 мл/т та НИВА-ПЕГ Макси 5 л/т + Липоген 200 мл/т (прилипач) + Вимпел-К2 500 мл/т + Склобицид 200 мл/т при сівбі у оптимальні строки.

Умови ранньої сівби, що характеризуються нижчими температурами ґрунту, значно посилюють диференціацію між варіантами обробки. Саме за таких умов найвиразніше проявляється ефективність багатокомпонентних схем інкрустації, що дозволяє частково компенсувати негативний вплив стресових факторів середовища.

Проведене дослідження підтверджує доцільність адаптивного підходу до вибору стимуляторів росту та строків сівби з урахуванням конкретних ґрунтово-кліматичних умов. Отримані результати можуть бути використані для удосконалення технологій вирощування кукурудзи і соняшника у Степу України та розробки практичних рекомендацій для сільгоспвиробників.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бортнік Т.П., Гаврилюк В.А., Бортнік А.М., Ковальчук Н.С. Вплив передпосівної обробки насіння стимуляторами росту рослин на біометричні параметри рослин та формування врожайності зерна кукурудзи в умовах Волинської області. Вісник НУВГП. 2019. Вип. 1(85). С. 132–138. <https://doi.org/10.31713/vs1201913>.
2. Гирка А. Д., Ткаліч І. Д., Бочевар О. В., Сидоренко Ю. Я., Ільєнко О. В. Ріст, розвиток і формування урожайності соняшника під впливом регуляторів росту та удобрення. Зернові культури. 2018. 2. № 2, С. 301–308.
3. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2018 рік. Київ, 2018. 447 с.
4. Заболотна А.В., Заболотний О.І., Розборська Л.В., Жилик І.Д., Даценко А.А. Вміст пігментів та чиста продуктивність фотосинтезу кукурудзи при використанні регуляторів росту рослин. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія. 2022. № 46(4). С. 9–15. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.4.2>.
5. Мазур В. А., Липовий В. Г., Мордванюк М. О. Методика наукових досліджень в агрономії: навчальний посібник. Вінниця : ВЦ ТОВ «ТВОРИ», 2020. 204 с.
6. Островська А., Гжесіак М.Т., Гура Т. Екзогенне застосування стимуляторів росту покращує стан кукурудзи, підданої ґрунтовій посузі. *Acta Physiologiae Plantarum*. 2021. № 43. С. 62. <https://doi.org/10.1007/s11738-021-03232-2>.
7. Паламарчук В. Д. Вплив позакореневого підживлення на кількість качанів у гібридів кукурудзи. Вісник аграрної науки. 2018. № 8. С. 24–32. doi: 10.31073/agrovisnyk201808–14.
8. Панко Р. О. Вплив стимуляторів росту на ріст, розвиток та врожайність кукурудзи в умовах Степу України. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2021. № 3. С. 45–52.
9. Ткаліч І. Д., Гирка А. Д., Бочевар О. В., Ткаліч Ю. І. Агротехнічні заходи підвищення урожайності насіння соняшника в умовах Степу України. Зернові культури. Том 2. № 1. 2018. С. 44–52.

10. Ткаліч Ю. І., Циліурик О. І., Козечко В. І. Оптимізація застосування мікродобрив та регуляторів росту рослин у посівах кукурудзи північного степу України. Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. 2017. 4, 20–25.

11. Cardarelli M., Woo S. L., Rouphael Y., Colla G. Seed Treatments with Microorganisms Can Have a Biostimulant Effect by Influencing Germination and Seedling Growth of Crops. *Plants*. 2022. Vol. 11(3). P. 259. <https://doi.org/10.3390/plants11030259>.

12. Li H., Yue H., Li L., Liu Y., Zhang H., Wang J., et al. Seed biostimulant *Bacillus* sp. MGW9 improves the salt tolerance of maize during seed germination. *AMB Express* 2021. Vol. 11. Article 74. <https://doi.org/10.1186/s13568-021-01237-1>.

13. Mildažienė V., Aleknavičiūtė V., Žūkienė R., Šimonis P., Šatkauskas S., Kurapkienė S., Pauža V. Treatment of common sunflower (*Helianthus annuus* L.) seeds with radio-frequency electromagnetic field and cold plasma induces changes in seed phytohormone balance, seedling development and leaf protein expression // *Scientific Reports*. 2019 Vol. 9 Article 6437. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-42893-5>.

14. Shevchenko S., Derevenets-Shevchenko K., Desyatnyk L., Shevchenko M., Sologub I., Shevchenko O. Tillage effects on soil physical properties and maize phenology. *International Journal of Environmental Studies*. 2024. 81:1. 393–402. doi: 10.1080/00207233.2024.2320032.

УДК 581.132.1:633.854.79

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.14>

ФОРМУВАННЯ АСИМІЛЯЦІЙНОЇ ПОВЕРХНІ РІПАКУ ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ВАРІАНТІВ ПОЄДНАННЯ РІСТРЕГУЛЮЮЧИХ КОМПОНЕНТІВ ТА УДОБРЕННЯ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО

Томчук О.М. – аспірант кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії,
Вінницький національний аграрний університет
orcid.org/0000-0002-9167-833X

Сучасні підходи до комбінованих систем живлення озимого ріпаку вимагають формування цілісного адаптивного підходу, який враховує відповідні рівні технологічної ємності сучасних генотипів даної культури та носить інтегрований характер як з позиції впливу на морфогенез рослин, так і з позиції забезпечення його оптимізації, формуючи передумови для максимальної реалізації урожайного потенціалу сортів та гібридів. Такий підхід стосується і базової складової, яка є по суті індикатором продуктивності агроценозу – аналізу формування та функціонування асиміляційної поверхні рослин.

Враховуючи ці аспекти за багаторічний цикл вивчення було досліджено динаміку формування та продуктивної ефективності листкового апарату рослин озимого ріпаку за комбінованої системи удобрення озимого ріпаку при застосуванні системи рістрегулюючих компонентів бінарної фунгіцидно-регулятивного характеру у поєднанні із варіантами позакореневого підживлення. Для системи було підібрано варіанти, які пропонуються на ринку агрохімікатів та по окремоті довели свою виробничу ефективність та доцільність застосування.

Застосування у дослідженнях апробованих методів оцінки та узагальнення дозволило виділити найбільш ефективний варіант вирощування озимого ріпаку на сірих лісових ґрунтах в умовах нестійкого зволоження, який передбачає поліпшений варіант основного удобрення (ВВСН 00: Діамофоска N-9% P-25% K-25% (100 кг/га) + Росаферт 5-10-25+10S (120 кг/га); ВВСН 19–20 (по мерзлоталому ґрунту): Росаферт NPK 16-14-07 (100 кг/га) + КАС-32 (200 л/га) + Гіосульфат амонію (ATS) (30 л/га)) у поєднанні із застосуванням рістрегулюючих компонентів (ВВСН 14–18: Регулятор Букат ((тебеконазол 500 гр/л) (0,35 л/га)); ВВСН 35–39: Карамба Турбо 0,65 л/га + Букат 0,35 л/га) за додаткового застосування системи позакореневих підживлень (Розалік (В, Мо, S) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 31–34)) + Розасоль 18-18-18+МЕ (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 51–53)). Застосування такої системи дозволяє на найбільш критичну з позиції реалізації урожайного потенціалу гібридів кукурудзи – цвітіння – досягнути показника площі асиміляційної поверхні на рівні до 49 тис. м²/га за рівня фотосинтетичного потенціалу до 2,700 млн. м² діб/га та чистої продуктивності фотосинтезу в інтервалі 7,89–8,65 г/м² за доби.

Ключові слова: удобрення, рістрегулятори, позакореневі підживлення, площа листя, фотосинтетичний потенціал, чиста продуктивність фотосинтезу.

Tomchuk O.M. Formation of the assimilation surface of winter rape depending on the variants of combination of regulating components and fertilization in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe

Modern approaches to combined nutrition systems for winter rape require the development of a holistic adaptive approach that takes into account the appropriate levels of technological capacity of modern genotypes of this crop and is integrated both in terms of influencing plant morphogenesis and ensuring its optimization, creating the prerequisites for maximizing the yield potential of varieties and hybrids. This approach also applies to the basic component, which is essentially an indicator of agroecosystem productivity – the analysis of the formation and functioning of the assimilation surface of plants.

Taking into account these aspects, the dynamics of formation and productive efficiency of the leaf apparatus of winter rape plants under the combined fertilization system of winter rape using

a system of growth-regulating components of binary fungicide-regulatory nature in combination with foliar feeding options was studied over a multi-year cycle of research. For the system, we selected options that are offered on the agrochemical market and have individually proven their production efficiency and feasibility.

The use of widely tested methods of evaluation and generalization in the research allowed us to identify the most effective option for growing winter rape on gray forest soils under conditions of unstable moisture, which provides an improved version of the main fertilizer (BBCH 00: Diammophoska N-9% P-25% K-25% (100 kg/ha) + Rosafert 5-10-25+10S (120 kg/ha); BBCH 19–20 (on permafrost soil): Rosafert NPK 16-14-07 (100 kg/ha) + UAN-32 (200 l/ha) + Ammonium Thiosulfate (ATS) (30 l/ha)) in combination with the use of growth regulating components (BBCH 14–18: Regulator Bukat ((thiconazole 500 g/l) (0.35 l/ha)); BBCH 35–39: Karamba Turbo 0.65 l/ha + Bukat 0.35 l/ha) with the additional use of foliar fertilization system (Rosalik (B, Mo, S) (1 l/ha) + adjuvant Spray-Aid (0.08 l/ha) (BBCH 31–34)) + Rosasol 18-18-18 + ME (3 kg/ha) + adjuvant Spray-Aid (0.08 l/ha) (BBCH 51–53)). The use of such a system allows to achieve the assimilation surface area of up to 49 thousand m²/ha at the most critical stage of corn hybrids' yield potential realization – flowering – with the photosynthetic potential of up to 2.700 million m² days/ha and net photosynthetic productivity in the range of 7.89–8.65 g/m² per day.

Key words: fertilizers, growth regulators, foliar fertilization, leaf area, photosynthetic potential, net photosynthetic productivity.

Постановка проблеми. Сучасні сорти та гібриди ріпаку озимого володіють комплексом адаптивних властивостей, що дозволяє досягати урожайності насіння на рівні до 6–7 т/га [1, с. 2–3]. Звичайно, що реалізація такого урожайного потенціалу не можлива без відповідної системи удобрення та системи догляду за посівами з огляду на вимогливість ріпаку озимого до забезпечення як основними макро-, так і мікроелементами [2, с. 180–181]. Важливим є також контроль шкідників генеративної частини, який може за нефективної системи захисту знизити урожайність ріпаку озимого майже на половину [3, с. 31–33].

Разом із тим, слід розуміти, що урожайні властивості будь-якого виду рослин реалізуються за рахунок формування відповідного типу продуктивної архітекtonіки, яка забезпечує як достатні збалансовані темпи ростових процесів, так і формує відповідні величини індексів вегетативного та репродуктивного зусилля, що у підсумку реалізується у значеннях індивідуальної структури насіннєвої продуктивності та самих показників якості сформованого врожаю [4, с. 477–478].

Слід зауважити, що серед окреслених параметрів такої бажаної продуктивної архітекtonіки показник індивідуальної площі листя або ж значення сформованої площі асиміляційної поверхні відповідного агроценозу ріпаку озимого відіграють одну із базових значень, формуючи фізіологічну потребу в фотосинтетично отриманих асимілянтах необхідних для реалізації генетичного програмного компоненту продуктивності самих рослин [5, с. 2–3].

Для ріпаку озимого формування оптимального значення площі асиміляційної поверхні є одним із головних компонент формування високоврожайних посівів [6, с. 2–3; 7, с. 143–144]. Відмічається при цьому, що для ріпаку, як і для більшості інших культур оптимальні розміри асиміляційної поверхні мають сягати показника 40–50 тис. м²/га та мати відповідну тривалість функціонування на такому рівні облистяності [1, с. 2–3]. З огляду на це важливим аспектом сучасних технологій вирощування ріпаку, з огляду на тенденції до зниження кількісної норми висіву, є пошук оптимальних агротехнологічних важелів направлених на формування високих продуктивних значень площі листків на одній рослині з метою реалізації продуктивності агроценозів ріпаку озимого за норми висіву в інтервалі 300–500 тис. рослин/га [8, с. 160; 9, с. 109–110]. При цьому складністю такого

регулювання є наявність двох фаз у фенологічному розвитку ріпаку озимого. Це осінній період до входу у зиму та відновлення вегетації навесні, що формує необхідність у пошуку збалансованої тактики покликантої як забезпечити збереження відповідної площі листків до входження рослин у зиму та забезпечення достатнього рівня накопичення необхідних компонентів асимілянтів, які визначатимуть зимостійкість та морозостійкість, а з іншого боку сформувати передумови для активного відновлення вегетації із формуванням оптимальної площі листа на 1 га не створюючи перешкод для формування відповідної продуктивної архітекτονіки самих рослин [10, с. 232–233; 11, с. 129].

Слід враховувати, що фізіологічно формування листків на рослин в осінній період має суттєво нижчі темпи, ніж темпи цього процесу у період відновлення вегетації особливо у міжфазний період від початку формування стебла до початку цвітіння [12, с. 54]. Такий характер формування показника створює реальні агро-технологічні ризики, враховуючи природні процеси різкого зниження площі листа після перезимівлі в силу природних процесів відмирання листків в силу різних причин [13, с. 272–273]. З огляду на це по своїй суті стан асиміляційної поверхні рослин озимого ріпаку як перед входом у зиму, так і після повного відновлення вегетації і едикацією ефективності застосованої системи удобрення та відповідного рівня забезпеченості рослин відповідними елементами живлення [14, с. 2–3].

Свого максимуму асиміляційна поверхня на ріпаку озимого переважно досягає на фазу початку цвітіння з інтенсивним зниженням у послідовуючі фенологічні фази в міру формування плодоеlementів та дозрівання насіння [15, с. 854]. Зокрема, відмічено, що максимальна площа листової поверхні у рослин спостерігається у фазі цвітіння і плодоношення, та коливається залежно від генотипу сорту чи гібриду на рівні 20,6–48,2 тис. м²/га. Разом із тим відзначається, що даний показник має певну генотипічну детермінацію та може залежати від морфотипу рослин відповідного сорту чи гібриду, групи його стиглості, системи реалізації генотипового коду з огляду на ґрунтово-кліматичні особливості періоду активної вегетації рослин [16, с. 2450–2451]. При цьому рівень адаптивності самого гібриду чи сорту буде значною мірою визначатись показником площі листа на рослині при істотному погіршенні вказаних гідротермічних умов [17, с. 2218–2220].

За рахунок такої періодики у формуванні асиміляційної поверхні рослин важливою запорукою формування оптимальної фотосинтетичної структури посівів буде планування раціонального удобрення у осінній період та застосування комбінованих варіантів удобрення на початку відновлення весняної вегетації рослинами [18, с. 4–5].

Слід зауважити, що не дивлячись на досить ґрунтовне дослідження питання формування площі листового апарату ріпаку озимого питання формування даного показника з огляду на комбіновані варіанти удобрення із застосуванням фонового мінерального живлення, системи рістрегулюючих прерпаратів та варіантів позакореневого підживлення є питанням, яке потребує додаткового наукового узагальнення, особливо враховуючи великий варіативний розмах пропозицій для умов Лісостепу правобережного України на сірих лісових ґрунтах.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження було закладено та проведено впродовж 2022–2024 років на базі ТОВ «ВІН-АГРО ГРУП» на сірих лісових ґрунтах з такими середніми агрохімічними показниками: вміст гумусу 2,00%, лужногідролізованого азоту (за Корнфілдом) 81 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору (за Мачигінім) 171,9 мг/кг ґрунту, обмінного калію (за Чиріковим) 129 мг/кг ґрунту та рН 6,3. Загальна схема досліду представлена в табл. 1. У організації

варіантів дослідів було застосовано систему з чотирьохразової повторності з ярусним розміщенням при обліковій площі ділянки 50 м². Строк сівби вказаних варіантів дослідів був одно типовий та календарно відповідав третій декаді серпня за кількісної норми висіву 500 тис. насінин/га при ширині міжрядь 35 см.

Таблиця 1

Схема дослідів з вивчення впливу комбінованої системи удобрення ріпаку озимого на формування та реалізацію показників біопродуктивності

Гібрид (чинник А)	Основне удобрення (чинник В)	Застосування регуляторів росту (чинник С)	Позакореневе підживлення мікродобривами (чинник D)
Домінатор (DSV) (A ₁)	Базовий (В ₁) (ВВСН 00: Діамофоска N-9% P-25% K-25% (100 кг/га) + Росаферт 5-10-25 (120 кг/га); ВВСН 19–20 (по мерзлоталому ґрунту): Росаферт НРК 16-14-07 (100 кг/га) + карбамід (150 кг/га) Норма внесення для варіанту – N ₁₀₀ P ₅₁ K ₆₂	Контроль (без обробки) (С ₁)	(D ₁) Без підживлення
			(D ₂) Розалік (В, Мо, S) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 31–34))
			(D ₃) Розасоль 18-18-18+МЕ (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 51–53))
			(D ₄) Розалік (В, Мо, S) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 31–34)) + Розасоль 18-18-18+МЕ (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 51–53))
		ВВСН 14–18: Регулятор Букат ((тебеконазол 500 гр/л) (0,35 л/га)); ВВСН 35–39: Карамба Турбо 0,65 л/га + Букат 0,35 л/га (С ₂)	(D ₁) Без підживлення
			(D ₂) Розалік (В, Мо, S) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 31–34))
			(D ₃) Розасоль 18-18-18+МЕ (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 51–53))
			(D ₄) Розалік (В, Мо, S) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 31–34)) + Розасоль 18-18-18+МЕ (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 51–53))
Абсолют (Limagrain) (A ₂)	Поліпшений (В ₂) (ВВСН 00: Діамофоска N-9% P-25% K-25% (100кг/га)+Росаферт 5-10-25+10S (120 кг/га); ВВСН 19–20 (по мерзлоталому ґрунту): Росаферт НРК 16-14-07 (100 кг/га) + КАС-32 (200 л/га) + Тіосульфат амонію (ATS) (30 л/га)) Норма внесення для варіанту – N ₁₀₀ P ₅₁ K ₆₂ S ₂₂	Контроль (без обробки) (С ₁)	(D ₁) Без підживлення
			(D ₂) Розалік (В, Мо, S) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 31–34))
			(D ₃) Розасоль 18-18-18+МЕ (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 51–53))
			(D ₄) Розалік (В, Мо, S) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 31–34)) + Розасоль 18-18-18+МЕ (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 51–53))
		ВВСН 14–18: Регулятор Букат ((тебеконазол 500 гр/л) (0,5 л/га)); ВВСН 35–39: Карамба Турбо 0,65 л/га + Букат 0,35 л/га (С ₂)	(D ₁) Без підживлення
			(D ₂) Розалік (В, Мо, S) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 31–34))
			(D ₃) Розасоль 18-18-18+МЕ (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 51–53))
			(D ₄) Розалік (В, Мо, S) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 31–34)) + Розасоль 18-18-18+МЕ (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 51–53))

* – фаза розвитку озимого ріпаку за шкалою ВВСН.

Попередником за схемою чергування культур у сівозміні господарства була озима пшениця. Система обробітку ґрунту після збору попередника передбачала дискування у два сліди на глибину 6–8 см та послідовую оранку на глибину 23–25 см. Система передпосівного обробітку передбачала застосування комплексного ґрунтообробного агрегату з передпосівною культивациєю та вирівнюванням. Після посіву застосовувалось післяпосівне коткування.

У дослідженнях використано два гібриди ріпаку озимого: середньоранній Домінатор (DSV) та середньостиглий Абсолют (Limagrain).

Система фіто захисту застосована на всіх варіантах дослідів включала: у фазі 2 листочків гербіцид Бутізан Авант (2,5 л/га) + через 5 днів кіллітоп (1,5 л/га) (циперметрин 50 г/л + хлор пірифос 500 г/л) проти підгризаючих совок + інсектицид інстрайкер (0,2 л/га) у фазі 7–8 листочків + після відновлення вегетації проти комплексу хвороб та шкідників Дерозал (карбендазим 500 гр/л, 1 л/га) та Еванс (0,15 л/га) + у фазу бутонізації Кларк (0,4 кг/га), Вето (0,5 л/га), Інстрайкер (0,2 л/га) + на фазу середини цвітіння проти ріпакового квіткоїда Піктор (0,4 л/га) та Біская (0,5 л/га).

Аналіз погодних умов за період досліджень було проведено за використання таких параметрів як: середньодобова температура ($^{\circ}\text{C}$), сума опадів (мм), відносна вологість повітря (%), гідротермічний коефіцієнт (ГТК) (формула 1), індекс посушливості Де Мартона (I_{DM}) (формула 2), коефіцієнт зволоження Іванова (K_z) (формула 3).

$$ГТК = \frac{\sum R}{0.1 \times \sum t_{>10}} \quad (1)$$

де: $\sum R$ – сума опадів (мм) за період з температурою вище 10°C , $\sum t_{>10}$ – сума ефективних температур за той самий період.

$$I_{DM} = \frac{12P_m}{T_m + 10} \quad (2)$$

де P_m і T_m – кількість опадів і середня температура повітря у відповідному місяці відповідно

$$K_z = \frac{P}{E} \quad (3)$$

де: K_z – коефіцієнт зволоження; P – сума опадів за аналізований період, мм; E – випаровуваність за аналізований період, мм (формула 4)

$$E = 0,0018 \times (25 + t)^2 \times (100 - a) \quad (4)$$

де за аналізований період: t – середня температура повітря $^{\circ}\text{C}$; a – середня вологість повітря, %.

Зведені результати оцінки гідротермічних умов представлено в табл. 2, а графік динаміки змін середньодобової температури та суми опадів на рис. 1.

Погодні умови за період досліджень мали відповідні відмінності з позиції біологічних властивостей ріпаку озимого. Так умови вегетаційного сезону 2021/2022 років відмічено із вираженим дефіцитом зволоження в осінній період вегетації ріпаку озимого на фоні інтенсивного зниження середньодобових температур, що зумовило подовження тривалості сходів та формування ризиків до перезимівлі. Весняний період вегетації 2021/2022 рр. також характеризувався як прохолодний впродовж травня з послідовним інтенсивним наростанням температур

на фоні помірного вологозабезпечення. У підсумку даний вегетаційний сезон 2021/2022 рр. був найпрохолоднішим за весь період оцінки та за значеннями відповідних коефіцієнтів зволоження та посушливості мав у середньому на 18,9% нижчу забезпеченість вологою за рахунок атмосферного зволоження.

Веgetаційний сезон 2022/2023 рр. характеризувався надмірним вологозабезпеченням (+64,5% до середньо багаторічної норми) період осіннього розвитку ріпаку озимого на фоні підвищених на 11,5% рівня багаторічного режиму середньодобових температур. Навпаки період відновлення вегетації та активного росту на весні відбувався на фоні повільного наростання середньодобових температур з нерівномірним зволоженням на рівні середньо багаторічних показників.

Умови сезону вегетації ріпаку 2023/2024 рр. характеризувались сприятливими умовами осіннього періоду вегетації за відносно посушливого періоду квітня–травня у період її відновлення за інтенсивної динаміки наростання середньодобових температур.

Таблиця 2

**Основні параметри та індекси гідротермічних умов періоду вегетації
ріпаку озимого, 2021–2024 рр.**

Рік	Сума опадів, мм (IV–VI)	$t_{\text{сеп.}}, ^\circ\text{C}$ (IV–VI)	Місяці								
			IV			V			VI		
			ГТК	I_n	K_z	ГТК	I_n	K_z	ГТК	I_n	K_z
2021	282,8	13,26	0,23	38,8	0,96	3,13	66,7	1,64	1,68	39,8	1,00
2022	242,1	14,30	0,56	57,4	2,33	1,43	31,3	0,79	1,50	36,1	0,85
2023	239,8	14,18	1,54	91,5	3,33	0,08	1,9	0,04	1,64	38,9	0,87
2024	262,1	16,27	3,26	47,5	3,18	0,58	13,2	0,24	1,66	40,4	0,98

Рік	Сума опадів, мм (VII–X)	$t_{\text{сеп.}}, ^\circ\text{C}$ (VII–X)	Місяці											
			VII			VIII			IX			X		
			ГТК	I_n	K_z	ГТК	I_n	K_z	ГТК	I_n	K_z	ГТК	I_n	K_z
2021	176,9	15,4	0,78	20,1	0,45	1,46	35,7	0,91	0,71	17,6	0,51	0,00	1,7	0,04
2022	436,6	16,0	0,90	22,4	0,58	1,71	43,1	1,06	4,96	98,1	2,60	3,17	51,4	1,50
2023	247,1	18,3	1,41	35,8	0,82	0,65	16,9	0,36	1,01	23,4	0,63	1,03	29,9	0,93
2024	219,8	19,6	1,19	31,1	0,66	0,77	19,8	0,41	0,45	10,6	0,22	1,17	30,5	1,06

Рік	$t_{\text{сеп.}}, ^\circ\text{C}$	**Сума опадів, мм	Рік	$t_{\text{сеп.}}, ^\circ\text{C}$	Сума опадів, мм	Рік	$t_{\text{сеп.}}, ^\circ\text{C}$	Сума опадів, мм	Рік	$t_{\text{сеп.}}, ^\circ\text{C}$	Сума опадів, мм
2021	-0,3	356,1	2022	1,2	216,9	2023	2,2	278,0	2024	2,9	371,2

* – середня середньодобова температура ($^\circ\text{C}$): ** – сума опадів (мм) за період листопад попереднього року – березень наступного року.

При цьому зимовий період був відносно теплий з фіксованими мінімальними температурами січня на рівні -10 – -12 $^\circ\text{C}$. Проте слід відмітити малосніжність для всіх трьох сезонів, що створювала загрози для перезимівлі та сформувала вищі рівні зниження густоти стояння рослин.

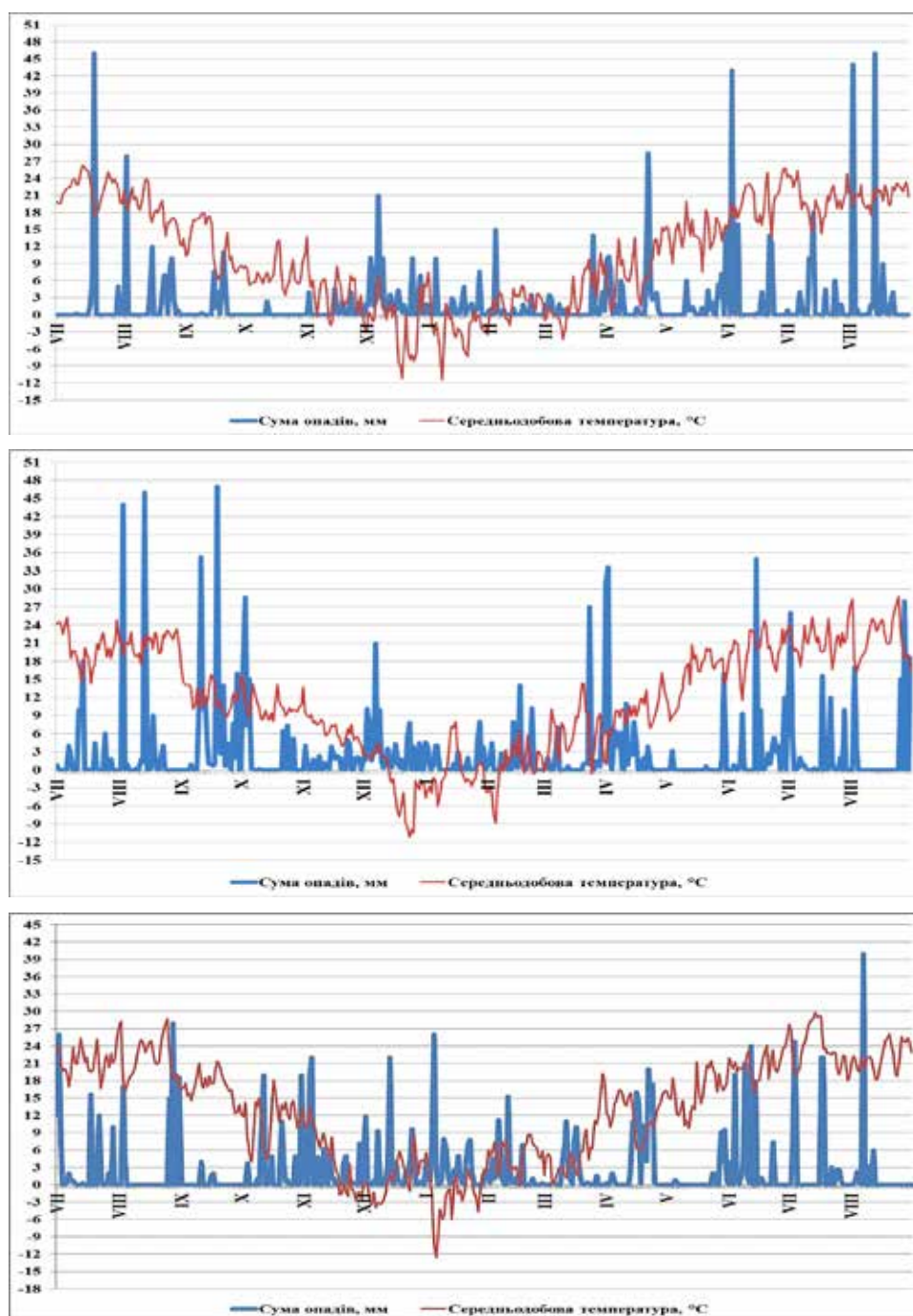


Рис. 1. Гідротермічний режим періоду вегетації ріпаку озимого
(попередньо: верхня позиція 2021–2022 рр., середня позиція – 2022–2023 рр.,
нижня позиція – 2023–2024 рр.)

У результаті підсумку динамічний ряд сезонів вегетації ріпаку озимого у дослідженнях у напрямку зростання оптимальності можна розмістити у наступному порядку: 2021/2022 – 2023/2024 – 2022/2023.

Закладення та супровід варіантів досліду проводили у відповідності до стандартних методичних рекомендацій досліджень з агрохімікатами [19, с. 5–12; 20, с. 8–30] та проведення оцінок генотипів у схемах державного сортовипробування [21, с. 7–52].

Детермінацію фенологічного розвитку гібридів ріпаку озимого у досліді проводили, застосовуючи стандартну шкалу ВВСН для даної культури.

Визначення параметрів асиміляційної поверхні рослин ріпаку озимого у варіантах досліду проводили за таким порядком:

- площу листя з використанням рекомендованої методики за вагою листя [22, с. 1287 з врахуванням [17, с. 2220–2222] з калькуляцією показника для 10 типових рослин на 1 м² та послідовним переведенням показника відповідно до значень фактичної густоти стояння рослин;

- величину фотосинтетичного потенціалу відповідно стандартної методики [21, с. 12–19], застосовуючи формулу 5:

$$\Phi П = \frac{(S_1 + S_2) \times T}{2} \quad (5)$$

де: Т – період тривалості між обліками показників від S₁ до S₂ у кількості, діб;
S₁ і S₂ – площа листової поверхні рослин у відповідні періоди, тис. м²/га;

- чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) визначали на підставі формули 6:

$$\text{ЧПФ} = \frac{(B_2 - B_1)}{\frac{(S_1 + S_2) \times T}{2}} \quad (6)$$

де: B₁ і B₂ – вага сухої маси рослин з 1 м² чи з 1 га посіву на початку і наприкінці врахованого проміжку часу Т, г; S₁ і S₂ – площа листя на початок і на кінець проміжку часу Т; Т – проміжок часу, діб;

- динаміку нагромадження сухої маси ріпаку озимого визначали шляхом висушування наважок до абсолютно сухого стану при температурі 105 °С.

Для статистичної оцінки результатів досліджень було застосовано стандартні схеми дисперсійного аналізу та прийоми статистичної обробки середніх дослідних величин для 5% рівня значимості [23, с. 85–170].

Виклад основного матеріалу дослідження. Проведеними дослідженнями встановлено, що формування величини асиміляційної поверхні гібридів ріпаку озимого за застосованих варіантів удобрення мало істотні відмінності як в досягнутому рівні показника, так і в динаміці його формування (табл. 3). При цьому характер динаміки формування площі листя у розрізі облікових фенологічних фаз. Так, застосований варіант поліпшений варіант основного удобрення забезпечив прирости площі асиміляційної поверхні обох гібридів ріпаку озимого у співставленні до базового варіанту у всі фенологічні стадії обліку показника.

Таблиця 3

**Фенологічна динаміка формування площі асиміляційної поверхні у гібридів
ріпаку озимого залежно від застосованих варіантів удобрення, тис. м²/га
(середнє за 2021–2024 рр.)**

Основне удобрення (чинник В)	Регу- лятора росту (чинник С)	Варіант піджив- лення (чинник D)	4 справжні листки	Розетка листя 8-9 лист- ків	Бутоніза- ція	Цвітіння	Дозрі- вання
Домінатор							
Базовий (В ₁)	C ₁	D ₁	3,65	14,57	23,54	31,69	2,17
		D ₂	3,63	14,88	25,39	35,22	4,51
		D ₃	3,71	14,84	24,44	34,08	3,59
		D ₄	3,64	15,11	26,15	36,25	6,11
	C ₂	D ₁	3,58	16,11	27,57	37,93	4,77
		D ₂	3,61	16,67	29,45	40,87	6,39
		D ₃	3,65	16,21	28,44	39,11	5,12
		D ₄	3,62	16,48	30,19	43,44	8,91
Поліпшений (В ₂)	C ₁	D ₁	3,79	16,71	27,52	36,08	3,11
		D ₂	3,74	17,02	28,85	38,88	5,28
		D ₃	3,71	17,19	26,33	38,17	4,14
		D ₄	3,69	17,24	29,09	41,56	7,23
	C ₂	D ₁	3,77	18,24	31,31	41,12	5,22
		D ₂	3,75	18,41	32,56	43,41	7,69
		D ₃	3,72	18,62	30,97	42,17	6,28
		D ₄	3,74	18,57	34,14	48,57	9,55
HIP ₀₅ BCD			0,24	0,37	0,72	1,14	1,39
Абсолют							
Базовий (В ₁)	C ₁	D ₁	3,98	15,58	26,32	37,11	6,52
		D ₂	3,09	16,02	25,29	36,29	5,14
		D ₃	3,05	15,39	26,87	39,08	8,12
		D ₄	3,98	16,56	28,54	39,41	5,92
	C ₂	D ₁	3,99	17,24	30,18	42,55	8,18
		D ₂	4,03	17,41	28,84	41,24	6,91
		D ₃	4,07	16,89	31,55	45,57	9,84
		D ₄	4,11	17,59	28,52	38,15	4,39
Поліпшений (В ₂)	C ₁	D ₁	4,14	18,14	29,27	41,14	7,55
		D ₂	4,18	18,23	28,05	40,03	6,05
		D ₃	4,09	17,92	30,74	43,88	8,27
		D ₄	4,12	18,81	32,69	42,27	6,44
	C ₂	D ₁	4,15	19,43	33,27	47,31	9,48
		D ₂	4,13	19,71	31,92	46,12	8,59
		D ₃	4,12	19,27	34,52	49,59	10,08
		D ₄	3,98	15,58	26,32	37,11	6,52
HIP ₀₅ BCD			0,17	0,42	0,83	1,47	1,48

Так для гібриду Домінатор, приріст цього варіанту основного удобрення усереднено по варіантах застосування рістрегулюючих речовин та системи позакоренових підживлень було на рівні 2,81% на фенологічну фазу 4 справжніх листків, 13,29% на фенологічну фазу розетки, 11,68% на фенологічну фазу бутонізації та 9,44% на фенологічну фазу цвітіння. Для гібриду Абсолют вказані значення були на рівні 9,62%, 13,84%, 11,61% та 11,12% відповідно. При цьому загальна збереженість асиміляційної поверхні на стадії дозрівання насіння, на яку відповідно до ряду досліджень [1, с. 2–3; 4, с. 476–477; 17, с. 2219–2220] у хрестоцвітних встановлено закономірності до інтенсивного зниження облистяності рослин – становила для гібриду Домінатор 16,67%, а для гібриду Абсолют 11,26% відповідно.

Отримані результати узгоджуються із висновками [9, с. 109–110; 12, с. 56–57], що оптимізація системи удобрення проведена у період до зимового спокою озимого ріпаку має характер коливальний: спочатку поступове наростання прирістного характеру на основні морфологічні ознаки рослин, в т.ч. і на площу листя, а в послідовному – поступове затухання позитивної дії за загального уповільнення відмирання листового апарату в ході досягнення рослинами стану технічної та фізіологічної стиглості.

Застосування комплексу рістрегуляторів у формі фунгіцидів-ретардантів (Букат та Карамба Турбо) за рахунок відміченого двоякого впливу ретардантів [24, с. 189–191] як з позиції зміни направленості морфогенезу на загальне вкорочення стебла, збільшення гілкування та посилення розвитку кореневої системи, так і з позиції оптимізації площі асиміляційної поверхні за рахунок оптимізації розміщення листків на рослині, підвищення коефіцієнту ФАР – також сприяв зростання показника площі асиміляційної поверхні розпочинаючи з фенологічної фази його дії, за датою застосування. При цьому ефект дії підсилювався фунгіцидною складовою дію обох рістрегуляторів, що формувало передумови до загальної збереженості листового апарату та запобіганню скороченню облистяності рослин за рахунок зниження показника внаслідок зростання потенційного ризику ураження збудниками хвороб та послідовною втратою функцій асиміляції. Такі висновки підтверджено як загальною збереженістю листового апарату рослин (за тим же критерієм кількості фізіологічно активного листя на фазу дозрівання рослин ріпаку озимого), який у відсотковому значенні у співставленні до варіанту без застосування рістрегуляторів становив 49,22% для гібриду Домінатор та 30,62% для гібриду Абсолют. Щодо позитивної дії рістрегуляторів у комбінованому поєднанні із системою удобрення то приріст площі листя усереднено до варіантів без рістрегулюючих речовин у гібриду Домінатор становив для фази розетки 9,21%, для фази бутонізації 15,77% та для фази цвітіння 13,45%. Аналогічні показники для гібриду Абсолют склали 8,16%, 14,25% та 14,46% відповідно.

Позитивним щодо впливу на формування асиміляційної поверхні було і застосування системи позакоренових підживлень, яке у всіх застосованих варіантах забезпечило позитивні прирости показника, який усереднено для варіантів підживлення на фазу цвітіння був для гібриду Домінатор на рівні 7,87% у варіанті підживлення D_2 , 4,57% у варіанті підживлення D_3 та 15,67% у варіанті підживлення D_4 . Аналогічна тенденція у формуванні показника визначена для гібриду Абсолют, де вказані показники були на рівні 8,92%, 6,05% та 15,40% відповідно. При цьому, спостерігається той же позитивний ефект щодо збереження високої частки облистяності за показником листя на фазу дозрівання рослин ріпаку озимого – від 25–29% за варіанту підживлення D_2 до 74% у варіанті підживлення D_4 . При цьому за порівняння ефектів приростів для варіантів D_2 та D_3 у результуючому

значенні для варіанту D₄ відмічено синергічний ефект результуючої дії підживлення за поєднання другого та четвертого варіантів застосування позакореневих підживлень. Такий характер позитивно узгоджується із висновками щодо строків та чергування позакореневих підживлень у сучасних технологіях вирощування ріпаку озимого [25, с. 2–4; 26, с. 9–10].

Слід також відмітити і генотипові відмінності в реакції ріпаку озимого на застосовану систему удобрення та рістрегуляції. Так, усереднено для комбінаторики варіантів загальної схеми дослідів величина сформованої асиміляційної поверхні рослин була на 5,26% вищою, а прирости показників у межах проаналізованих факторів були вищими у гібрида Абсолют з усередненим індексом росту на рівні 1,107.

Зроблені вище висновки щодо формування результативної ознаки узгоджуються із результатами візуалізації частки факторів дисперсійної системи дослідів, відповідно до визначених факторів (рис. 2) де за впливом фактори розмістились для обох гібридів ріпаку озимого у такому ряду за порядком зростання впливу BCD–BC–BD–C–B–D.

Визначені особливості формування показника площі листкового апарату ріпаку озимого закономірно відобразились у формуванні показника фотосинтетичного потенціалу гібридів ріпаку озимого (табл. 4).

Звичайно, що певні відмінності у формуванні показників було отримано за результатами різної стиглості гібридів – середньоранній Домінатор та середньостиглий Абсолют та відповідні особливості тривалості міжфазних періодів міжрічна варіативність яких у межах років досліджень становила для сходів–розетки 11,56%, для стеблуння–бутонізації 14,58%, для бутонізації–цвітіння 9,74% та для цвітіння–дозрівання – 19,74%. Виходячи із оцінки адаптивності ріпаку озимого до зміни гідротермічних умов [27, с. 2–5] на підставі варіювання фенологічних дат – обидва гібриди слід віднести до генотипів з високою рівнем адаптивності. При цьому значення показників фотосинтетичного потенціалу у сумі за міжфазний період розетка – цвітіння понад 2,000 млн. м²діб/га а в окремих варіантах дослідів і понад 2,500 млн. м² діб/га (з огляду на [28, с. 8–11]) вказує на високий біопродуктивний потенціал вивчаємих сортів ріпаку озимого.

Формування показника фотосинтетичного потенціалу у розрізі чинників дослідів мало подібний характер, що й для формування показника площі асиміляційної поверхні. Так, застосування поліпшеного варіанту основного удобрення у середньому за період досліджень забезпечило прирости до базового варіанту основного удобрення у гібриду Домінатор для міжфазного періоду 4 листки–розетка 15,25%, для міжфазного періоду стеблуння–бутонізації 14,67% та для міжфазного періоду бутонізації–цвітіння 17,53%. Аналогічний показник для гібриду Абсолют становив 18,27%, 13,30% та 25,67% відповідно.

Застосування рістрегуляторів також позитивно впливало на показник. Проте це вплив був істотно відмінний для гібридів. Зокрема, для гібриду Домінатор у співставленні до варіанту без рістрегуляції приріст показника склав 11,20%, а для гібриду Абсолют 4,24%. Такі відмінності обумовлені перш за все групою стиглості гібридів і, зокрема, тим фактом, що для більш пізньостиглих форм ріпаку зростає варіативна складова тривалості міжфазних періодів та наявність пролонгованої позитивної реакції більше на зміну мінерального живлення ніж на дію рістрегулюючих компонентів. На це вказується в окремих аналітичних публікаціях [16, с. 2451–2452; 29, с. 3–5].

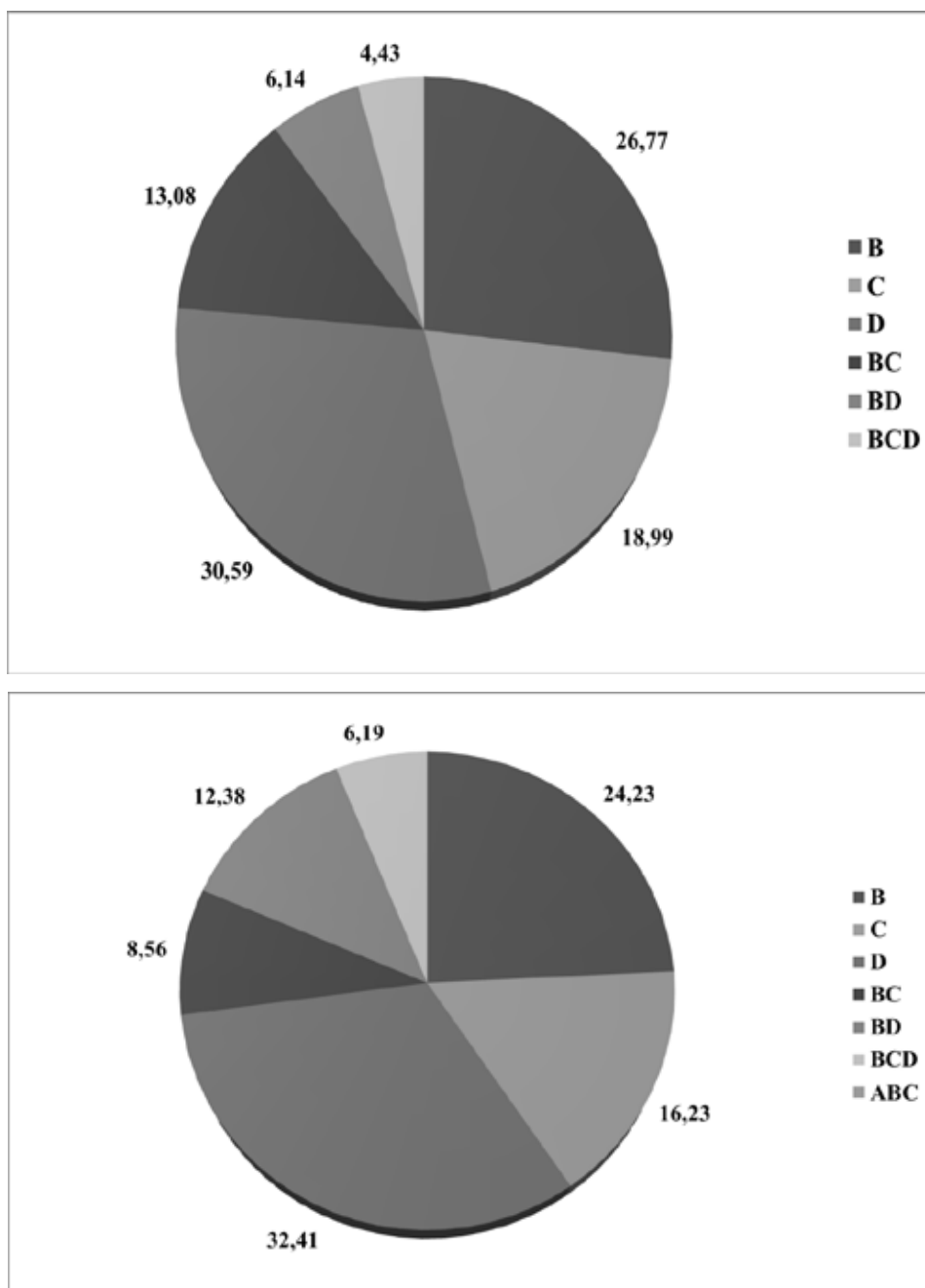


Рис. 2. Результати впливу факторів дослідів на формування показника площі асиміляційної поверхні гібриду ріпаку озимого Домінатор (верхня позиція) та гібриду Абсолют (нижня позиція), 2021–2024 рр.

Таблиця 4

Фотосинтетичний потенціал гібридів ріпаку озимого залежно від застосованих варіантів удобрення, млн. м² діб/га (середнє за 2021–2024 рр.)

Основне удобрення (чинник В)	Регулятора росту (чинник С)	Варіант підживлення (чинник D)	4 справжні листки – розетка	Стеблукання – бутонізація	Бутонізація – цвітіння	За період розетка -цвітіння	4 справжні листки – розетка	Стеблукання – бутонізація	Бутонізація – цвітіння	За період розетка -цвітіння		
			гібрид Абсолют					гібрид Домінатор				
Базовий (В ₁)	C ₁	D ₁	0,023	0,018	0,012	0,350	1,013	0,536	0,023	0,018		
		D ₂	0,026	0,022	0,014	0,342	1,098	0,634	0,026	0,022		
		D ₃	0,026	0,021	0,013	0,344	1,054	0,554	0,026	0,021		
		D ₄	0,031	0,025	0,016	0,341	1,150	0,692	0,031	0,025		
	C ₂	D ₁	0,026	0,020	0,011	0,339	0,937	0,646	0,026	0,020		
		D ₂	0,031	0,026	0,015	0,361	1,002	0,764	0,031	0,026		
		D ₃	0,029	0,024	0,014	0,364	0,961	0,666	0,029	0,024		
		D ₄	0,032	0,029	0,016	0,367	1,050	0,848	0,032	0,029		
Поліпшений (В ₂)	C ₁	D ₁	0,029	0,023	0,015	0,401	1,182	0,667	0,029	0,023		
		D ₂	0,033	0,029	0,018	0,423	1,234	0,810	0,033	0,029		
		D ₃	0,031	0,026	0,017	0,426	1,179	0,715	0,031	0,026		
		D ₄	0,035	0,030	0,019	0,407	1,285	0,895	0,035	0,030		
	C ₂	D ₁	0,031	0,025	0,015	0,413	1,065	0,787	0,031	0,025		
		D ₂	0,036	0,030	0,018	0,413	1,144	0,967	0,036	0,030		
		D ₃	0,033	0,027	0,016	0,417	1,075	0,819	0,033	0,027		
		D ₄	0,039	0,033	0,019	0,421	1,200	1,051	0,039	0,033		
HIP ₀₅ BCD			0,081	0,112	0,142	0,153	0,072	0,108	0,129	0,131		

Підтверджена також позитивна роль застосування системи позакоренових підживлень. Так для гібриду Домінатор за послідовних варіантів їх внесення (відповідно до схеми дослідів) послідовно D₂–D₃–D₄ у співставленні до контролю без їх застосування (D₁) усереднені прирістні значення показника визначено на рівні 12,55%, 6,55% та 19,29% відповідно. Аналогічні показники для гібриду Абсолют становили 9,85%, 3,13% та 15,36% – тобто із тим же характером синергічного поєднання за комбінованого застосування двох позакоренових підживлень передбачених у варіанті D₄. Такі результати узгоджуються з важливістю, для максимальної реалізації біопродуктивного потенціалу інтенсивних гібридів озимого ріпаку, застосування системи позакоренових підживлень, які забезпечують приріст основних продуктивних компонент рослин ріпаку озимого впродовж їх вегетації на рівні 9–25% [30, с. 4–7; 31, с. 2252–2254; 32, с. 110–111].

Показник чистої продуктивності фотосинтезу з огляду на методологію його калькуляції, у логічному порядку також формувався під впливом чинників дослідів (табл. 5). Зокрема, підтверджена доцільність за вирощування ріпаку озимого застосування поліпшеної системи основного удобрення. Для обох гібридів встановлено позитивні прирости показника чистої продуктивності фотосинтезу

(ЧПФ) у порівнянні з варіантом базового основного удобрення, яке становило у гібриду Домінатор величину 19,84% для міжфазного періоду 4 листки–розетка, 18,50%, для міжфазного періоду стеблуння–бутонізація та 18,63% та для міжфазного періоду бутонізація–цвітіння. Аналогічний ряд показника для гібриду Абсолют був наступним: 8,76%, 10,79% та 19,15% відповідно.

Усереднений приріст від застосування комплексу рістрегуляторів з фунгіцидним комбінованим ефектом була на рівні 6,57% для гібриду Домінатор та 10,08% для гібриду Абсолют.

Ефективність формування ЧПФ за дії підживлення по вегетації до контролю без їх застосування (D_1) становили для гібриду Домінатор у варіанті D_2 – 7,00%, у варіанті D_3 – 2,98%, а у варіанті D_4 – 12,79%. Для гібриду Абсолют аналогічні значення впливу у формі приростів до контрольного варіанту були на рівні 5,28%, 0,82% та 10,92% відповідно.

Таблиця 5

Чиста продуктивність фотосинтезу гібридів ріпаку озимого залежно від застосованих варіантів удобрення, г/м² за добу (середнє за 2021–2024 рр.)

Основне удобрення (чинник В)	Регулятора росту (чинник С)	Варіант підживлення (чинник D)	4 справжні листки – розетка	Стеблуння – бутонізація	Бутонізація – цвітіння	4 справжні листки – розетка	Стеблуння – бутонізація	Бутонізація – цвітіння
			гібрид Абсолют			гібрид Домінатор		
		Базовий (В ₁)	C ₁	D ₁	2,41	4,08	5,46	2,77
D ₂	2,52			4,32	5,88	2,91	4,77	6,51
D ₃	2,48			4,11	5,62	2,84	4,21	6,34
D ₄	2,55			4,49	6,59	3,03	4,96	6,91
C ₂	D ₁		2,56	4,59	5,64	2,84	4,89	6,55
	D ₂		2,69	5,17	6,32	3,02	5,31	6,91
	D ₃		2,54	4,91	6,05	2,96	5,08	6,69
	D ₄		2,71	5,47	6,91	3,14	5,82	7,28
Полішшений (В ₂)	C ₁	D ₁	2,89	5,07	6,55	3,05	4,71	7,41
		D ₂	3,05	5,41	7,12	3,19	4,89	7,77
		D ₃	3,02	5,15	6,79	3,09	4,43	7,61
		D ₄	3,07	5,78	7,74	3,27	5,19	8,13
	C ₂	D ₁	3,03	5,28	7,08	3,17	5,88	7,79
		D ₂	3,12	5,77	7,32	3,27	6,13	8,24
		D ₃	3,16	5,44	7,01	3,12	5,97	7,92
		D ₄	3,18	6,11	7,89	3,41	6,63	8,65
HIP _{05BCD}			0,10	0,17	0,19	0,11	0,15	0,17

Висновки і перспективи подальших досліджень. На підставі проведених багаторічних оцінок доведена, з позиції формування високопродуктивної,

за своїми параметрами, асиміляційної поверхні агроценозу високоінтенсивних гібридів ріпаку озимого, комбінована система удобрення у поєднанні із рістрегуляторами, яка передбачає застосування поліпшеної системи основного удобрення із внесенням рістрегулюючих речовин із фунгіцидним ефектом Бука та Карамба Турбо згідно схеми дослідів при застосуванні у форматі позакореневого внесення комбінації добрив, яка передбачає застосування Розалік (В, Мо, S) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 31–34)) + Розасоль 18-18-18+МЕ (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 51–53)). Застосування такої системи дозволяє сформувати на ріпаку озимому за його вирощування на сірих лісових ґрунтах в умовах нестійкого зволоження площу асиміляційної поверхні на рівні 48–49 тис. м²/га за показників фотосинтетичного потенціалу на рівні 2,607–2,673 млн. м² діб/га та досягнути показника чистої продуктивності фотосинтезу у основний продуктивноформуєний міжфазний період вегетації ріпаку озимого у значенні 7,89–8,65 г/м² за добу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Zhang W., Li Z., Pu Y., Zhang Y., Tang Z.; Fu, J., Xu W., Xiang Y., Zhang F. Estimation of the Leaf Area Index of Winter Rapeseed Based on Hyperspectral and Machine Learning. *Sustainability*. 2023. Vol. 15. 12930.
2. Kappen L., Hammler A., Schultz G., Seasonal Changes in the Photosynthetic Capacity of Winter Rape Plants under Different Nitrogen Regimes Measured in the Field. *Journal of Agronomy & Crop Science*. 1998. Vol. 181. P. 179–187.
3. Pullens J.W.M., Sharif B., Trnka M., Balek J., Semenov M.A., Olesen J.E. Risk factors for European winter oilseed rape production under climate change. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2019. № 272–273. P. 30–39.
4. Sharifi R. S., Zadeh M. Z., Seiedi M. N. Evaluation of yield and growth indices of canola (*Brassica napus* L.) cultivars in different nitrogen fertilization levels. *Journal of Phytology*. 2009. Vol. 6. P. 475–481.
5. Jarecki W. The Reaction of Winter Oilseed Rape to Different Foliar Fertilization with Macro- and Micronutrients. *Agriculture*. 2021. Vol. 11. 515.
6. Hunková E., Živčák M., Olšovská K. Leaf area duration of oilseed rape (*Brassica napus* subsp. *napus*) varieties and hybrids and its relationship to selected growth and productivity parameters. *Journal of Central European Agriculture*. 2011. Vol. 12(1). P. 1–15.
7. Поляков О.І., Вахненко С.В., Нікітенко О.В. Особливості росту, розвитку й формування врожайності ріпаку озимого сорту Стілуца в залежності від системи удобрення. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2016. № 23. С. 143–148.
8. Стельмах О.М., Кифорук І.М., Григорів Я.Я., Туць Л.І. Урожайність ріпаку озимого залежно від рівня удобрення та захисту від бур'янів. *Таврійський науковий вісник*. 2022. Вип. 127. С. 159–165.
9. Matsera O. O. Comparative evaluation of quality properties of winter rapeseed depending on the level of fertilizers and sowing date. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. Вип. 16. С. 108–118.
10. Кононенко Л. М. Панфілова А. В. Манзій О. П. Вміст хімічних складових та продуктивність ріпаку озимого залежно від сортових особливостей у Правобережному Лісостепу України. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2022. Вип. 100. Част. 1. С. 231–241.
11. Забарний О. С. Вплив норм висіву на формування продуктивності агроценозів ріпаку озимого (*Brassica napus* L. *Oleifera*). *Агроекологічний журнал*. 2023. № 3. С. 128–135.

12. Домарацький Є. О., Базалій В. В., Домарацький О. О. Продуктивність ріпаку озимого залежно від азотного живлення та рістрегулюючих препаратів за умов кліматичних змін. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2019. Вип. 1. С. 53–62.
 13. Sieling K., Kage H. Efficient N management using winter oilseed rape. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 2010. Vol. 271–279.
 14. Dellero Y, Jossier M, Bouchereau A, Hodges M, Leport L. Leaf Phenological Stages of Winter Oilseed Rape (*Brassica napus* L.) Have Conserved Photosynthetic Efficiencies but Contrasted Intrinsic Water Use Efficiencies at High Light Intensities. *Frontiers in Plant Science*. 2021. Vol. 15. № 12. 659439.
 15. Malagoli P., Laine P., Rossato L., Ourry A. Dynamics of Nitrogen Uptake and Mobilization in Field-grown Winter Oilseed Rape (*Brassica napus*) from Stem Extension to Harvest: I. Global N Flows between Vegetative and Reproductive Tissues in Relation to Leaf Fall and their Residual N. *Annals of Botany*. 2005. Vol. 95. Issue 5. P. 853–861.
 16. Ahmadi S. A. K., Eyni-Nargeseh H. Foliar application of growth regulators mitigates harmful effects of drought stress and improves seed yield and oil quality of rapeseed (*Brassica napus* L.). *Gesunde Pflanzen*. 2023. Vol. 75. № 6. P. 2449–2462.
 17. Tsytsiura Y. Formation and determination of the individual area of oilseed radish leaves in agrophytocenoses of different technological construction. *Agronomy Research*. 2020. Vol. 18. № 3. P. 2217–2244.
 18. Bencze G., Futo Z. Comparative variety experiment of winter rapeseeds (*Brassica napus* L.) hybrids in 2020. *Research Journal of Agricultural Science*. 2020. Vol. 52. № 3. P. 3–11.
 19. Сайко В.Ф. Особливості проведення досліджень з хрестоцвітими олійними культурами. К.: «Інститут землеробства НААН». 2011. 76 с.
 20. Лісовал А. П. Методи агрохімічних досліджень. Київ: НАУ. 2021. 190 с.
 21. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Український інститут експертизи сортів рослин; ред. Ткачик С.О.; Києнко З.Б. Присяжнюк Л.М. та ін. Вінниця. 2016. 159 с.
 22. Kaushik P., Pati K.P., Khan M.L., Khare P.K. A quick and simple method for estimating leaf area by leaf weight. *International Journal of Botany Studies*. 2021. Vol. 6. Iss. 6. P. 1286–1288.
 23. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів : навч. посіб. / В. О. Ушкаренко та ін. Херсон : Айлант. 2009. 372 с.
 24. Bakhmat M. I., Sendetsky I. V., Kozina T. V., Sendetsky V. M. (2019). The influence of growth regulator and seeding rates on the formation of winter rape production in the conditions of the Western Forest-Steppe. *Agrology*. Vol. 2. Iss. 3. P. 189–193.
 25. Filipova M., Zheleva I., Sulejmenova N., Abildaev E. An Analysis of Growth Factors of Rapeseed at Modern Resource-saving Technology, *AIP Conference Proceedings*. 2017. 1895. 030001.
 26. Мацера О.О. Вплив елементів технології вирощування на розвиток рослин, врожайність та якість насіння озимого ріпаку. *Danish Scientific Journal*. 2020. Issue 36 (2). С. 7–15.
 27. Junk J., Torres A., El Jaroudi M., Eickermann, M. Impact of Climate Change on the Phenology of Winter Oilseed Rape (*Brassica napus* L.). *Agriculture*. 2024. Vol. 14. 1049.
 28. Jankovska-Bortkevič E., Jurkonienė S., Gavelienė V., Prakas P. Oilseed Rape: Biology, Use, Current Cultivation Issues and Agronomic Management. *IntechOpen*. 2023. URL: <https://www.intechopen.com/chapters/85363>
 29. Stahl A., Pfeifer M., Frisch M., Wittkop B., Snowdon R.J. Recent Genetic Gains in Nitrogen Use Efficiency in Oilseed Rape. *Frontiers in Plant Science*. 2017. Vol. 8. 963.
-

30. Gao, L., Wang, C., Wu, A. Chen H., Liao Q., Liao Y. Effect of layered fertilizer strategies on rapeseed (*Brassica napus* L.) productivity and soil macropore characteristics under mechanical direct-sowing. *Scientific Reports*. 2024. Vol. 14, 25457.
 31. Jankowski K.J., Sokólski M., Bogucka B., Dubis B. Micro-Granulated Starter Fertilizer Effects on Growth and Productivity of Winter Oilseed Rape. *Agronomy Journal*. 2018. Vol. 110, Iss. 6. P. 2250–2258.
 32. Цицюра Я.Г., Томчук О.М. Індикація системи живлення ріпаку озимого за показниками індукції флуоресценції хлорофілу. *Аграрні інновації*. 2023. № 21. С. 110–118.
-

УДК 633.853.494:632.95 (477.7)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.15>

ВПЛИВ БІОЛОГІЧНИХ ТА ХІМІЧНИХ ПРОТРУЙНИКІВ НА ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ РІПАКУ ЯРОГО В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Урсал В.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри ботаніки та захисту рослин,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

orcid.org/0000-0002-8562-0406**Ходос Т.А.** – д.філос.,

старший викладач кафедри ботаніки та захисту рослин,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

orcid.org/0000-0002-7744-1424

У статті наведено результати польових досліджень щодо впливу передпосівної обробки насіння біологічними та хімічними препаратами на ріст, розвиток і продуктивність рослин ріпаку ярого в умовах Південного Степу України. Дослідження проводились у фермерському господарстві Херсонського району Херсонської області на незрошуваних землях з чорноземами південними важкосуглинковими.

Експериментальна робота базувалась на двофакторному польовому досліді, який включав вивчення двох районованих сортів ріпаку ярого – Отаман та Хіола 575 КЛ та п'яти варіантів передпосівної обробки насіння (фактор В): контроль (обробка водою 5 л/т), хімічні протруйники Акробат (2 кг/т) та Максим XL 035 FS (5 л/т), біологічні препарати BINOC/Cornex (6 л/т) та Фітоцид (3,0 л/т).

Встановлено, що застосування біологічного препарату BINOC/Cornex забезпечило найвищу польову схожість насіння – 113% до контролю у сорту Отаман та 108% у сорту Хіола 575 КЛ, що на 10 та 5% відповідно перевищувало показники хімічних протруйників. Важливим результатом є скорочення періоду «сівба-сходи» на 2 дні при використанні BINOC/Cornex та на 1 день при застосуванні Фітоциду, що має критичне значення для ефективного використання запасів ґрунтової вологи в посушливих умовах регіону.

Біологічні препарати проявили комплексну дію на рослини ріпаку: стимулювали ростові процеси (висота рослин збільшувалася на 2–4 см), підвищували фотосинтетичну активність (площа листової поверхні зростала на 2,6–2,8 тис м²/га), формували оптимальну густоту стояння рослин перед збиранням (119–112,5 шт/м² у контролі).

Максимальна врожайність у досліді – 1,01 т/га – отримана при вирощуванні сорту Хіола 575 КЛ обробкою насіння препаратом BINOC/Cornex, що на 13% перевищує контроль. Біологічний препарат фітоцид також показав високу ефективність, забезпечивши приріст врожайності на рівні 9,1 у середньому по сортах, що перевищує показники хімічного протруйника Максим XL 035 FS (6,8%).

Ключові слова: ріпак ярий, протруйники насіння, польова схожість, густота стояння рослин, фотосинтетична діяльність, елементи продуктивності, урожайність.

Ursal V.V., Khodos T.A. Influence of biological and chemical seed treatments on the formation of spring rapeseed yield under conditions of the Southern Steppe of Ukraine

The article presents the results of field studies on the impact of pre-sowing treatment of seeds with biological and chemical agents on the growth, development, and productivity of spring rapeseed plants in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. The research was conducted on non-irrigated lands with southern heavy clay chernozems in a farm in the Kherson district of Kherson region.

The experimental work was based on a two-factor field experiment that included the study of two zoned varieties of spring rapeseed – Otaman and Hiola 575 KL – and five variants of pre-sowing seed treatment (factor B): control (treatment with water at 5 l/t), chemical seed dressings

Acrobat (2 kg/t) and Maxim XL 035 FS (5 l/t), and biological agents BINOC/Cornex (6 l/t) and Phytocide (3.0 l/t).

It was established that the application of the biological agent BINOC/Cornex provided the highest field germination of seeds – 113% compared to control for the Otaman variety and 108% for the Hiola 575 KL variety, which was 10% and 5% higher, respectively, than the indicators of chemical seed dressings. An important result is the reduction of the «sowing-germination» period by 2 days when using BINOC/Cornex and by 1 day when applying Phytocide, which is critically important for the effective use of soil moisture reserves in the arid conditions of the region.

Biological agents demonstrated a complex effect on rapeseed plants: they stimulated growth processes (plant height increased by 2–4 cm), enhanced photosynthetic activity (leaf area increased by 2.6–2.8 thousand m²/ha), and formed optimal plant density before harvesting (119–112.5 plants/m² in control).

The maximum yield in the experiment – 1.01 t/ha – was obtained from growing the Hiola 575 KL variety treated with the BINOC/Cornex agent, which is 13% higher than the control. The biological agent Phytocide also showed high efficiency, providing an average yield increase of 9.1 across varieties, exceeding the indicators of the chemical seed dressing Maxim XL 035 FS (6.8%).

Key words: *spring rapeseed, seed dressings, field germination, plant density, photosynthetic activity, productivity elements, yield.*

Постановка проблеми. Ріпак ярий є стратегічно важливою олійною культурою України, посідаючи провідне місце в експорті сільгосппродукції. За останні 10 років площі під культурою зросли з 50 до 280 тис. га, однак середня урожайність становить лише 1,8–2,2 т/га, що дорівнює 40–60% біологічного потенціалу сучасних сортів. Особливо це помітно в умовах Південного Степу, де поєднання несприятливих чинників створює екстремальні умови вирощування [1].

Клімат регіону вирізняється високою континентальністю, частими посухами, нерівномірним розподілом опадів і високими температурами. Річна сума опадів – 380–420 мм, з яких на вегетацію ріпаку припадає лише 140–160 мм. Температурні стреси негативно впливають на фізіологічні процеси в рослинах. Особливо критичним є період проростання – через дефіцит вологи й високу температуру польова схожість знижується до 50–60% від лабораторної.

Формування оптимальної густоти стояння рослин є ключовим для урожайності. За умов дефіциту вологи польова схожість часто не перевищує 60–70%, що призводить до зріджених посівів. Ослаблені рослини легше уражуються хворобами, що ще більше знижує врожай. Застосування сучасних протруйників сприяє підвищенню схожості, захисту проростків від патогенів, розвитку кореневої системи та стійкості до стресів [2].

Отже, актуальною є порівняльна оцінка ефективності хімічних і біологічних препаратів, адже біологічні відповідають вимогам екологічного землеробства й сприяють збереженню родючості ґрунту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Було встановлено, що передпосівна обробка насіння фунгіцидами системної дії підвищує польову схожість на 8–15% залежно від погодних умов року та інфекційного фону. При цьому найбільший ефект спостерігається в роки з холодною затяжною весною, коли період проростання насіння розтягується до 15–20 днів. Доведено, що протруйники не лише захищають насіння від патогенів, але й активізують ферментативні системи зародка, прискорюють розщеплення запасних речовин ендосперму, стимулюють ріст первинного корінця. Це забезпечує приріст урожайності на рівні 0,15–0,25 т/га або 8–12% до контролю [3]. В посушливих умовах найбільш ефективними є комплексні протруйники, які поєднують фунгіцидну, інсектицидну та рістрегулюючу дію. Такі препарати забезпечують захист рослин протягом 30–40 днів після сівби, що охоплює найбільш критичний період розвитку культури. Особливу увагу

дослідники приділили вивченню впливу протруйників на розвиток кореневої системи. Обробка насіння препаратами на основі тебуконазолу та металаксилу сприяє збільшенню маси коренів на 18–25%, довжини кореневих волосків на 30–40%, що підвищує ефективність використання ґрунтової вологи [4]. В посушливих умовах особливу увагу слід приділяти протруйники з додаванням мікроелементів, амінокислот, фітогормонів, гумінових речовин, тому що такі препарати підвищують вміст вільного проліну в тканинах на 40–60%, активність антиоксидантних ферментів на 25–35%, що значно підвищує посухостійкість рослин. Комплексні протруйники з антистресовою дією забезпечують приріст врожайності 15–20% в посушливі роки та 8–10% в сприятливі за зволоженням роки [5].

Доведена висока ефективність інокуляції насіння препаратами на основі азотфіксуючих, фосфатмобілізуючих та целюлозоруйнівних бактерій та було встановлено, що бактеріальні препарати не лише захищають рослини від патогенів за рахунок антагоністичної активності та індукції системної стійкості, але й покращують мінеральне живлення рослин [6]. Сорти з підвищеною енергією проростання та високим вмістом запасних білків краще реагують на обробку біологічними препаратами, показуючи приріст урожайності 12–18%. Сорти з низькою польовою схожістю та повільним початковим ростом потребують застосування більш потужних хімічних протруйників з тривалим захисним ефектом [7]. Передпосівна обробка насіння не лише підвищує урожайність, але й покращує якісні показники продукції: вміст олії збільшується на 0,5–1,2%, вміст глюкозинолатів знижується на 10–15%, що підвищує харчову та кормову цінність продукції [8]. Проте, незважаючи на значну кількість досліджень, залишається недостатньо вивченим питання порівняльної ефективності сучасних хімічних та біологічних протруйників у специфічних ґрунтово-кліматичних умовах Південного Степу України. Більшість досліджень проведена в умовах достатнього зволоження або на зрошенні, тоді як для посушливих умов півдня України необхідні спеціальні дослідження. Також недостатньо вивчено питання впливу протруйників на фотосинтетичну діяльність посівів, динаміку накопичення сухої речовини, формування елементів продуктивності в онтогенезі рослин ріпаку ярого.

Постановка завдання. Метою досліджень було встановити вплив передпосівної обробки насіння сучасними хімічними та біологічними препаратами на польову схожість, ріст, розвиток та формування урожайності рослин досліджуваних сортів ріпаку ярого в умовах Південного Степу України [9]. Завданням було визначити вплив протруйників на польову схожість насіння та густоту стояння рослин ріпаку ярого, встановлення особливостей росту та розвитку залежно від передпосівної обробки насіння та визначення урожайності досліджуваних сортів за різних варіантів передпосівної обробки насіння [10, 11].

Виклад основного матеріалу дослідження. Досліди проводилися у 2023–2024 рр. у фермерському господарстві Херсонського району Херсонської області на незрошуваних землях. Ґрунт – чорнозем південний важкосуглинковий з вмістом гумусу 2,8%, рухомого фосфору – 112 мг/кг, калію – 180 мг/кг, рН 7,2. Дослідження передбачало вивчення двох сортів ріпаку ярого (Отаман та Хіола 575 КЛ) та п'яти варіантів передпосівної обробки насіння.

Польова схожість насіння є одним з найважливіших показників, що визначає густоту стояння рослин та урожайність ріпаку. В наших дослідженнях встановлено суттєвий вплив передпосівної обробки насіння на цей показник (рис. 1).

Так, найкращі результати отримано при застосуванні препарату BINOC/ Cornex, який забезпечив підвищення польової схожості на 13% у сорту Отаман та

на 8% у сорту Хіола 575 КЛ порівняно з контролем. Також важливо відмітити, що препарати BINOC/Cornex та Фітоцид не лише підвищували польову схожість, але й скорочували період «сівба-сходи» на 2 та 1 день відповідно. Це має важливе значення в умовах посушливого клімату, оскільки дозволяє рослинам ефективніше використовувати запаси ґрунтової вологості.

Таблиця 1

**Тривалість періоду «сівба-сходи» та польова схожість
сортів ріпаку ярого у досліді**

Сорт (А)	Препарат (В)	Тривалість періоду «сівба-сходи», діб	Зійшло рослин на 1м ² , шт	Польова схожість насіння у % до контролю
Отаман	Контроль	9	117	100
	Акробат	9	120	103
	Максим XL 035 FS	9	120	103
	BINOC/Cornex	7	132	113
	Фітоцид	8	123	105
Хіола 575 КЛ	Контроль	9	121	100
	Акробат	9	125	103
	Максим XL 035 FS	9	125	103
	BINOC/Cornex	7	131	108
	Фітоцид	8	127	105

Передпосівна обробка насіння впливала на морфологічні показники рослин ріпаку ярого, які характеризують інтенсивність росту та фотосинтетичну активність посівів (табл. 2).

Таблиця 2

Морфологічні показники рослин ріпаку ярого у критичні фази розвитку

Сорт (А)	Препарат (В)	Висота рослин у фазу повної стиглості, см	Площа листової поверхні у фазу цвітіння, тис.м ² /га
Отаман	Контроль	120	72,2
	Акробат	120	73,4
	Максим XL 035 FS	120	73,8
	BINOC/Cornex	124	74,8
	Фітоцид	122	74,1
Хіола 575 КЛ	Контроль	110	70,7
	Акробат	110	71,3
	Максим XL 035 FS	110	72,1
	BINOC/Cornex	113	73,5
	Фітоцид	111	72,3

Як бачимо, біологічні препарати проявили комплексний стимулюючий вплив на рослини. При обробці BINOC/Cornex висота рослин у фазу повної стиглості збільшилася на 4 см у сорту Отаман та на 3 см. У сорту Хіола 575 КЛ порівняно з контролем. Площа листової поверхні у фазу цвітіння зроста на 2,6 та 2,8 тис.м²/га відповідно. Препарат Фітоцид також стимулював ростові процеси, хоча й меншою мірою: висота рослин збільшилась на 1–2 см, площа листків – на 1,6–1,9 тис.м²/га. Протруйники Акробат та Максим XL 035 FS практично не впливали на висоту рослин і забезпечували лише незначне збільшення листової поверхні.

Аналіз елементів структури врожаю показав, що основний вплив протруйників на формування врожайності реалізувався через збільшення густоти стояння рослин перед збиранням (табл. 3).

Таблиця 3

Елементи продуктивності сортів ріпаку ярого у досліді

Сорт (А)	Препарат (В)	Рослин на 1 м ² , шт	Кількість плодів на гілок I порядку на рослині, шт.	Кількість стручків, шт/рослину	Число насінин у стручку, шт	Маса 1000 насінин, г	Розрахункова біологічна урожайність, т/га
Отаман	Контроль	90	3,4	80	6,6	2,9	1,38
	Акробат	94	3,4	80	6,6	2,9	1,44
	Максим XL 035 FS	104	3,4	80	6,6	2,9	1,59
	BINOC/Cornex	122	3,6	78	6,5	2,9	1,79
	Фітоцид	115	3,5	79	6	2,9	1,58
Хіола 575 КЛ	Контроль	91	3,6	82	7	2,7	1,41
	Акробат	95	3,5	82	7	2,7	1,47
	Максим XL 035 FS	102	3,5	82	7	2,7	1,60
	BINOC/Cornex	116	3,6	82	7	2,7	1,8
	Фітоцид	110	3,5	82	7	2,7	1,7

Так, у варіанті з препаратом BINOC/Cornex кількість рослин на 1 м² перевищувала контроль на 32 шт у сорту Отаман та на 25 шт. у сорту Хіола 575 КЛ. Інші елементи продуктивності змінювались несуттєво, що свідчить про те, що в умовах дослідів основним лімітуючим фактором була саме густота стояння рослин, а не їх індивідуальна продуктивність.

З рисунка 1 бачимо істотний вплив обох досліджуваних факторів на урожайність ріпаку ярого. Найвищий показник у досліді – 1,01 т/га забезпечив сорт Хіола 575 КЛ при обробці насіння препаратом BINOC/Cornex. Приріст урожайності порівняно з контролем становив 0,12 т/га або 13,5%.

Серед протруйників кращі результати показав препарат Максим XL 035 FS, який забезпечив приріст – 6,9% у сорту Отаман та 6,7% у сорту Хіола 575 КЛ. Фітоцид за ефективністю перевищував хімічні протруйники, забезпечивши приріст урожайності 9,2% у сорту Отаман та 9,0 у сорту Хіола 575 КЛ.

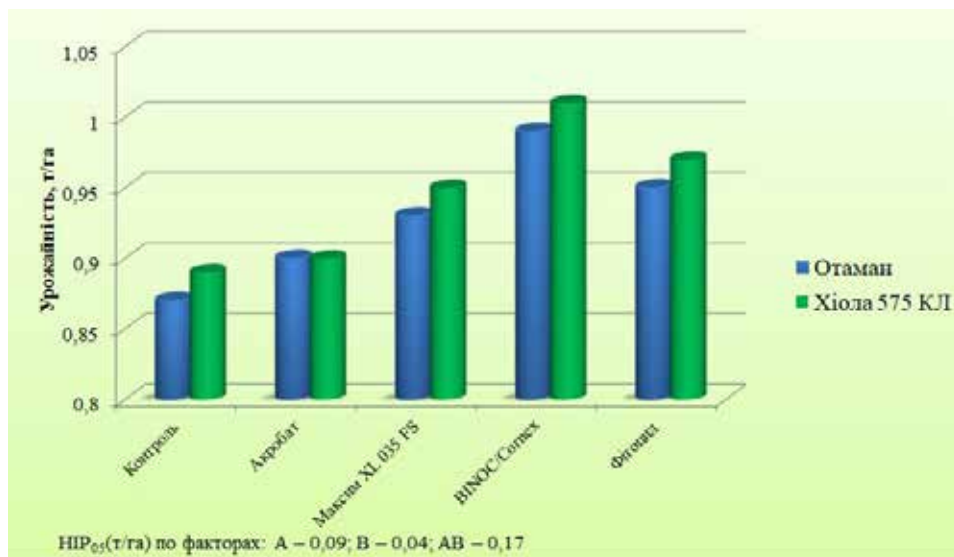


Рис. 1. Вплив захисту рослин на урожайність насіння сортів ріпаку ярого

Таблиця 4

**Ефективність застосування біологічних та хімічних препаратів
для обробки насіння (середнє по сортам)**

Показник	Контроль	Хімічні препарати		Біологічні препарати	
		Акробат	Максим XL 035 FS	BINOC/Cornex	Фітоцид
Польова схожість, % до контролю	100	103	103	110,5	105
Тривалість періоду «сівба-сходи», діб	9	9	9	7	8
Висота рослин у фазу повної стиглості, см	115	115	115	118,5	116,5
Площа листової поверхні у фазу цвітіння, тис. м²/ га	71,5	72,4	73,0	74,2	73,2
Густота стояння рослин перед збиранням, шт/м²	90,5	94,5	103	119	112,5
Урожайність, т/га	0,88	0,90	0,94	1,0	0,96
Приріст урожайності, %	-	2,3	6,8	13,6	9,1

Узагальнення результатів досліджень дозволяє провести порівняльну оцінку ефективності різних груп препаратів для передпосівної обробки насіння ріпаку ярого (табл. 4).

Аналіз показує, що біопрепарати мали комплексний позитивний вплив на рослини ріпаку ярого. Особливо це проявлялось у скороченні періоду «сівба-сходи», збільшенні висоти рослин та площі листової поверхні. Хімічні препарати мали переважно захисну дію, забезпечуючи підвищення польової схожості без суттєвого впливу на ростові процеси. Їх ефективність була нижчою порівняно з біологічними препаратами, що особливо помітно при аналізі приросту урожайності.

Висновки. В умовах Південного Степу України передпосівна обробка насіння є ефективним агротехнічним заходом підвищення урожайності ріпаку ярого. Найкращий результат показав BINOC/Cornex – схожість зросла на 10,5%, період «сівба-сходи» скоротився на 2 дні, урожайність зросла на 13,6%. Фітоцид забезпечив приріст 9,1%, показавши кращі результати порівняно з Максим XL 035 FS (6,8%).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Жуйков О. Г., Ходос Т. А. Гірчиця в структурі жиролійного комплексу України: повноправна альтернатива чи «Чужий серед своїх» (оглядова). *Таврійський науковий вісник*. 2021. Вип. 121. С. 48–52.
2. Zhuykov, O., Lavrenko, S., Khodos, T., Ursal, V. The Productivity of Sareptsky Mustard Depends on the Sowing Rate and the Level of Biologization of the Crop Growing Technology. *Journal of Ecological Engineering*, 2024, 25(7), P. 246–255.
3. Лихочвор В.В., Проць Р.Р. Вплив протруйників на проростання насіння та початковий ріст рослин. *Фізіологія рослин і генетика*, 2015, № 47(1), с. 45–52.
4. Поляков О.І. Ефективність протруйників в умовах Степу України. *Вісник аграрної науки*, 2016, № 3, с. 23–29.
5. Гаврилюк М.М., Салатенко В.М. Антистрессова дія протруйників у посушливих умовах. *Агроекологічний журнал*, 2017, № 2, с. 15–21.
6. Ткаліч І.Д. Використання мікробіологічних препаратів у технології вирощування ріпаку. *Біотехнологія в аграрному виробництві*, 2018, № 4, с. 30–36.
7. Кириченко В.В., Петренко І.М., Шевченко О.А. Сортова реакція ріпаку на передпосівну обробку насіння. *Селекція і насінництво*, 2019, № 115, с. 40–47.
8. Salisbury P., Norton R. Influence of seed treatment on oil quality and glucosinolate content in canola. *Australian Journal of Agricultural Research*, 2022, Vol. 73, No. 1, p. 89–95.
9. Василенко М. І. Передпосівна обробка насіння як фактор підвищення врожайності. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2020. Вип. 96. С. 110–114.
10. Ільченко Т. М. Протруювання насіння: сучасні препарати та технології застосування. *Пропозиція*. 2021. № 9. С. 24–27.

УДК 581.132.1:633.854.79

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.16>

ВПЛИВ ФОРМ АЗОТНИХ ДОБРИВ НА ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ ТА ЯКОСТІ НАСІННЯ РІПАКУ ОЗИМОГО

Цицюра Я.Г. – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії,

Вінницький національний аграрний університет

orcid.org/0000-0002-9167-833X

Ткачук О.П. – д.с.-г.н., професор,

завідувач кафедри екології та охорони навколишнього середовища,

Вінницький національний аграрний університет

orcid.org/0000-0002-0647-6662

Зростання вартості мінеральних добрив та урізноманітнення їх форм та композицій діючої речовини, поява нових підходів у строках сівби та варіантах обробітку ґрунту, необхідність чіткого програмного планування використання відповідних форм діючих речовин макро- та мікродобрив – зумовлюють необхідність переходу в розробці систем удобрення основних сільськогосподарських культур від загального планування розподілу визначеної норми конкретного елемента живлення до підбору оптимального варіанту форми самого добрива з огляду на хімізм її перетворення в ґрунті, баланс депонування та особливості засвоєння рослиною.

З врахуванням наявності трьох основних форм азоту (амонійна, амідна, нітратна), які застосовуються в тих чи інших добривах, та з огляду на стратегічну важливість для України такої культури як озимий ріпак – актуальною проблемою, що потребує наукового сучасного узагальнення та практичного вирішення є оцінка ефективності застосування різних форм азоту окремо або ж у поєднанні за системи їх традиційного внесення у технологіях вирощування.

У дослідженнях було задіяно типові представники двох технологічних типів гібридів ріпаку озимого інтенсивного типу в умовах нестійкого зволоження на сірих лісових ґрунтах типових для умов Центрального агроґрунтового району Вінниччини за внесення у формі дробного розподілу різних форм азотних добрив – амонійної (за внесення сульфату амонію), амідної (за внесення сечовини), амонійно-нітратної (за внесення аміачної селітри) та КАС 30 (добриво що містить одночасно три форми азоту).

Для оцінки ефективності та доцільності застосованих варіантів удобрення було сформовано систему показників загальної біопродуктивності рослин ріпаку озимого (висота рослин, сформована надземна біомаса у сухій речовині) показник маси 1000 насінин та рівень урожайності. Застосовано широкий спектр якісних показників: вміст олії, сирого протеїну, азоту, фосфору та калію, а також жирнокислотний склад насіння.

У результатуючому підсумку встановлено доцільність та ефективність застосування на сірих лісових ґрунтах в умовах нестійкого зволоження за вирощування високоінтенсивних сортів як традиційного так і адаптивно-технологічного спрямування у додаток до фонового фосфорно-калійного удобрення у нормі 90 кг/га діючої двох варіантів дробного внесення азотних добрив з розподілом 30 кг/га діючої речовини під посів озимого ріпаку та 60 кг/га діючої речовини по мерзлоталому ґрунту у формі КАС, який містить три форми азоту амідну, амонійну і нітратну та у амонійній формі із супутнім вмістом сірки у формі сульфату амонію. Такі варіанти удобрення забезпечили максимальні рівні урожайності у значенні 3,4–3,6 т/га (з приростом до контролю 24–27%) за одночасної оптимізації якості врожаю за рахунок збільшення вмісту олеїнової та лінолевої жирних кислот у середньому на 1,0% та зростанні вмісту рослинної олії в насінні у межах вивчаємих гібридів на 1,1%.

Ключові слова: ріпак озимий, форми азоту, удобрення, жирнокислотний склад, урожайність, якість насіння.

Tsytsiura Ya.H., Tkachuk O.P. Influence of nitrogen fertilizer forms on the formation of yield and quality of winter rape seeds

The increasing cost of mineral fertilizers and the diversity of their forms and compositions of active substances, the emergence of new approaches to sowing dates and tillage options, the need for clear programmatic planning of the use of appropriate forms of macro- and microfertilizers' active substances – all of these factors make it necessary to move in the development of fertilization systems for major crops from general planning of the distribution of a certain rate of a particular nutrient to the selection of the optimal form of the fertilizer itself, taking into account the chemistry of its transformation.

Taking into account the presence of three basic forms of nitrogen (ammonium, amide, nitrate) used in certain fertilizers, and given the strategic importance of such a crop as winter rape for Ukraine, an urgent problem that requires modern scientific generalization and practical solution is to assess the effectiveness of using different forms of nitrogen separately or in combination in the system of their traditional application in cultivation technologies.

The research involved typical representatives of two technological types of intensive winter rape hybrids under conditions of unstable moisture on gray forest soils typical for the conditions of the Central agro-soil region of Vinnytsia oblast when applying in the form of fractional distribution of different forms of nitrogen fertilizers – ammonium (for ammonium sulfate), amide (for urea), ammonium-nitrate (for ammonium nitrate) and UAM 30 (urea-ammonia mixture, fertilizer containing three forms of nitrogen).

To evaluate the effectiveness and feasibility of the applied fertilizer options, a system of indicators of the overall bioproductivity of winter rape plants (plant height, aboveground biomass in dry matter), 1000 seed weight, and yield level was formed. A wide range of qualitative indicators was used: oil content, crude protein, nitrogen, phosphorus and potassium, as well as the fatty acid composition of seeds.

As a result, the feasibility and effectiveness of using two variants of fractional application of nitrogen fertilizers with the distribution of 30 kg/ha of active ingredient for sowing winter rape and 60 kg/ha of active ingredient for permafrost soil in the form of UAN in addition to the background phosphorus-potassium fertilizer at a rate of 90 kg/ha of active ingredient, which contains three forms of nitrogen: ammonium, ammonium and nitrate, and in the ammonium form with the accompanying sulfur content in the form of ammonium sulfate. Such fertilizer options provided maximum yield levels of 3.4–3.6 t/ha (with an increase of 24–27% over the control) while optimizing the quality of the crop by increasing the content of oleic and linoleic fatty acids by an average of 1.0% and increasing the content of vegetable oil in seeds within the studied hybrids by 1.11%.

Key words: winter rape, nitrogen forms, fertilizers, fatty acid composition, yield, seed quality.

Постановка проблеми. Сучасні сорти та гібриди озимого ріпаку з досяжним рівнем продуктивності 4–5 т/га орієнтовані за ідіотипічною структурою на високу ресурсну ємність вирощування [1, с. 436]. У структурі вказаної ємності мінеральні добрива займають частку понад 50% формуючи домінуючу роль у корегуванні рівнів урожайності та отриманих рівнів якості зібраного врожаю [2, с. 104–105]. Відмічається [3, с. 1–2; 4, с. 3], що важливим у плані ефективної реалізації ефективної дії мінеральних добрив за вирощування озимого ріпаку є підбір таких складових як норми та строки їх застосування і що не менш важливим є види добрив, які було використано в технологічній схемі вирощування того чи іншого гібриду або ж сорту [5, с. 1448].

Висока варіативність пропозицій удобрення для різних феностадій розвитку ріпаку озимого, а також різномірні підходи до розподілу вказаної норми по вегетації формують певну проблематику добору оптимальних форм добрив з позиції типу діючої речовини та специфіки її взаємодії з огляду на агрохімічний потенціал ґрунтів та гідротермічні умови періоду вегетації [6, с. 888–889]. Особливо актуальним у цьому плані є підбір форм азотних добрив, враховуючи наявність чотирьох її основних варіантів: амонійної, нітратної, амонійно-нітратної та амідної [7, с. 82; 8, с. 2003–2004]. Актуалізація дослідження цього питання додатково

ґрунтується ще й на таких аспектах як визначені істотні відмінності взаємодії перелічених форм із ґрунтовим вбирним комплексом, залежність ефективності їх дії від різних режимів ґрунтового зволоження та динамізму температур як повітря, так і ґрунту, різна загальна ефективність іммобілізації елементів живлення вивільнених у результаті розкладення та дисоціації діючих речовин добрива у ґрунтовому профілі відповідно до специфіки глибини загортання відповідного добрива [9, с. 1–3]. Відмічається [10, с. 160–161], що для сільськогосподарських культур з озимим циклом розвитку форми азоту у добриві відіграють важливу роль в аспектах ефективної перезимівлі, процесах відновлення вегетації на весні та збереження відповідних темпів продуктивного розвитку у весняно-літній період.

Враховуючи вище викладені факти актуальним питанням, яке потребує відповідного наукового узагальнення є дослідження впливу форм азотних добрив на формування рівнів урожайності та якості насіння ріпаку озимого для високоінтенсивних його гібридів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Встановлено [11, с. 7–9], що поглинання азоту з ґрунтового профілю рослинами відбувається у формі катіону амонію (NH_4^+) та нітратного аніону (NO_3^-). При цьому домінування форми поглинання азоту залежить від цілого ряду чинників таких як ґрунтово-кліматичних умов, характеру ідіотипу відповідного сорту чи гібриду, норми удобрення та її розподілу у відповідні критичні феностадії, кислотності ґрунтового розчину, мікробіологічної активності ґрунту та наявності органічних сполук здатних до інтенсивної хімічної взаємодії з аміаком та його похідними у реакціях осадження тощо [12, с. 97–99]. З цих причин різні форми азотних добрив можуть мати різну ефективність на основі рівнів перерахованих факторів впливу та їх взаємодії для конкретних ґрунтово-кліматичних зон [13, с. 500–501]. Це вимагає чіткого коректування систем удобрення озимого ріпаку у варіантах застосування різних азотних добрив чи їх поєднання залежно від варіанту форми діючої речовини [14, с. 304].

Визначено також [2, с. 105; 15, с. 85], що якість вирощеного врожаю також залежно від форм азотних добрив, які застосовуються у системі удобрення хрестоцвітих культур у цілому [16, с. 1083–1084]. Зокрема за використання переважно амонійних форм азоту істотно посилюється відновлювальна функція рослинної клітини, що у підсумку сприяє інтенсифікації синтезу відновлювальних органічних сполук у формі рослинних жирів [17, с. 329–330].

Домінування у системі удобрення нітратних форм мінерального азотного живлення з фізіологічної точки зору відмічено домінування у рослинній клітині окисних процесів за загального зростання окислювальної здатності клітин із супутнім утворенням органічних кислот з ряду лимонної та щавлевої. Такий характер сприяє зміні у співвідношенні жирних кислот до категорії ненасичених та змінює біохімічну структуру рослинних олій відповідним чином [18, с. 98–100].

При цьому слід зауважити, що за високого варіювання коефіцієнту споживання азоту рослинами озимого ріпаку в польових умовах на рівні від 30 до 50% інтенсифікація та оптимізація цього показника також визначається формами азоту застосованими у загальній агротехнологічній схемі удобрення культури [19, с. 5–9]. Це пов'язано із відомими базовими процесами газоподібних втрат азоту з ґрунту у результаті денітрифікації, амоніфікації та нітрифікації у формі молекулярного азоту, форм його оксидів різної валентності та кінцевого продукту аміаку [20, с. 8–12].

Досліджено [21, с. 261–264], що за величиною втрат аміаку з ґрунту лінійку використовуваних видів азотних добрив можна розмістити у такому порядку

зростання показника: сульфат амонію (1–14% від норми внесення), аміачна селітра (3–14%), сечовина (2–20%), водний розчин аміаку (45–50%). При цьому з перелічених азотних добрив сульфат амонію оцінено як таке, що має найвищий коефіцієнт використання азоту рослинами та має найнижчі його втрати по результатах процесу денітрифікації у співставленні до інших форм азотних добрив [22, с. 87–90].

Разом із тим наголошується [23, с. 2–5], що проблематика добору оптимальних форм азоту визначається для кожного типу ґрунту та ґрунтового-кліматичної зони індивідуально, враховуючи багатофакторність процесу трансформації азоту в ґрунтовому профілі, рухливості даних форм залежно від вологісних та температурних режимів, а також рівня мікробіологічної активності ґрунту пов'язаної із трансформацією основних сполук. З цих причин дослідження цього питання за зтвердженнями [24, с. 2–4; 25, с. 244–245] залишається актуальним завданням у ракурсі аланування адаптивних систем удобрення основних польових культур особливо озимої групи та озимого ріпаку зокрема.

Метою дослідження було дослідити ефективність та доцільність застосування відповідних форм азотних добрив у загальній системі удобрення високо інтенсивних та ресурсоемнісних гібридів ріпаку озимого із супутнім контролем якості вирощеного врожаю.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження проводились впродовж 2022–2024 рр. в умовах НДГ «Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету на сірих лісових ґрунтах. Агрохімічний потенціал ґрунтового покриву: вміст гумусу 2,72% легкогідролізованого азоту 80.9 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору 146.5 мг/кг ґрунту, обмінного калію 105.9 мг/кг ґрунту, $pH_{\text{кел}}$ 5.8.

Погодні умови за вегетаційний період ріпаку озимого у розрізі трьох сезонів в цілому мали відносну сприятливість для реалізації урожайного потенціалу вивчаємих гібридів озимого ріпаку. При цьому за режимом сприятливості та оптимальності вегетаційні сезони досліджуваного період можна розмістити у наступному порядку зростання 2021/2022 – 2023/2024 – 2022/2023 (табл. 1, рис. 1).

В якості об'єкта вивчення використано гібриди ріпаку озимого компанії DEKALB® різного технологічного спрямування, а саме:

- гібрид для традиційної технології вирощування – ДК Експер;
- гібрид для виробничої системи Clearfield – ДК Іммінент КЛ.

ДК Експер. Високопластичний гібрид з інтенсивно високими темпами надземного наростання Володіє швидкими темпами відновлення вегетації навесні. Характеризується адаптивними реакціями використання зимових депонованих запасів вологи та внесених з осені діючих речовин мінеральних добрив. Відмічено високі порогові значення стійкості до хвороб (ген RLM7). Абсолютно стійкий до розтріскування стручків і осипання насіння. Ранньостиглий. Висота рослин в інтервалі 150–160 см. Вміст олії у насінні 47–48%.

ДК Іммінент КЛ. Має виражену комплексну стійкість до хвороб особливо фомозу (наявність гена RLM7). Характеризується високими рівнями компенсаторної здатності за рахунок інтенсивного галуження, що дозволяє з успіхом вирощувати гібрид за мінімально рекомендованих густот стояння. Потенціал врожайності високий на рівні з кращими гібридами.

Має потужне стебло та розвинену кореневу систему. Високостійкий до розтріскування стручків. Середостиглий з пізнім періодом цвітіння. Висота рослини на рівні 170–190 см. Вміст олії у насінні – 47–49%. Має низький вміст глюकोзинолатів та ерукової кислоти < 0.5%. Придатний до середніх та пізніх строків сівби. За

результатами екологічного зонального сортовипробування мав такі бали стійкості у категорії: зимостійкість – 6; посухостійкість – 6; стійкість до фомозу – 9.

Таблиця 1

**Сегментована оцінка значень гідротермічних режимів періоду вегетації
ріпаку озимого, 2021–2024 рр.**

Рік	Сума опадів, мм (IV–VI)	$t_{\text{ср.}}, ^\circ\text{C}$ (IV–VI)	Місяці періоду вегетації								
			IV			V			VI		
			ГТК	I_n	K_3	ГТК	I_n	K_3	ГТК	I_n	K_3
2021	282,8	13,26	0,23	38,8	0,96	3,13	66,7	1,64	1,68	39,8	1,00
2022	242,1	14,30	0,56	57,4	2,33	1,43	31,3	0,79	1,50	36,1	0,85
2023	239,8	14,18	1,54	91,5	3,33	0,08	1,9	0,04	1,64	38,9	0,87
2024	262,1	16,27	3,26	47,5	3,18	0,58	13,2	0,24	1,66	40,4	0,98

Рік	Сума опадів, мм (VII–X)	$t_{\text{ср.}}, ^\circ\text{C}$ (VII–X)	Місяці періоду вегетації											
			VII			VIII			IX			X		
			ГТК	I_n	K_3	ГТК	I_n	K_3	ГТК	I_n	K_3	ГТК	I_n	K_3
2021	176,9	15,4	0,78	20,1	0,45	1,46	35,7	0,91	0,71	17,6	0,51	0,00	1,7	0,04
2022	436,6	16,0	0,90	22,4	0,58	1,71	43,1	1,06	4,96	98,1	2,60	3,17	51,4	1,50
2023	247,1	18,3	1,41	35,8	0,82	0,65	16,9	0,36	1,01	23,4	0,63	1,03	29,9	0,93
2024	219,8	19,6	1,19	31,1	0,66	0,77	19,8	0,41	0,45	10,6	0,22	1,17	30,5	1,06

Рік	$t_{\text{авер}}, ^\circ\text{C}$	Сума опадів, мм	Рік	$t_{\text{авер}}, ^\circ\text{C}$	Сума опадів, мм	Рік	$t_{\text{авер}}, ^\circ\text{C}$	Сума опадів, мм	Рік	$t_{\text{авер}}, ^\circ\text{C}$	Сума опадів, мм
2021	-0,3	356,1	2022	1,2	216,9	2023	2,2	278,0	2024	2,9	371,2

* – середня середньодобова температура ($^\circ\text{C}$) та ** – сума опадів (мм) за період листопад попереднього року – березень наступного.

Схема дослідів передбачала застосування чотирьохразової повторності з систематичним у два яруси розміщенням дослідних ділянок при обліковій площі 50 м², а загальній 60 м².

Попередник у всіх варіантах дослідів озима пшениця. Проводився основний обробіток ґрунту після збирання попередника який включав дискування на глибину 6–8 см та послідовну оранку на глибину 23–25 см. Строк сівби – перша декада вересня за норми висіву 500 тис. насінин/га за обов’язкового післяпосівного коткування.

Схема дослідів передбачала застосування таких варіантів:

I. Контроль (РК)₉₀ – фон;

II. Фон + сульфат амонію (30 кг д.р./га (ВВСН 00) + 60 кг д.р./га (ВВСН 19–20 (по мерзлоталому ґрунту));

III. Фон + сечовина (30 кг д.р./га (ВВСН 00) + 60 кг д.р./га (ВВСН 19–20 (по мерзлоталому ґрунту));

IV. Фон + аміачна селітра (30 кг д.р./га (ВВСН 00) + 60 кг д.р./га (ВВСН 19–20 (по мерзлоталому ґрунту));

V. Фон + карбамідно-аміачна суміш (КАС 30) (30 кг д.р./га (ВВСН 00) + 60 кг д.р./га (ВВСН 19–20 (по мерзлоталому ґрунту)).

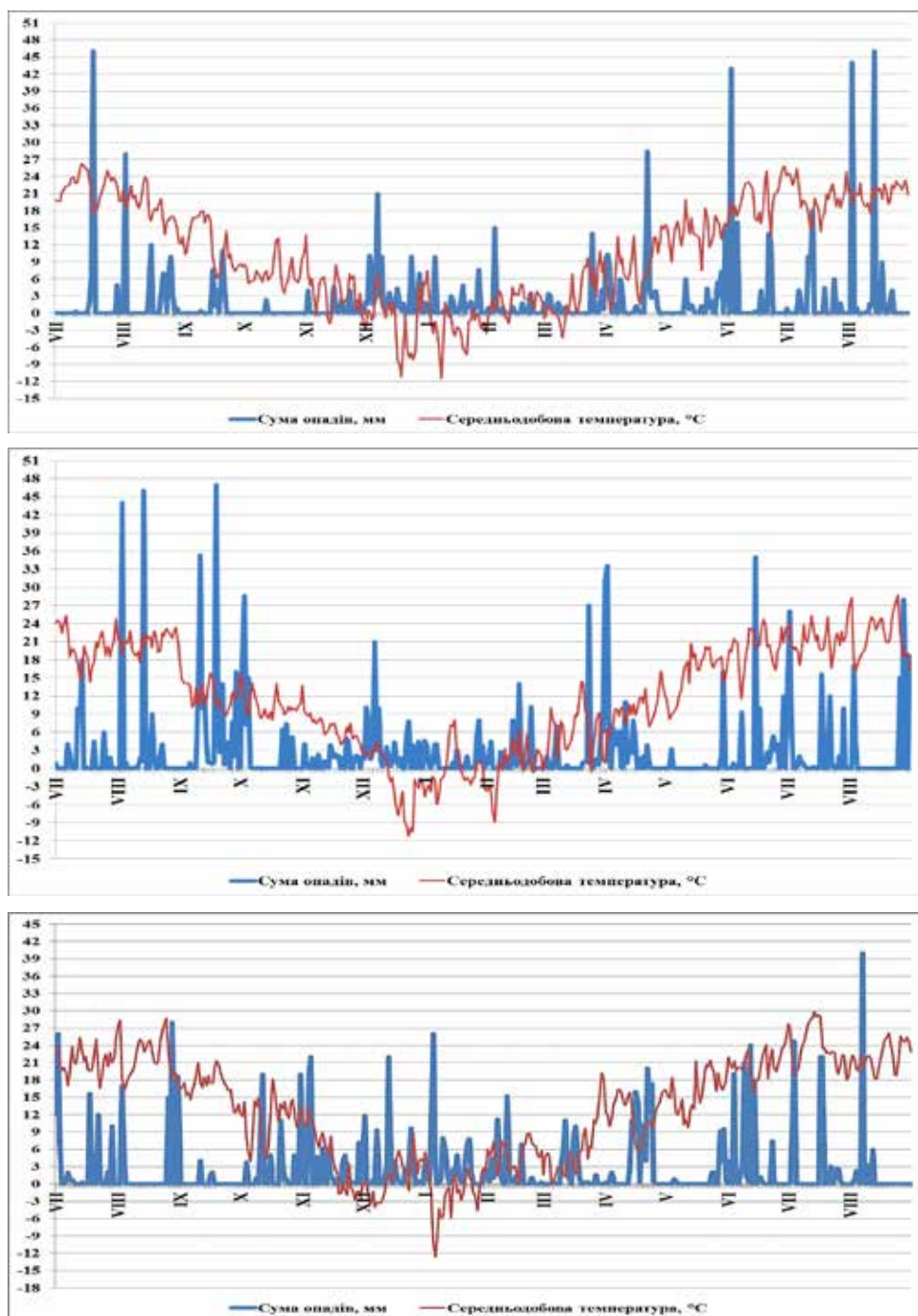


Рис. 1. Гідротермічний режим періоду вегетації ріпаку озимого (верхня позиція сезон 2021–2022 рр., середня позиція – сезон 2022–2023 рр., нижня позиція – сезон 2023–2024 рр.)

Для фонового удобрення було застосовано подвійний суперфосфат (46% д.р.) та калій хлористий (60% д.р.).

Періодизацію фенології рослин ріпаку озимого проводили відповідно до феношквал ВВСН у відповідному їй кодуванню.

Структуру індивідуальної насінневої продуктивності рослин обліковували відповідно до рекомендованих методик обліку для хрестоцвітих культур [26, с. 50–63].

Висоту рослин визначали на фазу повного цвітіння з розрахунку прямого вимірювання довжини головного стебла від кореневої шийки до верхівки головної осі суцвіття за використання метричного мірного засобу.

Облік сформованої надземної біомаси проводили на фазу повного цвітіння шляхом зважування її з облікових ділянок площею 1 м² у середній частині ділянки кожного повторення та трансформували її у суху речовину відповідно до визначено вмісту сухої речовини у даній біомасі.

Вміст сухої речовини у надземній масі рослин визначали за стандартним протоколом висушуванням до постійної маси при 105 °С та озоленням при 550 °С.

Для обліку урожайності було застосовано метод поділянкового оболоту кожного повторення із визначенням середнього показника для відповідного варіанту із загальним переведенням на площу в 1 га [26, с. 64–69].

При вивченні ефективності різних варіантів удобрення у розрізі вивчаємих варіантів проводили з урахуванням методичної бази проведення дослідів з агрохімікатами та добривами [27, с. 8–20].

Жирнокислотний склад насіння досліджували методами газорідинної хроматографії в умовах лабораторії якості та сертифікації продукції ВАТ «Вінолія» (м. Вінниця) згідно із стандартним протоколом при застосуванні хроматографа Шимадзу. За використання умов даної лабораторії було визначено вміст олії, сирого протеїну та основних макроелементів в насінні гібридів ріпаку озимого у відповідності зі стандартом ДСТУ 8175:2015 та стандартизованими протоколами оцінки якості продукції сортів та гібридів озимого ріпаку [28, с. 83–85]. Насіння для вказаних аналізів відбирали відповідно до стандартних рекомендацій [28, с. 83] із партії відповідних дослідних варіантів згідно сформованої схеми дослідів.

Статистична оцінка результатів досліджень проводили за схемою багатфакторного дисперсійного аналізу із визначенням найменшої істотної різниці для 5% рівня значущості. Додатково було застосовано такий показник як стандартне відхилення, розрахований відповідно до загальних методик [29, с. 15–45; 30, с. 25–57].

Виклад основного матеріалу дослідження. Усереднені результати досліджень засвідчили різномірний вплив різних форм азотних добрив як на комплекс загального лінійного морфологічного розвитку рослин озимого ріпаку, так і на комплекс важливих індикаторів насінневої продуктивності (табл. 2).

Загальна висота рослин для обох гібридів відповідала властивому інтервалу показника на основі результатів зонального екологічного випробування та була максимальною у варіанті застосування КАС, добрива, яке містить азот у трьох формах: амідній, амонійній і нітратній. Це дозволяє за його використання розмежувати етапність використання азоту, спочатку у формах нітратній, амонійній та амідній. Такий характер формування відмічено для обох вивчаємих сортів де приріст до контрольного фонового варіанту становив 10,57% у гібриду ДК Експовер та 9,59% у гібриду ДК Іммімент КЛ. За прирістним ефектом по висоті стебла слід відмітити і варіант застосування амонійної форми азоту за внесення сульфату амонію з приростом показника на рівні 9,45% та 6,06% відповідно.

Таблиця 2

**Показники морфометричної та вагової біопродуктивності рослин гібридів
ріпаку озимого залежно від застосованих форм азотних добрив
(середнє за вегетаційні сезони 2022–2024 рр.)**

Варіант дослідів (форми азотних добрив (В))*	Середня висота рослин, см	Суха маса рослин г/м²	Урожайність насіння, т/га	Приріст		Окупність 1 кг N насінням кг	Маса 1000 насінин, г
				т/га	%		
ДК Експовер							
I	142,8	1030,8	2,84	—	—	—	4,59
II	156,3	1238,5	3,38	0,64	23,36	7,1	4,97
III	152,8	1152,7	3,26	0,52	18,98	5,8	4,69
IV	149,7	1108,7	3,19	0,45	16,42	5,0	4,51
V	157,9	1299,3	3,48	0,74	27,01	8,2	5,09
НІР ₀₅ A**	2,12	54,3	0,09	0,09	—	—	0,10
B	1,56	27,9	0,07	0,06	—	—	0,06
AB	2,91	67,8	0,10	0,08	—	—	0,08
ДК Іммінент КЛ							
I	166,8	1154,8	2,95	—	—	—	5,12
II	176,9	1304,9	3,62	0,67	22,71	8,1	5,54
III	174,4	1271,3	3,51	0,56	18,98	6,9	5,31
IV	172,7	1211,8	3,41	0,46	15,59	5,8	5,23
V	182,8	1357,5	3,67	0,72	24,41	9,6	5,59
НІР ₀₅ A	1,85	47,9	0,08	0,10	—	—	0,11
B	1,43	21,8	0,07	0,06	—	—	0,07
AB	3,14	64,9	0,11	0,07	—	—	0,08

*I. Контроль (РК)₉₀ – фон; II. Фон + сульфат амонію (30 кг д.р./га (ВВСН 00) + 60 кг д.р./га (ВВСН 19–20 (по мерзлоталому ґрунту))); III. Фон + сечовина (30 кг д.р./га (ВВСН 00) + 60 кг д.р./га (ВВСН 19–20 (по мерзлоталому ґрунту))); IV. Фон + аміачна селітра (30 кг д.р./га (ВВСН 00) + 60 кг д.р./га (ВВСН 19–20 (по мерзлоталому ґрунту))); V. Фон + карбамідно-аміачну суміш (КАС 30) (30 кг д.р./га (ВВСН 00) + 60 кг д.р./га (ВВСН 19–20 (по мерзлоталому ґрунту))); ** – чинник умов року у багатofакторній дисперсійній системі.

Аналогічний характер відмічено і за формуванням загальної надземної біомаси рослин у виразі спів ставного накопичення сухої речовини. Застосування КАС забезпечило приріст до фонового контролю на рівні 26,05% у гібриду ДК Експовер та 17,55% у гібриду ДК Іммінент КЛ. Застосування окремо амонійної форми було за приростом до контролю на 4,2–6,1% нижче залежно від гібриду. Прирістний ефект від застосування амідної та амонійно-нітратної форми був у середньому по сортах на 6,85% та 11,43% відповідно нижчим.

Такий характер формування темпів лінійного росту та загального вагового габітусу рослин позитивно співвідноситься з рядом досліджень [15, с. 92–96; 19, с. 58–60; 21, с. 262–264] та на нашу думку пояснюється диференційним

впливом різних форм азоту з можливістю ситуаційного засвоєння з огляду на максимальну екологічну адаптивність наявності одночасно трьох форм азоту в єдиній препаративній формі. Стосовно ефективності амонійної форми – отримані нами результати узгоджуються із твердженнями [25, с. 244–245], що застосування сульфату амонію позитивно впливає на нагромадження сульфат аніонів у ґрунтовому розчині, що в свою чергу формує позитивні передумови для оптимізації протеїнового обміну у рослинному організмі та активізує діяльність ростових центрів. У кінцевому підсумку в озимого ріпаку це забезпечило ростові біопродуктивні переваги перед формами азоту в амідній (застосування сечовини) та амонійно-нітратній (внесення аміачної селітри) формах. Що стосується застосування селітри то наявність двох форм азоту за переваг до поглинання нітратної форми створює певний рівень супресії поглинання амонійної форми, що знижує ефект застосування особливо за відсутності позитивного компоненту вмісту сірки при застосуванні сульфату амонію.

Визначений динамізм ростових процесів у співставленні до контролю, зокрема формування сухої маси рослин на одиниці площі, що є прямим індикатором фотосинтетичної активності [13, с. 501–503], забезпечив реалізацію вказаних відмінностей між варіантами у виразі урожайності насіння. При цьому встановлено генотипову специфічність реакції вивчаємих гібридів на різні форми азотних добрив. Так, для гібриду ДК Експер визначено переважаючу ефективність двох варіантів застосування одночасно трьох варіантів діючої речовини у формі добрива КАС (приріст до фонового контролю 27,01%) та застосування амонійної форми азоту за наявності сірки як супутнього компоненту. Для гібриду ДК Іммінент КЛ за певного переважання варіанту із внесенням КАС відповідно до статистичної оцінки приріст між застосуванням КАС та сульфату амонію не мав істотної різниці, тобто вказані варіанти забезпечували близькі процеси реалізації насінневої продуктивності даного гібрида. Слід відмітити, що вивчаємі гібриди належать до різних технологічних груп – традиційної (гібрид ДК Експер) та інтенсивно-ємнісної (гібрид ДК Іммінент КЛ). З огляду на дослідження [9, с. 2–4] такі особливості зумовлюють необхідність в мікроелементному забезпеченні застосованих мінеральних добрив і, зокрема, для ріпаку озимого таких елементів як сірка та бор. З цих причин гібрид ДК Іммінент КЛ ефективно реалізовував власний урожайний потенціал саме на фоні оптимізації застосування сірки та її доступності поряд з ефективністю адаптивного механізму доступності за одночасного внесення всіх трьох форм азоту за внесення КАС.

У підсумку сформовані урожайності логічно відобразились на величинах прирістної окупності застосованих норм мінерального живлення у вивчаємих формах. При цьому слід відмітити, що фактичні рівні облікової урожайності обох гібридів відповідають рівневі у 65–72% відповідно до результатів багаторічного зонального циклу випробувань. Це вказує, що для оптимізації їх урожайних показників застосований фон удобрення у значенні 90 кг/га діючої речовини не є достатнім ємнісним рівнем в вказані гібриди потребують азотного живлення у значенні від 120 до 140 кг/га д.р. з обов'язковим додаванням мікроелементів та ріст регулюючих речовин у варіанті комбінованого позакореневого підживлення. Це також узгоджується із облікованим показником маси 1000 насінин у межах застосованих варіантів удобрення, який на 16,8–21,9% нижчий від можливого генотипового потенціалу та мав максимальний приріст до контролю на рівні 10,89% у гібрида ДК Експер та 9,17% у гібрида ДК Експер у варіанті застосування

КАС. З огляду на статистичну близькість прирістного показника визначену і для варіанту застосування амонійної форми азоту у сукупності із сіркою за внесення сульфату амонію – даний варіант також буде ефективним у плані реалізації вагових параметрів індивідуальної насінневої продуктивності при плануванні системи азотного живлення гібридів озимого ріпаку на сірих лісових ґрунтах.

Визначено, що застосування додаткового до фосфорно-калійного фону азотного живлення для всіх вивчаємих форм азоту було ефективним з позиції поліпшення якості вирощеного урожаю за основним показником олійності (табл. 3). Проте з позиції формування максимального показника серед варіантів виділено варіант застосування амонійної форми азоту із сіркою (внесення сульфату амонію з приростом до фонового контролю у гібриду ДК Експер на рівні 2,89% та у гібриду ДК Іммінент КЛ на рівні 1,90%) у співставленні до інших варіантів прирістний інтервал до контролю для даного показника був на 0,57–1,07% нижчим (для амонійно-нітратної та амідної форм). Такий характер формування показника олійності підтверджує висновки [9, с. 2–4; 10, с. 160–161; 12, с. 98–99] щодо ролі амонійної форми у поєднанні із сірковмісними мікродобривами у інтенсифікації жирового обміну у рослин ріпаку озимого.

Подібна тенденція впливу застосованих варіантів удобрення відмічена і за обліку показника вмісту сирого протеїну за істотних переваг застосування варіанту з одночасним застосуванням трьох форм азоту (застосування КАС) та амонійної форми (за внесення сульфату амонію). Такий характер пояснюється високим рівнем детермінації процесу білкового обміну як за рахунок певного співвідношення у добриві амонійної та амідної форми азоту [23, с. 2–3; 25, с. 244–245] а також для достатнього забезпечення сіркою у формі як компоненту основного мікродобрива чи у формі позакореневого підживлення при застосуванні мікродобрив.

У підсумку середній приріст, у співставленні до контролю, для гібридів показника у варіанті застосування сульфату амонію становив 2,03% та у варіанті застосування КАС 0,89%. Вказані висновки позитивно узгоджуються із визначеним вмістом азоту в насінні з огляду на зв'язок загального вмісту азоту та сирого протеїну у перевідному коефіцієнті 6,25 та визначені закономірності формування у межах дослідних варіантів. Стосовно вмісту фосфору та калію визначено, що накопичення фосфору у ріпаку озимого в насінні визначається в поносному фоновим застосуванням фосфору та калію, а що стосується вмісту калію то значення показника відповідно до висновків ряду досліджень [6, 887–889; 14, с. 304–306] має певний характер спряженого формування із оптимізацією азотно-білкового обміну. Це узгоджується із результатами подібного формування показника вмісту сирого протеїну та азоту в насінні та аналогічного формування показника вмісту калію в насінні.

Слід також зауважити, що досліджувані гібриди озимого ріпаку слід віднести до високо протеїнових за біохімічним складом насіння, що дозволяє рекомендувати побічну продукції отриману у результаті процесу екстракції олії – жмих – застосовувати у системі годівлі тварин після різних варіантів приготування та комбінування.

У результатуючому підсумку продуктивний вихід сирого протеїну та сирого жиру був максимальним у варіанті застосування одночасно трьох діючих форм азоту за внесення КАС з усередненим приростом по гібридах у співставленні до фонового контролю на рівні 20,77% за показником вмісту сирого жиру та 19,44% за вмістом сирого протеїну.

Таблиця 3

Вплив застосованих форм азотних добрив на біохімічний склад насіння гібридів ріпаку озимого (середнє за вегетаційні сезони 2022–2024 рр.)

Варіант досліджу (форми азотних добрив (В))*	Олійність, %	Вміст сирого протеїну, %	Вміст азоту, %	Вміст фосфору, %	Вміст калію, %	Збір сирого жиру, т/га	Збір сирого протеїну, т/га
ДК Експовер							
I	46,25	23,72	4,21	0,84	1,78	1,31	0,67
II	47,58	23,88	4,30	0,86	1,88	1,61	0,81
III	47,21	23,81	4,22	0,83	1,84	1,54	0,78
IV	47,03	23,75	4,21	0,82	1,81	1,50	0,76
V	47,45	23,92	4,27	0,86	1,90	1,65	0,83
НІР ₀₅ А**	0,11	0,09	0,08	0,09	0,08	-	-
В	0,09	0,05	0,05	0,05	0,06	-	-
АВ	0,11	0,07	0,06	0,08	0,07	-	-
ДК Іммінент КЛ							
I	46,74	24,32	4,30	0,81	1,82	1,54	0,80
II	47,63	24,68	4,41	0,84	1,89	1,72	0,89
III	47,29	24,60	4,33	0,82	1,81	1,66	0,86
IV	47,12	24,44	4,30	0,81	1,78	1,61	0,83
V	47,52	24,55	4,38	0,86	1,93	1,78	0,92
НІР ₀₅ А	0,10	0,08	0,07	0,10	0,11	-	-
В	0,08	0,05	0,05	0,07	0,08	-	-
АВ	0,10	0,07	0,06	0,09	0,09	-	-

*I. Контроль (РК)₉₀ – фон; II. Фон + сульфат амонію (30 кг д.р./га (ВВСН 00) + 60 кг д.р./га (ВВСН 19–20 (по мерзлоталому ґрунту))); III. Фон + сечовина (30 кг д.р./га (ВВСН 00) + 60 кг д.р./га (ВВСН 19–20 (по мерзлоталому ґрунту))); IV. Фон + аміачна селітра (30 кг д.р./га (ВВСН 00) + 60 кг д.р./га (ВВСН 19–20 (по мерзлоталому ґрунту))); V. Фон + карбамідно-аміачну суміш (КАС 30) (30 кг д.р./га (ВВСН 00) + 60 кг д.р./га (ВВСН 19–20 (по мерзлоталому ґрунту))); ** – чинник умов року у багатofакторній дисперсійній системі.

Відомо, що одним із базових показників якості урожаю ріпаку озимого є жирнокислотний склад насіння [31, с. 1–2; 32, с. 268–269; 33, с. 165–167]. Встановлено, що рівень мінерального живлення та форми та строки застосування добрив впливають на композиційну структуру жирних кислот в насінні озимого ріпаку. Подібні висновки підтверджено і в даних дослідженням (табл. 4). Для обох гібридів озимого ріпаку встановлено подібну тенденції щодо формування вмісту важливих жирних кислот залежно від форм застосованих азотних добрив. При цьому ці особливості були характерними в оцінці накопичення відсотку вмісту олеїнової (С 18:1) та лінолевої (С 18:2) жирних кислот. Зокрема, максимальні значення концентрації олеїнової кислоти відмічено у варіантах застосування КАС (з усередненим приростом до фонового контролю на рівні 1,58%).

Таблиця 4

**Жирнокислотний склад насіння гібридів ріпаку озимого
залежно від застосованих форм азотних добрив
(середнє за вегетаційні сезони 2022–2024 рр.)**

Варіант дослідів (В)*	Вміст жирних кислот, %			
	олеїнова (С 18:1)	лінолева (С 18:2)	ліноленова (С 18:3)	пальмітинова (С 16:0)
ДК Експовер				
I	62,62 ± 1,28**	16,48 ± 0,77	8,23 ± 0,21	4,62 ± 0,19
II	64,18 ± 1,32	16,98 ± 0,83	7,95 ± 0,32	4,11 ± 0,24
III	63,41 ± 1,21	16,79 ± 0,71	8,03 ± 0,27	4,19 ± 0,21
IV	63,07 ± 1,28	16,72 ± 0,88	8,07 ± 0,36	4,17 ± 0,27
V	64,59 ± 1,44	17,19 ± 1,01	7,89 ± 0,52	4,03 ± 0,33
НІР ₀₅ А***	0,27	0,19	0,22	0,18
В	0,11	0,08	0,08	0,08
АВ	0,33	0,24	0,27	0,24
ДК Іммінент КЛ				
I	63,43 ± 1,19	17,59 ± 0,54	10,18 ± 0,39	5,08 ± 0,29
II	64,39 ± 1,22	18,14 ± 0,72	9,51 ± 0,47	4,92 ± 0,27
III	63,71 ± 1,14	17,92 ± 0,68	10,05 ± 0,41	4,98 ± 0,24
IV	63,44 ± 1,29	17,51 ± 0,79	10,07 ± 0,39	5,01 ± 0,29
V	64,61 ± 1,35	17,82 ± 0,84	9,44 ± 0,47	4,82 ± 0,21
НІР ₀₅ А	0,21	0,19	0,29	0,16
В	0,12	0,08	0,21	0,08
АВ	0,31	0,25	0,47	0,21

*I. Контроль (РК)₀₀ – фон; II. Фон + сульфат амонію (30 кг д.р./га (ВВСН 00) + 60 кг д.р./га (ВВСН 19–20 (по мерзлоталому ґрунту))); III. Фон + сечовина (30 кг д.р./га (ВВСН 00) + 60 кг д.р./га (ВВСН 19–20 (по мерзлоталому ґрунту))); IV. Фон + аміачна селітра (30 кг д.р./га (ВВСН 00) + 60 кг д.р./га (ВВСН 19–20 (по мерзлоталому ґрунту))); V. Фон + карбамідно-аміачну суміш (КАС 30) (30 кг д.р./га (ВВСН 00) + 60 кг д.р./га (ВВСН 19–20 (по мерзлоталому ґрунту))); ** – стандартне відхилення для між річного співставлення; *** – чинник умов року у багатофакторній дисперсійній системі.

Формування вмісту лінолевої кислоти мало генотипові відмінності та у гібриду ДК Експовер досягло максимального значення у розрізі вивчаємих варіантів при застосуванні КАС з приростом до фонового контролю 0,71%, а для гібриду ДК Іммінент КЛ за варіанту застосування сульфату амонію (амонійна форма азоту скомпонована із сіркою) з приростом до контролю на рівні 0,55%. З огляду на суми концентрацій даних кислот, яку застосовують для оцінки цінності сировини озимого ріпаку для багатоцільового технологічного використання [31, с. 1–2] з позиції формування технологічно оптимізованого жирно кислотного складу у гібрида ДК Експовер більш доцільним був варіант застосування КАС з трьома формами азоту (сума олеїнової та лінолевої кислот становила 81,78%), а для гібриду ДК Іммінент КЛ більш ефективним був варіант застосування амонійної форми азоту із сіркою

(за внесення сульфату амонію при сумі вказаних кислот у значенні 82,53%). При цьому з позиції біохімічної цінності за тим же показником суми олеїнової та лінолевої кислот за всіх варіантів удобрення був гібрид ДК Іммінент КЛ де цей показник був вищим залежно від варіанту удобрення в інтервалі від 0,75 до 0,91%.

Для лінолевої (С 18:3) та пальмітинової (С 16:0) жирних кислот визначена лише тенденція до зниження їх вмісту у порівнянні з контролем без застосування азотних добрив проте без детермінації чіткої та істотної закономірності формування показника у розрізі дослідних варіантів, що узгоджується з висновками [33, с. 166–167] щодо комбінаційного впливу азотних добрив на субпохідні жирні кислоти з вищим та істотно нижчим ступенем насиченості.

Висновки і перспективи подальших досліджень. На підставі всебічного аналізу отриманих даних встановлено необхідність та доцільність добору відповідних форм азотних добрив при конструюванні системи удобрення високо інтенсивних гібридів ріпаку озимого. За результатами трьохрічного циклу оцінювання для умов сірих лісових ґрунтів на фоновому фосфорно-калійному живленні з нормою внесення 90 кг/га діючої речовини визначено агротехнологічну перевагу двох варіантів дробного внесення азотних добрив за вирощування гібридів озимого ріпаку для традиційних технологій та технологій виробничої системи Clearfield з розподілом 30 кг/га діючої речовини під посів озимого ріпаку та 60 кг/га діючої речовини по мерзлоталому ґрунту (на самому початку відновлення весняної вегетації рослин) у формі КАС, який містить три форми азоту амідну, амонійну і нітратну та при застосуванні амонійної форми азоту із супутнім вмістом сірки у формі сульфату амонію. Застосування вказаних варіантів забезпечило максимальні рівні урожаю на рівні 3,4–3,6 т/га (з приростом до фонового контрольного варіанту в інтервалі 24–27%) за оптимізації якості вирощеного врожаю як за амінокислотним складом (збільшенні вмісті суми олеїнової та лінолевої кислот у середньому вище 1,0%) при зростанні олійності у середньому по гібридах на 1,11%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Béréš J., Bečka D., Tomášek J., Vašák J. Effect of autumn nitrogen fertilization on winter oilseed rape growth and yield parameters. *Plant. Soil and Environment*. 2019. Vol. 65. P. 435–441.
2. Rathke G.W., Christen O., Diepenbrock W. Effects of nitrogen source and rate on productivity and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown in different crop rotations. *Field Crop Research*. 2005. Vol. 94. P. 103–113.
3. Heuermann D., Hahn H., von Wirén N. Seed yield and nitrogen efficiency in oilseed rape after ammonium nitrate or urea fertilization. *Frontiers in Plant Science*. 2021. Vol. 11. 608785.
4. Jankowski K.J., Szatkowski A., Załuski D. The effect of nitrogen management on seed yield and quality in traditional and canola-quality white mustard. *Scientific Reports*. 2024. Vol. 14. 26127.
5. Zhang Z.H., Song H.X., Liu Q., Rong X.M., Guan C.Y., Peng J.W., Xie G.X., Zhang Y.P. Studies on differences of nitrogen efficiency and root characteristics of oilseed rape (*Brassica napus* L.) cultivars in relation to nitrogen fertilization. *Journal of Plant Nutrition*. 2010. Vol. 33. P. 1448–1459.
6. Cao L., Wu X., Yang R., Tian Y., Chen X., Chen B., Li Y., Gao Y. Differences of nitrogen status between different N-uptake efficiency rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. *Acta Agronomica*. 2013. Vol. 38. P. 887–895.
7. Rathke G.W., Behrens T., Diepenbrock W. Integrated nitrogen management strategies to improve seed yield, oil content and nitrogen efficiency of winter oilseed

rape (*Brassica napus* L.): a review. *Agriculture. Ecosystems and Environment*. 2006. Vol. 117. P. 80–108.

8. Song Y., Li J., Gu H., Lu Z., Liao S., Li X., Cong R., Ren T., Lu J. Effects of application of nitrogen on seed yield and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Acta Agronomica Sinica*. 2023. Vol. 7. P. 2002–2011.

9. Lana R.M.Q., Pereira V.J., Leite C.N., Teixeira G.M., Gomes J.D., de Camargo R. NBPT (urease inhibitor) in the dynamics of ammonia volatilization. *Revista Brasileira de Ciencias Agrarias-Agraria*. 2018. Vol. 13. P. 1–8.

10. Schott W. Nitrogen in agriculture as affected by the kind of fertilizer. II. Nitrogen in soil and plant. *Phyton (Austria) Special issue: Nitrogen Emissions*. 2001. Vol. 41. P. 159–167.

11. Zhou N. The Research on the Nitrogen's Effect on Rapeseed Yield and Quality and Relevant Analysis. *Ph.D. Thesis*. Huazhong Agricultural University. Wuhan. China. 2005. 189 p.

12. Berry P., Teakle G., Foulkes J., White P., Spink J. Breeding for improved nitrogen use efficiency in oilseed rape. *Acta Horticulturae*. 2010. Vol. 867. P. 97–102.

13. Carter C., Schipanski M.E. Nitrogen uptake by rapeseed varieties from organic matter and inorganic fertilizer sources. *Plant and Soil*. 2022. Vol. 474. P. 499–511.

14. Subbarao G.V., Ito O., Sahrawat K.L., Berry W.L., Nakahara K., Suenaga K. Scope and strategies for regulation of nitrification in agricultural systems-challenges and opportunities. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 2006. Vol. 25. P. 303–335.

15. Wiesler F. Comparative assessment of the efficacy of various nitrogen fertilizers. *Journal of Crop Production*. 1988. Vol. 1. P. 81–114.

16. Varényiová M., Ducsay L. Evaluation of effect of autumn nitrogen dose and nitrogen nutrition status on oilseed rape yield. *Journal of Central European Agriculture*. 2016. Vol. 17. P. 1082–1095.

17. Tilsner J., Kassner N., Struck C., Lohaus G. Amino acid contents and transport in oilseed rape (*Brassica napus* L.) under different nitrogen conditions. *Planta*. 2005. Vol. 221. P. 328–338.

18. Yang Y., Gao S., Su Y., Lin Z., Guo J., Li M., Wang Z., Que Y., Xu L. Transcripts and low nitrogen tolerance: Regulatory and metabolic pathways in sugarcane under low nitrogen stress. *Environmental and Experimental Botany*. 2019. Vol. 163. P. 97–111.

19. Tang W. Effects of Nitrate and Ammonium Supply Ratios on Growth. Physiology and Gene Expression of Oilseed Rape (*Brassica napus*). *Ph.D. Thesis*. Hunan Agricultural University. Changsha. China. 2019. 197 p.

20. Ni F. Effect of Different Agronomic Measures on Carbon-Nitrogen Metabolism and Oil Accumulation in Rapeseed Pod. *Ph.D. Thesis*. Huazhong Agricultural University. Wuhan. China. 2018. 207 p.

21. Wu Y., Ma N., Huang X., Peng H., Li Z., Niu Y., Zhang C. Effect of nitrogen fertilizer on agronomic traits. yield. quality and nitrogen use efficiency in *Brassica napus* of “ZhongShuang 11” under Different Densities. *Journal of Sichuan Agricultural University*. 2014. Vol. 32. P. 260–282.

22. Wang Y., Cheng Y., Chen K., Tsay Y. Nitrate transport. signaling. and use efficiency. *Annual Review of Plant Biology*. 2018. Vol. 69. P. 85–122.

23. Zhu J., Dai W., Chen B., Cai G., Wu X., Yan G. Research Progress on the Effect of Nitrogen on Rapeseed between Seed Yield and Oil Content and Its Regulation Mechanism. *International Journal of Molecular Sciences*. 2023. Vol. 24. 14504.

24. Zhan N., Xu K., Ji G., Yan G., Chen B., Wu X., Cai G. Research progress in high-efficiency utilization of nitrogen in rapeseed. *International Journal of Molecular Sciences*. 2023. Vol. 24. 7752.

25. Lea P.J., Azevedo R.A. Nitrogen use efficiency. 1. Uptake of nitrogen from the soil. *Annals of Applied Biology*. 2006. Vol. 149. P. 243–247.

26. Сайко В.Ф. Особливості проведення досліджень з хрестоцвітими олійними культурами. К.: «Інститут землеробства НААН». 2011. 76 с.

27. Лісовал А. П. Методи агрохімічних досліджень. Київ: НАУ. 2021. 190 с.
 28. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Методи визначення показників якості продукції рослинництва. Український інститут експертизи сортів рослин; ред. Ткачик С.О.; Києнко З.Б. Присяжнюк Л.М. та ін. Вінниця. 2016. 159 с.
 29. Snedecor G.W., Cochran W.G. Statistical Methods. 8th Edition. Wiley-Blackwell. 1991. 524 p.
 30. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів : навч. посіб. / В. О. Ушкаренко та ін. Херсон : Айлант. 2009. 372 с.
 31. Wang C, Li Z, Wu W. Understanding fatty acid composition and lipid profile of rapeseed oil in response to nitrogen management strategies. *International Food Research*. 2023. Vol. 165. 112565.
 32. Arkadiusz S., Wojtkowiak, K., Pietrzak-Fiecko R. Nutrient content, fat yield and fatty acid profile of winter rapeseed (*Brassica napus* L.) grown under different agricultural production systems. *Chilean journal of agricultural research*. 2017. Vol. 77. № 3. P. 266–272.
 33. Sienkiewicz-Cholewa U., Kieloch R. Effect of sulphur and micronutrients fertilization on yield and fat content in winter rape seeds (*Brassica napus* L.). *Plant, Soil and Environment*. 2015. Vol. 61. № (4). P. 164–170.
-

УДК 633.112»321»:631.559](292.485:477)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.17>

ЗАХОДИ ПІДВИЩЕННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ПШЕНИЦІ ТВЕРДОЇ ЯРОЇ У СХІДНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Чигрин О.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри рослинництва,

Державний біотехнологічний університет

orcid.org/0000-0002-8983-994X**Воропай Ю.В.** – к.с.-г.н.,

старший викладач кафедри рослинництва,

Державний біотехнологічний університет

orcid.org/0000-0001-7883-1996**Деркач С.С.** – аспірант,

Державний біотехнологічний університет

orcid.org/0009-0002-0915-0737

Зерно пшениці твердої завдяки хімічному складу та високому вмісту білка має перевагу у харчовій галузі і є ідеальною сировиною для виробництва високоякісних макаронів, що важливо у дитячому харчуванні. Проте через невисоку врожайність пшениця тверда яра все ще залишається в Україні нішевою культурою. Тому постає актуальне питання щодо вдосконалення елементів технології вирощування пшениці твердої ярої, зокрема способів застосування комплексних добрив у хелатній формі та біостимуляторів.

Мета досліджень полягала у пошуку заходів підвищення продуктивності рослин пшениці ярої твердої при її вирощуванні в умовах Східного Лісостепу України.

Дослідженнями установлено, що передпосівна обробка препаратом Квантум Сілвер в середньому за три роки сприяла підвищенню енергії проростання насіння пшениці на 3,1 %, лабораторної схожості – на 2,3 %, польової схожості – на 4,8 % від контролю. Препарат позитивно вплинув на ріст і розвиток рослин, формування надземної маси, оптимальної густоти продуктивного стеблостою, а також на утворення елементів продуктивності рослин. Під впливом досліджуваного препарату в експериментальних варіантах спостерігалось збільшення маси зерна в колосі на 0,21–0,31 г. В середньому за роки досліджень комплексне добриво Квантум Сілвер сприяло підвищенню врожайності пшениці при обробці насіння на 0,29 т/га, при обробці насіння та фоліарному застосуванні – на 0,53 т/га від контролю. Найбільш висока урожайність одержана у варіанті його сумісного застосування з біостимулятором Мегафол (3,47 т/га), проте одержана прибавка урожаю порівняно з варіантом дворазового застосування Квантум Сілверу не перевищувала найменшу істотну різницю у досліді.

Таким чином, передпосівна обробка насіння поліфункціональним препаратом Квантум Сілвер, який за хімічним складом є комплексним хелатним добривом з ріст регулюючою дією, сприяла підвищенню урожайності пшениці твердої ярої на 10,2 %, а його дворазове застосування для обробки насіння і позакореневого підживлення – на 18,7 %. Фоліарне застосування біостимулятора Мегафол разом з Квантум Сілвером зумовило прибавку врожайності в межах статистичної похибки.

Ключові слова: пшениця тверда яра, обробка насіння, підживлення, хелатне добриво, біостимулятор, урожайність.

Chyhryn O.V., Voropai Yu.V., Derkach S.S. Measures to increase the yield of durum spring wheat in the Eastern Forest-Steppe of Ukraine

Due to its chemical composition and high protein content, durum wheat grain has an advantage in the food industry and is an ideal raw material for the production of high-quality pasta, which is important for baby food. However, due to low yields, durum wheat is still a niche crop in Ukraine. Therefore, there is an urgent need to improve the elements of spring

wheat cultivation technology, in particular, the use of complex fertilizers in chelated form and biostimulants.

The purpose of the research was to find measures to increase the productivity of spring durum wheat plants when grown in the Eastern Forest-Steppe of Ukraine.

Studies have shown that pre-sowing treatment with Quantum Silver increased the germination energy of wheat seeds by 3,1 %, laboratory germination by 2,3 %, and field germination by 4,8 % over three years compared to the control. The preparation had a positive effect on plant growth and development, formation of aboveground mass, optimal density of productive stems, as well as on the formation of plant productivity elements. Under the influence of the studied preparation in the experimental variants, an increase in the weight of grain in the ear by 0,21–0,31 g was observed. On average, over the years of research, the complex fertilizer Quantum Silver contributed to an increase in wheat yields during seed treatment by 0,29 t/ha, and during seed treatment and foliar application – by 0,53 t/ha compared to the control. The highest yield was obtained in the variant of its combined use with the biostimulant Megafol (3,47 t/ha), but the resulting yield increase compared to the variant of two-time application of Quantum Silver did not exceed the smallest significant difference in the experiment.

Thus, pre-sowing treatment of seeds with the polyfunctional preparation Quantum Silver, which is a complex chelated fertilizer with a growth-regulating effect by chemical composition, contributed to an increase in the yield of durum spring wheat by 10,2 %, and its double application for seed treatment and foliar feeding – by 18,7 %. Foliar application of the biostimulant Megafol together with Quantum Silver resulted in an increase in yield within the statistical error.

Key words: spring durum wheat, seed treatment, fertilization, chelated fertilizer, biostimulant, yield.

Постановка проблеми. Актуальною проблемою сучасного зернового виробництва є удосконалення існуючих технологій вирощування пшениці як провідної культури серед зернових культур. Перш за все це стосується пшениці ярої твердої, зерно якої характеризується особливим складом, високими круп'яними якістьми, вміщує більше за пшеницю м'яку протеїну – до 15–18 %, клейковини – 28–40 % і є джерелом життєво важливих амінокислот, вуглеводів, мінеральних елементів і вітамінів, надзвичайно корисних для людини. Дієтичні та поживні властивості борошна, отриманого з нього, забезпечують йому перевагу у харчовій галузі. Високий вміст білка робить зерно пшениці твердої ідеальною сировиною для виробництва високоякісних макаронів, булгуру та кускусу. Саме тому у Європі для виготовлення макаронних виробів використовують лише борошно із сортів твердої пшениці [1, с. 105; 2, с. 104].

В останні роки, незважаючи на невеликі обсяги виробництва цієї культури, Україна посідає заслужене 6-те місце серед експортерів пшениці твердих сортів, продаючи 4,39 % від загального обсягу експорту цієї культури на суму \$589 млн. Основними покупцями української твердої пшениці стали Єгипет (32 %), Ефіопія (27,8 %), Ліван (24,8 %), а також Пакистан (7,75 %) [3].

Після того, як Верховна Рада ухвалила закон, згідно з яким макаронні вироби для дитячих закладів потрібно виготовляти лише з твердих сортів пшениці, зростає попит на зерно пшениці твердої і в Україні [4].

Проте пшениця яра тверда все ще залишається в Україні нішевою культурою, адже вітчизняні виробники через невисоку врожайність відводять під неї незначний відсоток загальної площі посіву. Внаслідок цього в останні роки обсяг виробництва зерна твердої пшениці в Україні становив орієнтовно 30 тисяч тонн. Негативно впливає і той факт, що значні території південної та східної частин України, де в основному вирощували тверду пшеницю, тимчасово окуповані або перебувають в зоні бойових дій [5].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Для забезпечення макаронного виробництва вітчизняною високоякісною сировиною необхідно не лише

розширити посівні площі пшениці твердої, які за розрахунками науковців, мають становити не менше 300–350 тис. га, але й підвищити фактичну врожайність з 2–2,5 т/га до рівня потенційно можливих 5–6 т/га у сучасних сортів [6; 7, с. 95; 8, с. 157].

Одним зі шляхів максимальної реалізації потенціалу продуктивності сортів пшениці ярої є впровадження адаптованих технологій вирощування цієї культури [9, с. 65; 10, с. 22].

Практика вирощування пшениці твердої ярої свідчить, що недостатньо обґрунтованими елементами технології вирощування залишаються підбір сортів та система удобрення. Для отримання високих урожаїв пшениці твердої ярої необхідною умовою є забезпечення рослин упродовж усього періоду росту і розвитку оптимальною кількістю поживних речовин, адже культура є чутливою до застосування добрив [11, с. 170; 12].

Особливої уваги заслуговують застосування водорозчинних і рідких комплексних добрив, які містять основні макро- і мікроелементи. Відомо, що мікродобрива забезпечують приріст урожаїв в середньому на 10–12 % і поліпшують його якість. Разом із тим надлишкове використання мікродобрив може призвести до накопичення мікроелементів у ґрунтах і сільськогосподарській продукції, викликати негативні екологічні наслідки. З цих позицій найбільш економічними і екологічно безпечними способами використання мікроелементів є передпосівна обробка насіння та позакореневе підживлення рослин завдяки невеликим витратам водорозчинних солей [13, с. 26].

Ефективним заходом впливу на формування продуктивності рослин є застосування комплексних добрив з мікроелементами у хелатній формі. Важливу роль відіграють і ріст регулюючі компоненти, які входять до їх складу. До сучасних видів мікродобрив належать Реаком, Тенсо Коктейль, Кристалон, Нітрабор, Брексіл, Квантум та інші. Використання таких багатофункціональних препаратів для передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення сприяє оптимізації живлення рослин на кожному етапі їх розвитку. Важливим також є застосування біостимуляторів. Вони активізують ріст і розвиток рослин, сприяють накопиченню біомаси, формуванню потужного асиміляційного апарату, збільшують урожайність та покращують показники якості зерна. Висока біологічна доступність і малі дози внесення водорозчинних комплексних добрив та ріст активуючих препаратів дозволяють підвищити рентабельність виробництва високоякісного зерна [14, с. 151; 15, с. 34; 16, с. 70].

Викладене вище свідчить про доцільність досліджень щодо визначення ефективності даного елементу технології вирощування пшениці твердої ярої в умовах Східного Лісостепу.

Мета досліджень. Мета досліджень полягала у пошуку заходів підвищення продуктивності рослин пшениці ярої твердої при її вирощуванні в умовах Східного Лісостепу України.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проведені в умовах ННВЦ «Дослідне поле» Державного біотехнологічного університету в 2021–2024 рр. Ґрунт дослідних ділянок чорнозем звичайний середньогумусний глибокий важко-суглинковий. Під час вегетації пшениці ярої у всі роки температура повітря перевищувала кліматичну норму на 1,6–4,9 °C (2021 р.), 1,4–2,8 °C (2023 р.), 3,2–4,5 °C (2024 р.). Разом з цим кількість опадів була меншою за кліматичну норму і становила лише 52; 85 та 42 % від багаторічних показників по роках досліджень відповідно. У період «травень-червень», коли закладаються і формуються більшість

елементів продуктивності рослин, найбільший дефіцит опадів був у 2023 р. (36 % від норми) порівняно з 2021 (54 %) та 2024 р. (60 %) роками.

Програмою досліджень передбачено вивчити ефективність комплексного добрива Квантум Сілвер при різних способах застосування. Препарат Квантум Сілвер, який, за даними виробника, також має властивості стимулятора росту, адаптогену, кріопротектору та інгібітору хвороб, застосовували для обробки насіння напередодні сівби, фоліарного внесення у фазу кушіння у чистому вигляді, а також у поєднанні з біостимулятором Мегафол. Дослід проведений з сортом пшениці ярої твердої Деміра. Польовий дослід було поставлено за загальноприйнятою методикою. Норма витрати препаратів відповідала рекомендаціям виробника. Площа посівної ділянки – 15 м², облікової – 10 м². Повторюваність триразова.

Результати досліджень. Важливим періодом у житті рослини є проростання насіння, яке суттєво впливає на формування сходів і густоту посіву. Якість насіння, яке ми використовували у дослідях, була різною по роках. Так, у 2021 р. лабораторна схожість придбаного насіння становила 92,5 %, у 2023 р. – 89,5 % та у 2024 – 90,5 %. За нашими даними вплив передпосівної обробки насіння препаратом Квантум Сілвер на його проростання був більш значимим у 2023 р., коли використовували насіння з меншою схожістю. При цьому зростання даного показника склало 3 % порівняно з 1,5–2,3 % в інші роки. У середньому за три роки енергія проростання насіння у даному варіанті збільшилась на 3,1 %, лабораторна схожість – на 2,3 %, польова схожість – на 4,8 % від контролю. Після обробки насіння водою («вологий контроль») спостерігалось незначне зростання показників його проростання: енергія проростання збільшилась на 1,1 %, лабораторна і польова схожість – на 1,3 і 1,7 % відповідно. У варіантах зі стимуляцією насіння проростки були більш розвиненими.

У досліді спостерігалася різниця у морфометричних показниках пшениці як по варіантах, так і по роках. У 2023 р. через пізній строк сівби (26 квітня) в цілому по досліді рослини пшениці були меншими за висотою (51,1 см) порівняно з 2021 (98,7 см) та 2024 (97,1 см) роками, коли сівбу проводили наприкінці березня. На ділянках, де насіння обробляли препаратом Квантум Сілвер, рослини були вищими за контроль в середньому на 3,7 см, або на 4,8 %. Найбільш високими рослини пшениці були при застосуванні Квантум Сілверу для обробки насіння та позакореневого підживлення (84,1 см), а також при його поєднанні з біостимулятором Мегафол (85,8 см). З такою ж закономірністю змінювалась і маса сухої речовини у рослинах (рис. 1).

У варіанті з обробкою насіння водою суха маса 100 рослин перевищила контроль несуттєво – лише на 7,1 г (+6,1 %). При обробці насіння препаратом Квантум Сілвер спостерігалось зростання сухої маси на 16,8 г від контролю (+14,3 %). Найбільшу масу у фазу колосіння сформували рослини пшениці при дворазовому застосуванні даного препарату у поєднанні з біостимулятором Мегафол – 144 г, яка перевищила вологий контроль на 19,2 г (+15,3 %), а сухий контроль – на 26,3 г (+22,4 %).

Одним із важливих складників структури врожаю є густота посіву, яка залежить від інтенсивності проростання, польової схожості насіння та виживання рослин під час вегетації. Слід зазначити, що значний дефіцит опадів у період «сівба-вихід у трубку» у 2023 р. суттєво знизив густоту продуктивного стеблостою та елементи продуктивності рослин порівняно з 2021 та 2024 роками. В середньому по досліді число продуктивних колосів на одиниці площі у 2024 р. становило 427, у 2021 р. – 373, тоді як у 2023 р. – лише 361 шт./м². За нашими

даними, застосування препарату Квантум Сілвер сприяло підвищенню даного показника в середньому за роки досліджень на 9–10 % від контролю. Біостимулятор Мегафол, який має властивості антистресанту, підвищив виживаність рослин пшениці на 1,5 % порівняно із препаратом Квантум Сілвер, що обумовило формування найбільшої густоти продуктивного стеблостою саме при комплексному застосуванні обох препаратів (табл. 1).

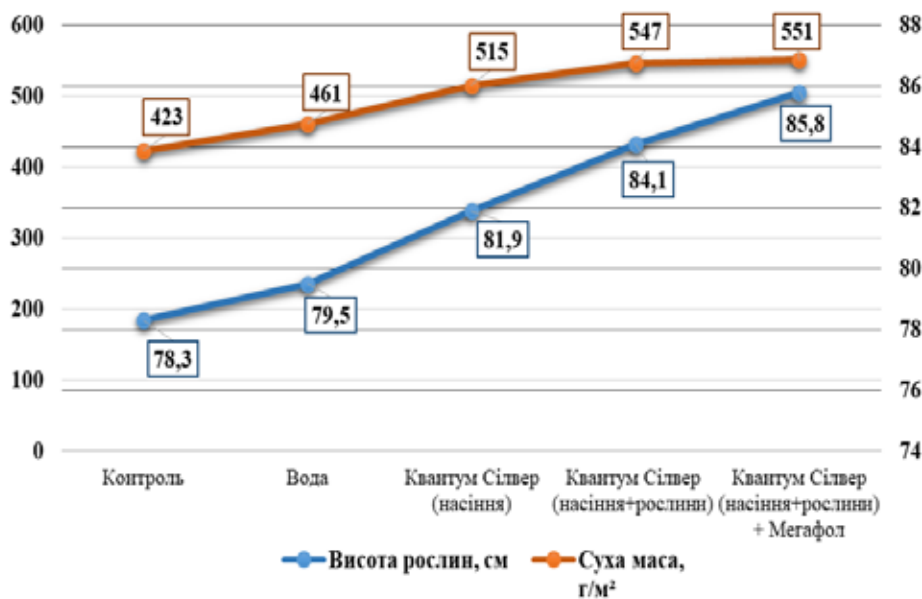


Рис. 1. Надземна маса рослин пшениці ярої твердої, 2021–2024 рр.

Аналіз структури врожаю пшениці ярої твердої показав, що комплексне добриво Квантум Сілвер позитивно впливало на довжину колосу. При його застосуванні довжина колосу збільшувалася порівняно з контролем в середньому за три роки на 8,2–16,1 %. Застосування Квантум Сілверу у комплексі з Мегафолом сприяло збільшенню довжини колосу на 17,7 % від контролю. У варіанті з водою ця різниця була незначною (+2,6 %).

При визначенні продуктивності колосу важливим показником є кількість продуктивних колосків у колосі, оскільки цей елемент структури врожаю закладається і формується в першу чергу. У нашому досліді даний показник у експериментальних варіантах був більшим порівняно з контролем на 0,2–2,6 шт. Найбільша кількість продуктивних колосків була одержана при використанні препарату Квантум Сілвер для обробки насіння і позакореневого підживлення разом з біостимулятором Мегафол – 15,1 шт., що перевищило контроль на 20,8 %.

Озерненість колосу тісно пов'язана з кількістю продуктивних колосків утворених на колосовому стрижні. При застосуванні комплексного хелатного добрива Квантум Сілвер число зерен у колосі збільшувалось по роках порівняно з контролем на 2,2–4,5 шт. Найбільше зростання числа зерен спостерігалось при застосуванні даного препарату для обробки насіння і обприскування рослин – на 5,5 шт.

Разом з цим в експериментальних варіантах спостерігалось збільшення маси зерна в колосі на 0,21–0,31 г.

Таблиця 1

**Показники розвитку пшениці ярої твердої за дії комплексного добрива
Квантум Сілвер та біостимулятору Мегафол, 2021–2024 рр.**

Варіант досліджу	Виживаність рослин, %	Число колосів, шт./м ²	Продуктивні колоски у колосі, шт.	Маса зерна у колосі, г
Контроль (без обробки)	77,5	371	12,5	0,93
Вода (обробка насіння)	78,0	376	12,7	1,01
Квантум Сілвер (обробка насіння)	80,0	387	13,8	1,14
Квантум Сілвер (обробка насіння + позакореневе підживлення)	83,8	395	14,8	1,21
Квантум Сілвер + (обробка насіння + підживлення) + Мегафол (підживлення)	86,4	401	15,1	1,24

В середньому за три роки найбільша маса зерна була у варіанті з комплексним застосуванням Квантум Сілверу для обробки насіння та позакореневого підживлення рослин у поєднанні з Мегафолом – 1,24 г. У варіанті з обробкою тільки насіння маса колосу поступалась на 0,1 г, проте також значно перевищила контроль (на 22 %). Зміни в елементах структури врожаю вплинули на урожайність пшениці ярої твердої за різними варіантами досліджу (табл. 2).

Таблиця 2

**Урожайність пшениці ярої твердої за дії комплексного добрива
Квантум Сілвер та біостимулятору Мегафол, т/га**

Варіант досліджу	Роки			
	2021	2023	2024	середнє
Контроль (без обробки)	3,03	2,12	3,40	2,85
Вода (обробка насіння)	3,06	2,19	3,46	2,90
Квантум Сілвер (обробка насіння)	3,23	2,34	3,86	3,14
Квантум Сілвер (обробка насіння + підживлення)	3,47	2,61	4,07	3,38
Квантум Сілвер (обробка насіння + підживлення) + Мегафол (підживлення)	3,59	2,69	4,13	3,47
НІР ₀₅	0,21	0,19	0,20	

При проведенні передпосівної обробки насіння водою урожайність пшениці збільшилась несуттєво. Застосування комплексного добрива Квантум Сілвер в середньому за три роки сприяло підвищенню врожайності при обробці насіння

на 0,29 т/га (+10,2 %), при обробці насіння та рослин – на 0,53 т/га (+18,7 %) від контролю.

Найбільш висока урожайність одержана у варіанті з його комплексними застосуванням з біостимулятором Мегафол (3,47 т/га). Проте одержана прибавка урожайності порівняно з варіантом дворазового застосування Квантум Сілверу в усі роки досліджень не перевищувала найменшу істотну різницю.

Висновки. Поліфункціональний препарат Квантум Сілвер, який за хімічним складом є комплексним хелатним добривом з ріст регулюючою дією, позитивно впливає на ріст і розвиток рослин та формування оптимальної густоти продуктивного стеблостою пшениці ярої твердої. Застосування даного препарату сприяло підвищенню урожайності пшениці ярої твердої при передпосівній обробці насіння на 10,2 %, а при дворазовому застосуванні для обробки насіння і позакореневого підживлення – на 18,7 % від контролю. Застосування біостимулятора Мегафол для позакореневого підживлення рослин разом з Квантум Сілвером призводило до підвищення врожайності в межах статистичної похибки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Попов С.І., Усов О.С., Манько К.М., Цехмейструк М.Г. Урожайність сортів пшениці твердої ярої залежно від фону живлення. *Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області*. 2013. Вип. 15. С. 104–111.
2. Рожков А.О., Чигрин О.В. Урожайність зерна пшениці твердої ярої залежно від обробки насіння та позакорених підживлень біопрепаратами. *Вісник ХНАУ ім. В.В. Докучаєва*. 2015. № 2. С. 104–115.
3. Тверда пшениця: популярні сорти та особливості вирощування. *Тетра-Агро*: веб сайт. URL: https://tetra.agro.com.ua/news/tverda_psenicya_populyarni_sorti_ta_osoblivosti_viroshhuvannya/ (дата звернення: 10.05.2025).
4. Серед фермерів росте попит на насіння пшениці твердих сортів. *Kurkul*: веб-сайт. URL: <https://kurkul.com/news/32545-sered-fermeriv-roste-popit-na-nasinnya-pshenitsi-tverdih-sortiv> (дата звернення: 08.05.2025).
5. В Україні прогнозується збільшення площ під твердою пшеницею. *Агроном*: веб-сайт. URL: <https://www.agronom.com.ua/tsogorich-v-ukrayini-prognozuetsya-zbilshennya-ploshh-pid-tverdoyu-pshenytseyu/> (дата звернення: 12.05.2025).
6. Площа під твердою пшеницею в Україні має становити не менше 300 тис. га. *Super Agronom*: веб-сайт. URL: <https://superagronom.com/news/441-ploscha-pid-tverdoyu-pshenitseyu-v-ukrayini-maye-stanoviti-ne-menshe-300-tis-ga> (дата звернення: 12.05.2025).
7. Каленська С.М., Каленський В.П., Антал Т.В., Гарбар Л.А. Якість зерна насіння, економічна та енергетична ефективність вирощування сортів пшениці твердої ярої. *Вісник ХНАУ ім. В.В. Докучаєва*. 2012. № 2. С. 95–101.
8. Чайка Т.О., Полежак Є.Ю. Формування основних показників якості зерна пшениці твердої ярої в умовах Полтавської області. *Таврійський науковий вісник. Серія: «Землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво»*. 2024. № 139, Ч. 2. С. 156–163.
9. Бараболя О.В., Латиш А.А. Перспективи вирощування пшениці твердої ярої для забезпечення внутрішнього споживання. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27(1). С. 64–68. doi: 10.31210/spi2024.27.01.11
10. Ляшенко В.В., Полежак Є.Ю. Врожайність пшениці твердої ярої в Лівобережному Лісостепу. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27(4). С. 21–25. doi: 10.31210/spi2024.27.04.04
11. Каленська С.М., Шутий О.І. Формування показників структури врожаю пшениці твердої ярої залежно від елементів технології вирощування. *Вісник Сум-*

ського національного аграрного університету. Серія: «Агрономія і біологія». 2015. Вип. 3(29). С. 170–173.

12. Мутрук Оксана. Яра пшениця – технологічні сорти. *Головне управління Держспроживслужби в Хмельницькій області*: веб-сайт. URL: <https://consumerhm.gov.ua/2182-yara-pshenitsya-tekhnologichni-sorti> (дата звернення: 12.05.2025).

13. Юла В.М., Дрозд М.О. Вплив погодних умов та удобрення на продуктивність пшениці твердої ярої в північній частині Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2015. № 4. С. 23–27.

14. 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. Випуск 107. С. 145–154.

15. Чигрин О.В. Вплив допосівної обробки насіння рістактивуєчими препаратами на продуктивність пшениці ярої твердої. *Вісник ХНАУ ім. В.В. Докучаєва*. 2021. Вип. 1–2. С. 25–36.

16. Маслійов С.В., Беседа О.О., Гончаренко А.О. Вплив мікродобрив та окремих елементів технології вирощування на формування якісних показників озимої пшениці. *Таврійський науковий вісник. Серія: «Землеробство, рослинництво, овоцівництво та баштанництво»*. 2018. № 104. С. 64–70.

УДК 633.71:575.1:581.1

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.18>

МОРФОЛОГІЧНІ ТА СОРТОВІ ОСОБЛИВОСТІ *NICOTIANA RUSTICA* L. ЯК ОСНОВА СЕЛЕКЦІЇ ТА ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ

Шейдик К.А. – к.с.-г.н.,

старший науковий співробітник,

Інститут аграрних ресурсів та регіонального розвитку

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0000-0002-5249-2372

У статті представлено комплексний аналіз морфологічних та сортових особливостей махорки (*Nicotiana rustica* L.) як основи для підвищення продуктивності, ефективної селекції та збереження генетичних ресурсів цієї культури в умовах України. Наведено огляд походження та еволюції роду *Nicotiana*, підкреслено значення сучасних геномних досліджень для розуміння різноманіття та адаптації видів до різних екологічних умов. Описано структуру та результати формування колекції махорки, що охоплює 93 сорти, зокрема Українську групу сортотипів, а також інтродуковані форми.

Встановлено, що морфологічні ознаки листка – форма, розмір, забарвлення, гофрованість, тип черешка – є стабільними діагностичними характеристиками для ідентифікації сортів і планування селекційної роботи. Вперше системно описано два основних екотипи махорки – північний і південний, які суттєво різняться за комплексом біологічних, морфологічних ознак, тривалістю вегетаційного періоду, кількістю листків, розміром рослин та вмістом нікотину. Північний екотип характеризується коротким вегетаційним періодом, високим вмістом нікотину та адаптацією до умов Полісся і Лісостепу, а південний – довшим періодом розвитку, великою листковою масою та пристосованістю до степових і гірських регіонів.

Проведено систематизацію сортів за морфологічними ознаками з використанням спеціальних таблиць ознак, що дозволяє швидко орієнтуватися у сортовому різноманітті, підбирати сорти для конкретних умов вирощування та оптимізувати селекційний процес. Показано, що між тривалістю вегетації та кількістю листків не існує прямої залежності, а сорти з коротким вегетаційним періодом можуть мати як велику, так і меншу кількість листків.

Визначено перспективні напрями подальших досліджень: збереження та розширення генетичного різноманіття, вдосконалення методик ідентифікації, селекція на стійкість і продуктивність, використання сучасних біотехнологій, а також розробка нових напрямів практичного застосування махорки.

Отримані результати мають важливе значення для селекціонерів, виробників і науковців, які працюють над підвищенням ефективності вирощування махорки та збереженням її генетичних ресурсів у різних агроекологічних зонах України.

Ключові слова: махорка, *Nicotiana rustica*, морфологічні ознаки, сортова ідентифікація, селекція, генетичні ресурси, екотип, продуктивність, Українська група, систематизація.

Sheidyk K.A. Morphological and varietal characteristics of *Nicotiana rustica* L. as a basis for breeding and productivity improvement

The article presents a comprehensive analysis of the morphological and varietal characteristics of *Nicotiana rustica* L. as a basis for increasing productivity, effective breeding, and the conservation of genetic resources of this crop under the conditions of Ukraine. An overview of the origin and evolution of the genus *Nicotiana* is provided, emphasizing the significance of modern genomic studies for understanding the diversity and adaptation of species to various ecological environments. The structure and results of the formation of the *N. rustica* collection, which includes 93 varieties – particularly the Ukrainian varietal group as well as introduced forms – are described.

*It is established that the morphological traits of the leaf – shape, size, color, corrugation, and petiole type – are stable diagnostic characteristics for varietal identification and breeding planning. For the first time, two main ecotypes of *N. rustica* – northern and southern – are systematically described, which differ significantly in a set of biological and morphological traits, vegetation period duration, number of leaves, plant size, and nicotine content. The northern ecotype is characterized by a short vegetation period, high nicotine content, and adaptation to the conditions of Polissia and Forest-Steppe, while the southern ecotype has a longer development period, greater leaf mass, and adaptation to steppe and mountainous regions.*

A systematization of varieties by morphological leaf traits using special diagnostic tables is carried out, enabling rapid orientation in varietal diversity, selection of varieties for specific growing conditions, and optimization of the breeding process. It is shown that there is no direct correlation between the vegetation period duration and the number of leaves; varieties with a short vegetation period can have both a large and a small number of leaves.

*Prospects for further research are identified: conservation and expansion of genetic diversity, improvement of identification methods, breeding for resistance and productivity, application of modern biotechnologies, and development of new directions for the practical use of *N. rustica*. The obtained results are important for breeders, producers, and researchers working to improve the efficiency of *N. rustica* cultivation and preserve its genetic resources in various agroecological zones of Ukraine.*

Key words: *Nicotiana rustica*, morphological traits, varietal identification, breeding, genetic resources, ecotype, productivity, Ukrainian group, systematization.

Рід *Nicotiana* має американське походження, а його сучасне різноманіття є результатом тривалої еволюції, природної гібридизації та людської діяльності в різних еколого-географічних зонах. Сучасні геномні дослідження, таксономічні класифікації та екологічні адаптації роблять його ключовим об'єктом для розуміння еволюції рослин і їх взаємодії з навколишнім середовищем.

За даними Global Biodiversity Information Facility (GBIF), рід *Nicotiana*, зокрема вид *Nicotiana tabacum* L., відноситься до царства рослин (Plantae), відділу *Tracheophyta*, класу *Magnoliopsida*, порядку *Solanales*, родини *Solanaceae*, роду *Nicotiana* [1].

Рід *Nicotiana* включає понад 70 видів, поширених переважно в Америці, Австралії та південно-західній Африці. [2]. Найвідомішими і найпоширенішими видами є *Nicotiana tabacum* (тютюн звичайний) і *Nicotiana rustica* (махорка). Його типовий вид – *Nicotiana tabacum* – є алотетраплоїдом, що виник близько 200 тисяч років тому [3] в результаті гібридизації між *Nicotiana sylvestris* та *Nicotiana tomentosiformis* [4]. Філогенетичні дослідження підтверджують, що багато сучасних видів роду утворилися через природну гібридизацію та поліплоїдизацію. Наприклад, секція *Suaveolentes*, яка включає майже виключно австралійські види, є результатом схрещування предкових форм секцій *Noctiflorae* та *Sylvestres* [5]. Сучасні методи секвенування дозволили отримати високоякісні збірки геномів ключових видів, зокрема *N. tabacum* та *N. benthamiana*. Геном *N. tabacum* має розмір 3,99 Гб із 97,6% ДНК, яка відповідає хромосомам, що значно покращує попередні фрагментовані версії [4]. У *N. benthamiana* виявлено 19 хромосом із загальним розміром геному 2,76 Гб, що свідчить про складну еволюційну історію, пов'язану з поліплоїдією та хромосомними перебудовами. Ці дані підкреслюють роль геномних змін у адаптації видів до різних екологічних ніш [6].

Види роду *Nicotiana* демонструють значну морфологічну різноманітність. Наприклад, *N. tabacum* має трубчасті квітки з біло-рожевими пелюстками, тоді як *N. rustica* (махорка) відрізняється дрібнішими листками та високим вмістом нікотину (до 20%) [7]. Особливу увагу привертають нектарники цих рослин, які мають секреторні стомати та спеціалізовану паренхіму, що забезпечує

взаємодію з запилювачами, зокрема метеликами-бразниками [8]. Деякі види, такі як *N. glauca*, здатні рости в посушливих регіонах завдяки глибокій кореневій системі та м'ясистим листкам, які зменшують транспірацію [9]. Ця рослина також є інвазивним видом у багатьох регіонах, включаючи Північну Америку та Європу, де вона конкурує з місцевою флорою.

Тютюнові види містять алкалоїди, зокрема нікотин, анабазин та норнікотин, які виконують захисну функцію проти травоядних тварин. *N. tabacum* є основним джерелом тютюнової сировини для виробництва сигарет, тоді як *N. rustica* використовується для виготовлення нюхального тютюну та інсектицидів [10]. Нікотин та його похідні досліджуються як потенційні засоби для лікування нейродегенеративних захворювань. Проте високий вміст токсичних сполук у деяких видах (наприклад, анабазину в *N. glauca*) обмежує їхнє медичне застосування [11].

Сучасні дослідження підкреслюють його значення не лише в сільському господарстві, але й у біотехнологіях та фармакології. Подальші дослідження мають зосередитися на розробці стратегій збереження генетичного різноманіття цього роду.

Дослідження, проведені починаючи з 2014 року на базі Інституту аграрних ресурсів та регіонального розвитку НААН України, були спрямовані на створення, відновлення та систематизацію колекції махорки (*Nicotiana rustica* L.) з урахуванням сучасних вимог до селекції та збереження генетичних ресурсів. У рамках цієї роботи було залучено як місцеві, так і інтродуковані сорти, що дозволило охопити повний спектр мінливості морфологічних, біохімічних і господарсько-цінних ознак культури.

Протягом 2014–2024 років було досліджено 93 сорти махорки, з них 16 належать до Української групи сортотипів, а решта – інтродуковані форми. Серед основних сортотипів, які вивчалися, – Хмеловка (Хмеловка 126/6, Українка, Воронежська, Харківська, Хмеловка), Курчава (Махорка місцева № 5, Koriotes dark blu, Курчава), Жовта (Жовта-106, Жовта-109, Жовта, Султан Албанський, Вергун зелений, Російська), Бакун (Бакун чорний, Бакун № 46, Бакун Бессарабський, Бакун Мена) та Високоросла зелена.

Всі досліді проводилися на стаціонарних дослідних ділянках із дотриманням класичних схем посадки для махорки: 70×30 см, відстань між рядами – 70 см, між рослинами в ряду – 30 см, що забезпечує оптимальне освітлення, провітрювання і мінімізує ризик розвитку хвороб. Щільність стояння рослин близько 47–50 тис. рослин/га.

Пересів здійснювався на одній і тій самій ділянці для забезпечення достовірності результатів і вивчення стабільності прояву ознак у різних погодних умовах.

Для кожного сорту проводили фенологічні спостереження (тривалість вегетації, період цвітіння, дозрівання), морфометрію (висота рослини, кількість і розміри листків), визначали врожайність та вміст нікотину. Особливу увагу приділяли адаптивності до стресових факторів (посуха, надлишок вологи, низькі температури).

Систематизацію сортів махорки за морфологічними ознаками листка здійснювали за допомогою спеціальної таблиці ознак, яка використовується в методиках ідентифікації сортів рослин (12). Така систематизація ґрунтується на описі якісних, кількісних і псевдоякісних характеристик листка: форма, розмір, довжина, ширина, забарвлення, тип краю, наявність гофрованості, черешка, жилкування тощо.

Основні етапи систематизації:

- візуальна оцінка прояву кожної ознаки на рослинах досліджуваного сорту;
- заповнення таблиці ознак із зазначенням ступеня прояву кожної характеристики (наприклад, за шкалою: 1 – відсутній, 2 – помірний, 3 – сильний);
- статистичний аналіз і угруповання результатів для виділення стабільних сортових ознак;
- порівняння отриманих даних із описами інших сортів для визначення відмінності, однорідності й стабільності сорту.

Приклад систематизації за морфологічними ознаками вказаний на таблиці 1.

Таблиця 1

Систематизація за морфологічними ознаками

Ознака	Варіанти прояву (шкала)
Форма листка	овальна, округла, видовжена
Довжина листка	коротка, середня, довга
Ширина листка	вузька, середня, широка
Забарвлення	світло-зелене, зелене, темне
Край листка	рівний, хвилястий
Гофрованість	відсутня, слабка, сильна
Черешок	короткий, середній, довгий
Жилкування	тонке, середнє, грубе

Така систематизація дозволяє виявити унікальні ознаки сорту для ідентифікації та реєстрації, групувати сорти за подібними морфологічними характеристиками, застосовувати результати для селекції, сортовипробування, охорони прав на сорт.

Колекційний матеріал був згрупований за екотипами (північний і південний) та сортотипами, що полегшило відбір батьківських пар для гібридизації та створення нових високопродуктивних і стійких сортів. Відзначено, що більшість сучасних сортів є відселектованими формами місцевих популяцій, а іноземні сорти використовуються переважно як донори окремих цінних ознак (наприклад, малопасинковість, стійкість до хвороб).

Метою є комплексне вивчення морфологічних та сортових особливостей махорки (*Nicotiana rustica* L.) як основи для підвищення продуктивності, збереження генетичних ресурсів та ефективної селекції в сучасних агроecosистемах України.

Для досягнення цієї мети поставлено такі завдання:

- проаналізувати походження, еволюцію та сучасну класифікацію роду *Nicotiana* з урахуванням новітніх геномних досліджень;
- охарактеризувати морфологічне різноманіття махорки, виділити ключові сортотипи та екотипи, що сформувалися в Україні;
- здійснити систематизацію сортів махорки за морфологічними ознаками листка з використанням сучасних методик ідентифікації сортів рослин;
- визначити діапазон мінливості основних морфологічних і господарських ознак у межах колекції;
- оцінити значення морфологічних ознак для ідентифікації, селекції та впровадження сортів махорки у виробництво;
- обґрунтувати практичне використання отриманих результатів для підбору сортів, планування селекційної роботи та збереження генетичного різноманіття культури.

Вперше для махорки системно описано два основних екотипи – північний і південний, які суттєво різняться за комплексом біологічних, морфологічних ознак та типом сировини (табл. 2).

Таблиця 2

Внутрішньовидова мінливість північного та південного екотипів *N.rustica*

Ознака	Північний екотип	Південний екотип
Енергія росту на початку вегетації	Висока	Низька
Фаза розетки	Коротка або відсутня	Добре виражена
<u>Стебло:</u>		
Форма	Округле, ребристе	Сильно ребристе
Товщина	Тонке, середнє	Товсте
Структура	Щільне	Рихле
Пасинки	Пазушні	Зрощені зі стеблом
Інтенсивність росту	Сильна	Слабка
<u>Листок:</u>		
Розмір	Мілкий або середній	Великий
Форма	Широкий	Видовжений
Забарвлення	Зелений всіх відтінків	Світло-зелений
Тканина	Товстий	Тонкий
Форма суцвіття	Рихле	Щільне
Квіти	Широкотрубчасті середні	Широкотрубчасті великі
Форма коробочки	Широкоовальна	Шароподібна
Період вегетації	Короткий	Довгий
Днів до цвітіння	25–45	45–60
Вміст нікотину	Високий	Низький

Північний екотип характеризується високою енергією росту на початку вегетації, короткою або відсутньою фазою розетки, округлим або ребристим, тонким і щільним стеблом. Пасинки у нього пазушні, інтенсивність росту сильна. Листки мають мілкий або середній розмір, широкі, всіх відтінків зеленого кольору, тканина товста. Суцвіття рихле, квіти середнього розміру, коробочка широкоовальна. Вегетаційний період короткий, до цвітіння – 25–45 днів, вміст нікотину високий.

Південний екотип відрізняється низькою енергією росту на початку вегетації, добре вираженою фазою розетки, сильно ребристим, товстим і рихлим стеблом. Пасинки зрощені зі стеблом, інтенсивність росту слабка. Листки великі, видовжені, світло-зелені, тканина тонка. Суцвіття щільне, квіти великі, коробочка шароподібна. Вегетаційний період довгий, до цвітіння – 45–60 днів, вміст нікотину низький.

Ці відмінності відображають адаптацію екотипів до різних кліматичних умов: північний екотип пристосований до короткого вегетаційного періоду та швидкого росту, тоді як південний – до більш тривалого розвитку, що супроводжується збільшенням розмірів листків і стебел, але знижує вміст нікотину (рис. 1). Махорка як вид демонструє значну пластичність і здатність до адаптації, що пояснює її широке поширення та сільськогосподарське значення.

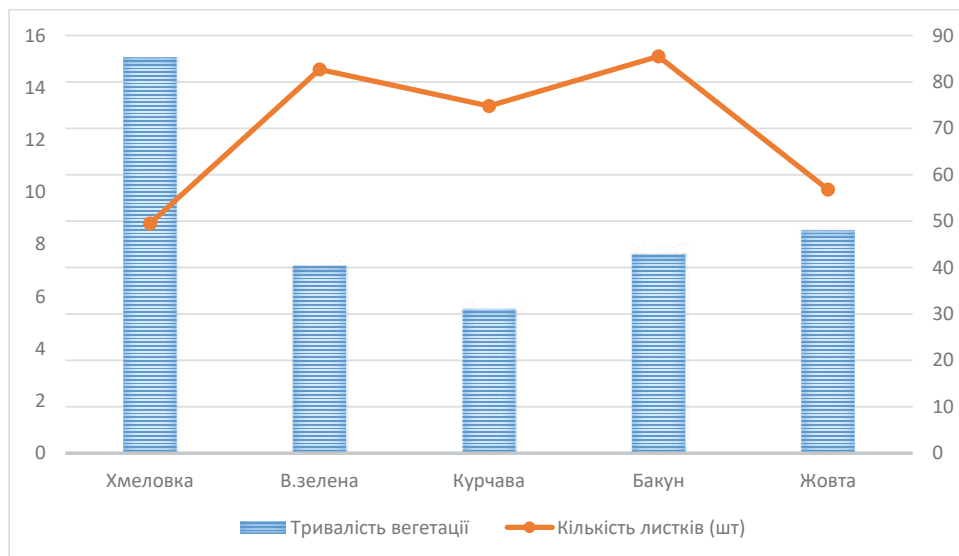


Рис. 1. Порівняльна характеристика тривалості вегетації та кількості листків у сортотипів Української групи махорки (*Nicotiana rustica* L.)

Максимальна кількість листків спостерігається у сортів Високоросла зелена та Бакун – понад 80 шт./росл., що свідчить про їх високу продуктивність. Сорт Курчава має дещо меншу кількість листків, але все одно перевищує 70 шт./росл. Хмеловка та Жовта характеризуються найменшою кількістю листків – всього 60–65 шт./росл., що пов'язано з особливостями морфології та адаптації.

Між тривалістю вегетації та кількістю листків не спостерігається прямої залежності, сорти з коротким вегетаційним періодом можуть мати як велику, так і меншу кількість листків. Наприклад Хмеловка відрізняється довшим вегетаційним періодом і меншою кількістю листків, а сорти Високоросла зелена та Бакун поєднують відносно коротку вегетацію з максимальною кількістю листків (табл. 3).

Таблиця 3

Розподіл сортів Української групи сортотипів за екотипами

Екотип	Сортотип	Зразки
Північний	Хмеловка	Хмеловка, Хмеловка 125/6, Українка, Воронежська, Харківська
	Курчава	Koriotes dark, Курчава, Махорка міста № 5
	Жовта	Жовта-106, Жовта-109, Жовта, Султан Албанський, Вергун зелений, Російська
Південний	Бакун	Бакун чорний, Бакун № 46, Бакун Бессарабський, Бакун Мена
	Високоросла зелена	Високоросла зелена

Північний екотип об'єднує сорти з коротшим вегетаційним періодом, середньою або малою кількістю листків, підвищеним вмістом нікотину, що добре пристосовані до умов Полісся, Лісостепу та Закарпаття.

Південний екотип включає сорти з довшим вегетаційним періодом, великою листовою масою, більшою висотою рослин і нижчим вмістом нікотину, характерні для степових і гірських регіонів.

Листок махорки є важливою морфологічною ознакою, яка дозволяє визначити сорт цієї культури. Для кожного сорту характерні свої особливості форми, розміру, забарвлення та структури листової пластинки. Наприклад, у сортів махорки листки зазвичай черешкові, великі, часто округло-серцеподібної або овальної форми, з тупою чи загостреною верхівкою, зморшкуватою або гладкою поверхнею, світло- чи темно-зеленого кольору, вкриті залозистими волосками (рис. 2).

Описані на рисунку ознаки – форма листка, довжина і ширина, тип черешка, забарвлення, товщина та розташування жилок, наявність або відсутність хвилястості краю, гофрованості, вушок – є сортовими діагностичними характеристиками.

Такі морфологічні ознаки є стабільними для певного сорту й використовуються для ідентифікації махорки в польових умовах, а також у селекції для відбору кращих зразків із цінними господарськими властивостями. Зокрема, довжина і ширина листка, форма, забарвлення та структура поверхні дають змогу відрізнити сорти між собою та визначити їхню придатність для вирощування в різних регіонах і для різних технологій переробки.

Морфологічні ознаки листка є базовим інструментом для класифікації, ідентифікації та подальшої систематизації сортів махорки (табл. 4).

Така систематизація дозволяє: швидко орієнтуватися у сортовому різноманітті махорки, підбирати сорти для конкретних умов вирощування, планувати селекційну роботу з урахуванням бажаних ознак.

Махорка (*Nicotiana rustica* L.) демонструє значну пластичність, різноманіття морфологічних і біохімічних ознак, що дозволяє ефективно використовувати її у селекції, збереженні генетичних ресурсів і сільському господарстві України.

Морфологічні ознаки листка є надійним інструментом для ідентифікації сортів, планування селекції та впровадження у виробництво. Систематизація сортів за цими ознаками дозволяє ефективно підбирати матеріал для різних регіонів та технологій вирощування.

Перспективи подальшого розвитку досліджень і селекції махорки (*Nicotiana rustica* L.) охоплюють такі ключові напрями, як збереження та розширення генетичного різноманіття, створення та підтримка колекцій сортів і екотипів, залучення місцевих і інтродукованих форм для формування вихідного матеріалу з цінними господарськими і адаптивними ознаками, вдосконалення систематизації та ідентифікації сортів.

Подальший розвиток методик морфологічної, біохімічної та молекулярної ідентифікації дозволить точніше групувати сорти, виділяти унікальні генотипи й захищати права інтелектуальної власності на нові сорти.

Пріоритетними залишаються створення сортів із підвищеною стійкістю до хвороб, шкідників, стресових факторів (посуха, низькі температури), а також підвищення врожайності та якості сировини. Дослідження хімічного складу та розробка технологій отримання цінних речовин (нікотинова кислота, лікарські препарати, біопестициди), а також розширення сфери застосування махорки в харчовій, фармацевтичній і текстильній промисловості розширює практичне використання махорки як цінної сільськогосподарської, фармацевтичної й технічної культури.

Таблиця 4

Основні морфологічні і господарські ознаки Української групи сортотипів

Ознака	Ступені виявлення ознак	Зразки	Діапазон	Код
1	2	3	4	5
Рослина: за кількістю листків	мала	Хмеловка, Українка, Жовта-106, Жовта-109, Воронежська	≤ 9 шт	3
	середня	Харківська, Російська, Вергун зелений, Koriotes dark, Махорка № 5, Султан Албанський	10–13 шт	5
	велика	Курчава, Високоросла зелена, Бакун чорний, Бакун № 46, Бакун Бессарабський, Бакун Мена	≥ 14 шт	7
Рослина: за тривалістю вегетації	ранній	Koriotes dark, Бакун Бессарабський, Жовта, Бакун Мена, Султан Албанський, Жовта-106, Вергун зелений, Махорка № 5, Курчава, Російська	≤ 45 діб	3
	середній	Бакун чорний, Бакун № 46, Жовта-109, Харківська, Хмеловка	46–79 діб	5
	пізній	Хмеловка, Воронежська, Українка	≥ 80 діб	7
Рослина: за висотою рослини	низька	Харківська, Хмеловка, Українка, Воронежська, Російська	≤ 50 см	3
	середня	Султан Албанський, Жовта-109, Жовта-106, Вергун зелений, Курчава, Koriotes dark, Бакун № 46, Бакун чорний	51–75 см	5
	висока	Жовта, Бакун Бессарабський, Бакун Мена, Високоросла зелена, Хмеловка 125/6	≥ 76 см	7
Листок: за типом	сидячий			1
	черешковий	Воронежська, Дрязги темно-синя, Пехлець, Індіан, Хмеловка, Харківська, Українка, Курчава, Жовта, Бакун чорний, Бакун Мена, Високоросла зелена, Російська		2
Листок: форма	серцеподібна	Хмеловка, Харківська, Українка, Курчава		1
	овальна	Воронежська, Дрязги темно-синя, Пехлець, Індіан		2
	округла	Жовта, Бакун чорний, Бакун Мена, Високоросла зелена, Російська		3
Листок: за довжиною	короткий	Жовта-106, Харківська	≤ 15 см	3
	середній	Воронежська, Українка, Курчава, Бакун чорний, Російська	16–20 см	5
	довгий	Хмеловка, Високоросла зелена, Пехлець, Бакун № 46, Бакун Бессарабський, Бакун Мена	≥ 21 см	7
Листок: за шириною	вузький	Воронежська	≤ 8 см	3
	середній	Українка, Харківська, Курчава, Бакун чорний, Російська	9–15 см	5
	широкий	Хмеловка, Високоросла зелена, Пехлець, Бакун № 46, Бакун Бессарабський, Бакун Мена, Жовта	≥ 16 см	7

Закінчення табл. 4

1	2	3	4	5
Листок: відношення довжина/ ширина	мале	Харківська, Жовта-106	$\leq 1,2$	3
	середнє	Воронежська, Українка, Курчава, Бакун чорний, Російська	1,3–1,6	5
	велике	Хмеловка, Високоросла зелена, Пехлець, Бакун № 46, Бакун Бессарабський, Бакун Мена, Жовта	$\geq 1,7$	7
Листок: вухка	відсутні	Воронежська, Українка, Хмеловка, Бакун чорний, Високоросла зелена, Харківська, Жовта-106, Жовта-109, Жовта, Російська, Курчава, Koriotes dark blu, Махорка № 5, Пехлець		1
	наявні			9
Листок: гофрованість	відсутня	Воронежська, Українка, Хмеловка, Бакун чорний, Високоросла зелена, Харківська, Жовта-106, Жовта-109, Жовта, Російська		1
	наявна	Курчава, Koriotes dark blu, Махорка № 5, Пехлець		9
Листок: форма кінчика	помірно загострена	Воронежська, Українка, Хмеловка, Курчава, Бакун чорний, Високоросла зелена, Харківська, Російська		1
	слабко загострена	Жовта-106, Жовта-109, Жовта, Бакун № 46, Бакун Бессарабський, Бакун Мена, Пехлець		2
	тупа або округла	Дрязги темно-синя, Пехлець		3
Листок: хвилястість краю	відсутня або дуже слабка	Воронежська, Українка, Хмеловка, Бакун чорний, Високоросла зелена, Харківська, Жовта-106, Жовта-109, Жовта, Російська		1
	слабка			3
	помірна	Курчава, Koriotes dark blu, Махорка № 5, Пехлець		5
	сильна			7
Листок: забарвлення	жовте	Жовта-106, Жовта-109, Жовта		1
	зелене	Воронежська, Українка, Хмеловка, Курчава, Бакун чорний, Високоросла зелена, Харківська, Російська, Koriotes dark blu, Махорка № 5, Пехлець		2
Листок: ін- тенсивність забарвлення	слабка	Жовта-106, Жовта-109		3
	помірна	Воронежська, Українка, Хмеловка, Курчава, Бакун чорний, Високоросла зелена, Харківська, Російська, Koriotes dark blu, Махорка № 5, Пехлець		5
	сильна			7

Сорти групують за найвідмітнішими морфологічними ознаками для кожного сорту. Ступені виявлення ознак визначаються за кількісними або якісними межами

для кожної групи сортів. Зразки – це сорти, які належать до відповідної групи за даною ознакою. Діапазон вказує на інтервал значень, у межах якого знаходиться відповідна ознака для групи сортів.

Актуальним є відбір і впровадження сортів, здатних забезпечувати стабільну врожайність у різних ґрунтово-кліматичних умовах, з урахуванням глобальних змін клімату та підвищення екологічних вимог до сільськогосподарського виробництва

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. GBIF: The Global Biodiversity Information Facility. What is GBIF? GBIF.org. URL: <https://www.gbif.org/what-is-gbif> (дата звернення: 05.05.2025).
2. Шейдик К. А., Савіна О. І. *Nicotiana rustica* в системі роду *Nicotiana*. Перспективи виробництва біосировини енергетичних культур на рекультивованих землях : матеріали міжнар. конф., 23–24 червня 2022 р., м. Дніпро. Дніпро, 2022. С. 105–108.
3. Wang J., Zhang Q., Tung J., Zhang X., Liu D., Deng Y., Tian Z., Chen H., Wang T., Yin W., Li B., Lai Z., Dinesh-Kumar S. P., Baker B., Li F. High-quality assembled and annotated genomes of *Nicotiana tabacum* and *Nicotiana benthamiana* reveal chromosome evolution and changes in defense arsenals. *Mol. Plant*. 2024. Vol. 17, № 3. P. 423–437. doi: 10.1016/j.molp.2024.01.008.
4. Sierro N., Auberson M., Dulize R. et al. Chromosome-level genome assemblies of *Nicotiana tabacum*, *Nicotiana glauca*, and *Nicotiana glauca*. *Sci. Data*. 2024. Vol. 11. Article 135. <https://doi.org/10.1038/s41597-024-02965-2>.
5. Augsten M., Meyer P. B., Freitas L. B., Batista J. A. N., Stehmann J. R. *Nicotiana glandulosa* (Solanaceae), a new species of ‘tobacco’ highly endangered from the quadrilátero ferrífero in Brazil. *PhytoKeys*. 2022. Vol. 190. P. 113–129. doi: 10.3897/phytokeys.190.76111.
6. Ko S. R., Lee S., Koo H. et al. High-quality chromosome-level genome assembly of *Nicotiana benthamiana*. *Sci. Data*. 2024. Vol. 11. Article 386. <https://doi.org/10.1038/s41597-024-03232-0>.
7. Roberts E. A. H. The polyphenols and amino acids of tobacco leaf. *Archives of Biochemistry and Biophysics*. 1951. Vol. 33, № 2. P. 299–303. doi:10.1016/0003-9861(51)90109-9.
8. Slaghenaufer D., Perello M. C., Marchand S., de Revel G. Quantification of megastigmatrienone, a potential contributor to tobacco aroma in spirits. *Food Chemistry*. 2016. Vol. 203. P. 41–48. doi:10.1016/j.foodchem.2016.02.034.
9. Vélez-Gavilán J. *Nicotiana glauca* (tree tobacco). *CABI Compendium*. 2022. doi:10.1079/cabicompendium.36324.
10. Drapal M., Enfissi E. M. A., Fraser P. D. The chemotype core collection of genus *Nicotiana*. *Plant J*. 2022. Vol. 110, № 5. P. 1516–1528. doi: 10.1111/tbj.15745.
11. San Andrés Larrea M. I., San Andrés Larrea M. D., Rodríguez Fernández C. Plants, Poisonous (Animals). In: Wexler P. (Ed.) *Encyclopedia of Toxicology*. 3rd ed. Academic Press, 2014. P. 960–969. ISBN 9780123864550. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-386454-3.00462-0>.
12. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на відмінність, однорідність і стабільність (ВОС) URL: <https://sops.gov.ua/uploads/page/5a5f413bb9be6.pdf> (дата звернення: 05.05.2025).

УДК 633.15:631.811:631.8:577.1

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.19>

ВПЛИВ МІКРОБІОЛОГІЧНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ ТА ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ НА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ У ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ

Шеленко Д.І. – д.е.н., професор,
професор кафедри підприємництва, торгівлі та прикладної економіки,
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
orcid.org/0000-0002-9214-7258

Зайка В.К. – д.б.н., професор,
професор кафедри лісового і аграрного менеджменту,
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
orcid.org/0000-0002-2206-772X

Дмитрик П.М. – к.с.-г.н., доцент,
доцент кафедри лісового і аграрного менеджменту,
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
orcid.org/0000-0003-1973-391X

Турак О.Ю. – к.с.-г.н., доцент,
доцент кафедри лісового і аграрного менеджменту,
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
orcid.org/0009-0006-2429-3356

Гусак В.В. – д.філос., доцент,
доцент кафедри біохімії та біотехнології,
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
orcid.org/0000-0001-9415-9837

У контексті інтенсифікації агровиробництва та необхідності зниження антропогенного навантаження на довкілля особливої актуальності набуває використання мікробіологічних препаратів і позакореневого підживлення як складових біологізованих технологій вирощування кукурудзи. Застосування таких заходів дозволяє оптимізувати живлення рослин, покращити їх фізіолого-біохімічний стан і, відповідно, забезпечити підвищення якісних характеристик урожаю.

Метою дослідження було встановити ефективність передпосівної мікробіологічної обробки насіння та позакореневого підживлення на формування якісних показників зерна гібридів кукурудзи в умовах польового дослідю.

Методика дослідження передбачала проведення двофакторного польового дослідю з використанням двох гібридів кукурудзи, мікробіологічних препаратів на основі ризо- та фосфатмобілізуючих бактерій та дворазового позакореневого підживлення комплексними добривами у ключові фази органогенезу (6–8 листків та початок викидання волоті). Оцінювалися показники якості зерна: вміст білка, крохмалю, жиру.

Результати дослідження показали, що мікробіологічна обробка насіння сприяла покращенню енергії проростання, розвитку кореневої системи та загального стану посівів. Поєднання біопрепаратів із позакореневим підживленням забезпечувало підвищення фотосинтетичної активності та покращення умов наливу зерна. У порівнянні з контролем, вміст білка збільшувався на 0,6–0,9 %, крохмалю – на 1,1–1,5 %, жиру – на 0,3–0,4 %. Реакція на агротехнічні заходи варіювалася залежно від гібриду, що свідчить про важливість індивідуального підходу до вибору сортового матеріалу.

Застосування мікробіологічної обробки насіння у поєднанні з позакореневим підживленням є ефективним заходом підвищення якісних показників зерна кукурудзи. Отримані результати підтверджують доцільність упровадження біологізованих технологій

у виробництво як екологічно безпечної та економічно обґрунтованої складової сучасного землеробства.

Ключові слова: кукурудза, гібриди, добрива, мікробіологічна обробка, біопрепарати, позакореневе підживлення, якість зерна, крохмаль, біологізація землеробства.

Shelenko D.I., Zaika V.K., Dmytryk P.M., Turak O.Yu., Husak V.V. The effect of microbiological seed treatment and foliar fertilization on quality indicators of maize hybrids

In the context of agricultural intensification and the need to reduce anthropogenic pressure on the environment, the use of microbiological preparations and foliar fertilization as components of biologized maize cultivation technologies is gaining particular relevance. The application of these measures helps optimize plant nutrition, improve their physiological and biochemical status, and consequently enhance the qualitative characteristics of the yield.

The aim of the research was to determine the effectiveness of pre-sowing microbiological seed treatment and foliar fertilization in the formation of grain quality indicators in maize hybrids under field conditions.

The research methodology involved a two-factor field experiment using two maize hybrids, microbiological preparations based on rhizosphere and phosphate-mobilizing bacteria, and two-time foliar fertilization with complex fertilizers during key organogenesis stages (6–8 leaf stage and beginning of tasseling). Grain quality parameters such as protein, starch, and fat content were assessed.

The results showed that microbiological seed treatment contributed to improved germination energy, root development, and overall crop condition. The combination of bio-preparations with foliar fertilization enhanced photosynthetic activity and created favorable conditions for grain filling. Compared to the control, the protein content increased by 0.6–0.9 %, starch by 1.1–1.5 %, and fat by 0.3–0.4 %. The response to agronomic measures varied depending on the hybrid, highlighting the importance of an individual approach to hybrid selection.

The use of microbiological seed treatment in combination with foliar fertilization is an effective strategy for improving the grain quality of maize. The obtained results confirm the feasibility of introducing biologized technologies into agricultural production as an environmentally safe and economically sound component of modern farming.

Key words: maize, hybrids, fertilizers, microbiological treatment, bio-preparations, foliar fertilization, grain quality, starch, biologization of agriculture.

Постановка проблеми. Виробництво зерна відіграє ключову роль у забезпеченні продовольчої безпеки держави [1–3]. В умовах воєнного стану особливого значення набуває нарощення обсягів зерновиробництва як для задоволення внутрішніх потреб країни, так і для підтримки її експортного потенціалу.

Кукурудза характеризується високим потенціалом урожайності, реалізація якого значною мірою зумовлена рівнем агротехнологій, зокрема раціональним чергуванням культур у сівозміні та ефективним удобренням [4–9]. У світовому землеробстві кукурудза займає третє місце після пшениці та рису. Вона використовується на технічні потреби (15–20 %) і на корм тваринам (60–65 %). Кукурудза є економічно привабливою культурою аграрного ринку, а для України – це стратегічно важлива експортна позиція, оскільки внутрішній попит охоплює лише близько третини від загального обсягу виробництва, решта реалізується за кордоном. Раціональне використання генетичного потенціалу новітніх гібридів є ключовим фактором підвищення продуктивності та основним резервом збільшення валових зборів зерна. Одним із пріоритетних завдань селекції й насінництва є правильний добір гібридів різних груп стиглості з високою урожайністю та стійкістю до несприятливих абіотичних умов конкретного регіону вирощування.

У зв'язку зі змінами в структурі посівів, скороченням ротації сівозмін і вилученням багатьох польових культур із широкого кола вирощування, кукурудза набула значного поширення. Проте її врожайність демонструє тенденцію до

зниження. З огляду на високу народногосподарську цінність кукурудзи, потенціал її урожайності та провідну позицію у світовому виробництві зерна, постає нагальна потреба перед аграрною практикою та наукою – удосконалити технології вирощування. Зокрема, необхідно розробити сучасні елементи агротехнологій з урахуванням оптимальної системи сівозмін і удобрення, адаптованих до сучасних умов господарювання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Кукурудза належить до найбільш урожайних і універсальних сільськогосподарських культур. У світовому масштабі близько 20 % її зерна використовується на харчові цілі, 15–20 % – у промисловості, а основна частка – 60–65 % – спрямовується на корм для тварин [10–14]. В Україні кукурудза посідає провідне місце серед зернових культур і має важливе значення для аграрного виробництва [15, 16].

Слід підкреслити агротехнологічну цінність кукурудзи в землеробських системах. Вона є добрим попередником у сівозмінах, позитивно впливає на структурний стан ґрунту та сприяє зменшенню забур'яненості. За інтенсивністю поглинання вуглекислого газу та виділення кисню кукурудза перевершує навіть лісові насадження на аналогічній площі. Крім того, завдяки пізнішим строкам сівби та збирання врожаю, культура забезпечує більш раціональне використання сільськогосподарської техніки. Сукупність цих господарсько важливих ознак зумовлює стабільний попит на кукурудзу на світовому ринку [17].

Через те, що у сучасних сівозмінах зазвичай вирощується обмежений спектр культур – озима пшениця, кукурудза, соняшник, іноді озимий ріпак і соя – виникають труднощі з підбором найбільш придатних попередників для кукурудзи [18, 19].

На родючих ґрунтах, за умови належного рівня удобрення та високої агротехнічної культури, кукурудзу можливо успішно вирощувати в повторних посівах протягом 3–4 років [20].

У ґрунті не завжди наявна достатня кількість усіх поживних елементів, необхідних для повноцінного росту й розвитку кукурудзи. Цей дефіцит можна компенсувати шляхом додаткового внесення добрив. Однак для досягнення високої врожайності та продуктивності важливо правильно обрати типи добрив, визначити їх оптимальні дози та способи внесення. Надлишкове внесення може спричинити перенасичення ґрунту елементами живлення, що, у свою чергу, негативно вплине на стан рослин. До того ж необхідно враховувати кліматичні особливості, тип і стан ґрунту та інші чинники, які впливають на ефективність застосування агротехнологічних заходів [21–25].

Обраний напрям наукових досліджень стосується актуальної проблематики вирощування кукурудзи на тлі різного удобрення. Метою є удосконалення існуючих та розробка нових елементів технології вирощування культури, що дозволить знайти ефективні рішення для практики землеробства і рослинництва.

Постанова завдання. Дослідження проводили у 2023–2024 роках на території експериментального полігону ТОВ «Мрія Фармінг Буковина». Дослід закладено на чорноземі опідзоленому малогумусному, розташованому в с. Юрківці, Чернівецького району, Чернівецької області. У дослідженні вивчали два фактори: перший – гібриди різних груп стиглості другий – системи удобрення. Дослід виконано з триразовою повторністю, варіанти розміщувалися послідовно.

Експериментальні дані, представлені в даній статті, одержано згідно зі схемою досліджень (табл. 1).

Таблиця 1

Схема дослідів

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакореневе підживлення (фактор С)
Гібрид Діалог	Без обробки Поліміксобактерин	Контроль (без обробки) Мікро-Мінераліс Мікро-Мінераліс + Стимпо
Гібрид Флагман	Без обробки Поліміксобактерин	Контроль (без обробки) Мікро-Мінераліс Мікро-Мінераліс + Стимпо

Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем опідзолений малогумусний легкосуглинковий з наступними агрохімічними властивостями (до закладки дослідів): вміст гумусу 3,67–3,71 %, рН сольове – 6,7, СВО та ЄП – відповідно 22,8 і 30,4 мг.екв. на 100 г ґрунту. Вміст поглинутих кальцію та магнію – відповідно 13,2 і 2,4 мг.екв. на 100 г ґрунту. Забезпеченість ґрунту рухомим фосфором та рухомим калієм – середня. Вміст фосфору – 6,6 мг, калію – 10,0 мг на 100 г ґрунту.

Урожайність культури визначали в фазі технічної стиглості шляхом суцільного збирання облікових ділянок, з подальшим перерахунком показників на стандартну вологість і чистоту для кожного варіанта дослідів.

У ході досліджень застосовували як загальнонаукові, так і спеціальні методи. За допомогою польового експерименту отримано дані щодо урожайності кукурудзи; лабораторно-аналітичний метод дозволив визначити кількісні характеристики перерозподілу досліджуваних факторів у ґрунтового середовищі та в насінні; розрахунково-порівняльний – обґрунтувати зміну показників залежно від умов дослідів; математично-статистичний – встановити достовірність різниці у продуктивності культури за різними варіантами удобрення.

Результати досліджень. Цінова політика на ринку зерна кукурудзи та рівень рентабельності аграрного виробництва значною мірою залежать не лише від урожайності культури, а й від якісних характеристик сформованої продукції. Якість зерна визначається складною взаємодією кліматичних, ґрунтових і технологічних чинників. Для цілеспрямованого управління цими параметрами необхідно глибоко розуміти фізіолого-біохімічні процеси, що відбуваються у рослинах на різних етапах органогенезу. Залежно від напрямку кінцевого використання зерна змінюються критерії його якісної оцінки: вміст крохмалю – для виробництва біоетанолу, протеїну й жиру – для продовольчого та кормового використання. Застосування передпосівної обробки насіння у поєднанні з позакореновими підживленнями дає можливість цілеспрямовано впливати на біосинтетичні процеси, оптимізуючи якісні параметри зерна згідно з вимогами кінцевого споживача.

Хімічний склад зерна кукурудзи значною мірою варіює залежно від умов вирощування. Зокрема, за підвищених температур спостерігається інтенсивніше накопичення білка. У посушливі роки пізньостиглі гібриди формують зерно з вищим вмістом білка порівняно з роками, коли вологозабезпечення є оптимальним. Водночас ключовим чинником підвищення якісних показників зерна залишається селекційна робота та удобрення, які відіграють провідну роль у цьому процесі.

У результаті проведених нами досліджень у 2023–2024 роках встановлено, що передпосівна обробка насіння бактеріальним препаратом Поліміксобактерин, а також позакореневе підживлення рослин кукурудзи в період вегетації мікро-добрином Мікро-Мінераліс (кукурудза) та біостимулятором росту «Стимпо», як

окремо, так і в поєднанні, істотно вплинули на формування якісних показників зерна кукурудзи (табл. 2).

Таблиця 2

Вміст крохмалю в зерні середньостиглих гібридів кукурудзи та його вихід залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакоренове підживлення (фактор С)	Вихід крохмалю, %	+ – до контролю	Вихід крохмалю, т/га	+ – до контролю
Діалог	Без обробки	Без обробки	71,50	-	7,84	-
		Мікро-Мінераліс	71,20	-0,30	8,25	+0,41
		Мікро-Мінераліс + Стимпо	70,79	-0,71	8,49	+0,65
	Поліміксо-бактерин	Без обробки	70,17	-1,33	8,11	+0,27
		Мікро-Мінераліс	69,8	-1,70	8,62	+0,78
		Мікро-Мінераліс + Стимпо	69,39	-2,11	8,72	+0,88
Флагман	Без обробки	Без обробки	71,46	-	7,37	-
		Мікро-Мінераліс	71,32	-0,14	7,80	+0,43
		Мікро-Мінераліс + Стимпо	71,26	-0,20	7,89	+0,52
	Поліміксо-бактерин	Без обробки	70,99	-0,47	7,78	+0,41
		Мікро-Мінераліс	70,76	-0,70	8,22	+0,85
		Мікро-Мінераліс + Стимпо	69,92	-1,54	8,23	+0,86

Найкращі результати щодо вмісту крохмалю в зерні показав гібрид Діалог. Найкращі показники відмічені на варіанті за комплексного застосування передпосівної обробки насіння препаратом Поліміксобактерин та позакоренового підживлення препаратами Мікро-Мінераліс і Стимпо було зафіксовано найвищий вихід крохмалю – 8,72 т/га, що на 0,88 т/га перевищує контрольний варіант.

Дещо нижчі результати показав гібрид Флагман. Так, у контрольному варіанті для гібриду Флагман вміст крохмалю становив 71,26 %, а його вихід – 7,89 т/га. При застосуванні лише позакоренового підживлення цими препаратами вихід крохмалю становив 7,78 т/га за вмісту 70,99 %. Комбіноване використання передпосівної обробки Поліміксобактерином і позакоренового підживлення забезпечило приріст виходу крохмалю до 8,23 т/га, що на 0,86 т/га більше порівняно з контролем.

За результатами досліджень численних наукових установ України та інших країн, застосування мікродобрив і стимуляторів росту рослин у технологіях вирощування сільськогосподарських культур сприяє не лише підвищенню врожайності, а й поліпшенню якісних характеристик отриманої продукції. Це підтверджується і нашими дослідженнями (табл. 3).

У зерні кукурудзи гібриду Діалог за контрольного варіанта вміст сирого жиру становив 5,28 %, тоді як за умов позакореневого підживлення мікродобривом і біостимулятором росту цей показник знизився до 4,67 %.

Таблиця 3

Вміст сирого жиру в зерні середньостиглих гібридів кукурудзи та його вихід залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакореневе підживлення (фактор С)	Вміст сирого жиру, %	+ – до конт- ролю	Вихід сирого жиру, т/га	+ – до конт- ролю
Діалог	Без обробки	Без обробки	5,28	-	0,57	-
		Мікро-Мінераліс	4,93	-0,35	0,57	0
		Мікро-Мінераліс + Стимпо	4,67	-0,61	0,56	-0,01
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	4,95	-0,33	0,57	0
		Мікро-Мінераліс	4,87	-0,41	0,60	+0,03
		Мікро-Мінераліс + Стимпо	4,97	0,31	0,62	+0,05
Флагман	Без обробки	Без обробки	5,2	-	0,53	-
		Мікро-Мінераліс	5,37	+0,17	0,58	+0,05
		Мікро-Мінераліс + Стимпо	4,65	-0,55	0,51	-0,02
	Поліміксо- бактерин	Без обробки	5,08	-0,12	0,55	+0,02
		Мікро-Мінераліс	5,19	-0,01	0,60	+0,07
		Мікро-Мінераліс + Стимпо	4,86	-0,34	0,57	+0,04

На основі проведених досліджень встановлено, що вміст сирого жиру в зерні середньостиглих гібридів кукурудзи істотно залежить від застосування мікродобрив, біостимуляторів росту та передпосівної обробки насіння. У гібриду Діалог найнижчий вміст сирого жиру (4,67 %) зафіксовано за позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс + Стимпо без передпосівної обробки. Водночас, максимальний вихід сирого жиру (0,62 т/га) спостерігався при комплексному застосуванні обробки насіння Поліміксобактерином і позакореневого підживлення Мікро-Мінераліс + Стимпо.

У гібриду Флагман під впливом позакореневого внесення Мікро-Мінераліс спостерігалася незначне підвищення вмісту сирого жиру (до 5,37 %) і зростання його виходу до 0,60 т/га. Найнижчий вміст жиру (4,65 %) відмічено за дії комплексу Мікро-Мінераліс + Стимпо.

Загалом, застосування біологічних препаратів здебільшого сприяло підвищенню виходу сирого жиру, хоча вміст цього показника в зерні мав тенденцію

до зниження, що свідчить про перерозподіл продуктивності культури в бік інших якісних компонентів. Найвищі показники вмісту сирого протеїну (11,92 %) та його виходу (1,31 т/га) були зафіксовані за умови комплексного застосування позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо разом із передпосівною обробкою насіння препаратом Поліміксобактерин (табл. 4).

Таблиця 4

Вміст сирого протеїну в зерні середньостиглих гібридів кукурудзи та його вихід залежно від обробки насіння та позакоренових підживлень

Гібрид (фактор А)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)	Позакореневе підживлення (фактор С)	Вміст сирого протеїну, %	+ – до конт-ролю	Вихід сирого протеїну, т/га	+ – до конт-ролю
Діалог	Без обробки	Без обробки	9,96	-	1,09	-
		Мікро-Мінераліс	10,49	+0,53	1,21	+0,12
		Мікро-Мінераліс + Стимпо	10,68	+0,72	1,28	+0,29
	Поліміксобактерин	Без обробки	11,73	+1,77	1,35	+0,26
		Мікро-Мінераліс	12,19	+2,23	1,50	+0,51
		Мікро-Мінераліс + Стимпо	12,59	+2,63	1,58	+0,59
Флагман	Без обробки	Без обробки	9,38	-	0,96	-
		Мікро-Мінераліс	9,44	+0,06	1,03	+0,07
		Мікро-Мінераліс + Стимпо	9,60	+0,22	1,06	+0,10
	Поліміксобактерин	Без обробки	9,86	+0,48	1,08	+0,12
		Мікро-Мінераліс	10,68	+1,30	1,24	+0,28
		Мікро-Мінераліс + Стимпо	12,05	+2,67	1,41	+0,45

За результатами досліджень встановлено, що на вміст і вихід сирого протеїну в зерні кукурудзи істотно впливали як передпосівна обробка насіння, так і позакореневі підживлення. Найвищі показники досягнуто при комплексному застосуванні препарату Поліміксобактерин для передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення препаратами Мікро-Мінераліс (кукурудза) + Стимпо. Так, у гібрида Діалог вміст сирого протеїну підвищився до 12,59 %, а його вихід – до 1,58 т/га, що перевищує контрольні значення на 2,63 % та 0,59 т/га відповідно. Подібна тенденція спостерігалася і в гібрида Флагман, де найбільші прирости вмісту та виходу сирого протеїну становили відповідно 2,67 % та 0,45 т/га. Це свідчить про ефективність комплексного застосування досліджених препаратів для підвищення білкової цінності зерна кукурудзи.

Висновки. Встановлено істотний вплив біологічних препаратів на якісні показники зерна кукурудзи. Передпосівна обробка насіння бактеріальним препаратом Поліміксобактерин у поєднанні з позакореновими підживленнями препаратами Мікро-Мінераліс і Стимпо сприяє покращенню таких показників як вміст і вихід крохмалю, сирого жиру та протеїну в зерні.

Гібрид Діалог продемонстрував вищий потенціал щодо формування якісного врожаю порівняно з гібридом «Флагман». У всіх дослідних варіантах він мав перевагу за виходом крохмалю, протеїну та жиру, що свідчить про доцільність його вирощування в умовах України.

Застосування біологічних препаратів у технології вирощування кукурудзи на чорноземі опідзоленому малогумусному забезпечує підвищення рентабельності виробництва за рахунок цілеспрямованого впливу на якісні параметри продукції та екологізацію агротехнологій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Дудка М.І., Якунін О.П., Пустовий С.І. Агроекономічна вирощування зерна кукурудзи залежно від фону удобрення та позакореневого підживлення. *Зернові культури*. 2020. Т. 4, № 2. С. 313–318. <https://doi.org/10.31867/25234544/0140>.
2. Каменщук Б.Д. Шляхи підвищення ефективності вирощування кукурудзи на зерно. *Корми і кормовиробництво*. 2020. Вип. 89. С. 85–92.
3. Системні фактори регулювання зернової продуктивності кукурудзи в різноротаційних сівозмінах степової зони / Л. М. Десятник та ін. *Зернові культури*. 2019. Т. 3, № 1. С. 37–44. <https://doi.org/10.31867/25234544/0058>.
4. Асанішвілі Н.М., Буслаєва Н.Г., Шляхтурова С.П. Вплив агрохімічного навантаження на забезпеченість рослин елементами живлення та врожайність кукурудзи в Лісостепу. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2020. Вип. 32. С. 9–19.
5. Вплив системи удобрення та основного обробітку продуктивність гібридів ґрунту на кукурудзи / О. І. Лень та ін. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. Вип. 2. С. 52–58. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.02.06>.
6. Гангур В. В., Єремко Л. С., Руденко В. В. Вплив елементів технології вирощування на продуктивності гібридів формування кукурудзи різних груп стиглості. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 117. С. 37–43. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.117.6>.
7. Єрмакова Л. М., Крестьянінов Є. В. Урожайність кукурудзи залежно від удобрення та гібриду на темно-сірих опідзолених ґрунтах. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2016. № 4. С. 63–65. URL: <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2016/04/14.pdf>
8. Камінський В.Ф., Асанішвілі Н.М. Формування якості зерна кукурудзи різних напрямів використання залежно від технології вирощування в Лісостепу. *Корми і кормовиробництво*. 2020. Вип. 89. С. 74–84.
9. Hryhoriv Ya., Butenko A., et al. Growth and Development of Sweet Corn Plants in the Agro-Ecological Conditions of the Western Region of Ukraine. *Ecological Engineering and Environmental Technology*, 2023, 24(4), pp. 216–222. <https://doi.org/10.12912/27197050/162699>
10. Harpinder Sandhu, Nadia El-Hage Scialabba, Chris Warner, et al. Evaluating the holistic costs and benefits of corn production systems in Minnesota, US. *Scientific Reports*. 2020. 10: 3922. <https://doi.org/10.1038/41598-020-60826-5>.
11. Іванюк В. Гнатів П. Оліфір Ю. Вплив азотних добрив на формування врожаю зерна кукурудзи. *Вісник Львівського національного екологічного університету. Серія «Агрономія»*. № 26. 2022. 170–176. <https://doi.org/10.31734/agronomy>
12. Кабанець В. М., Собко М. Г. Особливості вирощування кукурудзи на зерно в умовах північно-східного Лісостепу України. *Сад. Інститут сільського господарства Північного Сходу*, 2022. 48 с.
13. Рибка В. Кукурудза у короткоротаційній соєвій сівозміні. *Агрономія*. 2016. <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/666-kukurudza-ukorotkorotatsiinii-soievii-sivozmini.html>

14. Якунін О. П. Кукурудза харчова (технологічні аспекти вирощування). Вінниця. Нілан, 2016. 207 с.
 15. Лень О. І., Тоцький В. М., Гангур В. В., Єремко Л. С. Вплив системи удобрення та основного обробітку ґрунту на продуктивність гібридів кукурудзи. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. № 2. 2021. 52–58. <https://doi.org/10.31210/visnyk>
 16. Паламарчук В. Д., Дідур І. М., Колісник О. М., Алексєєв О. О. Аспекти сучасної технології вирощування висококрохмальної кукурудзи в умовах Лісо-степу правобережного. Вінниця, ТОВ «Друк». 2020. 536 с.
 17. Mykola Korchak, Serhii Yermakov, Vasyl Maisus, Serhiy et al. Problems of field contamination when growing energy corn as monoculture. *E3S Web of Conferences* 154, 01009 (2020). ICoRES 2019. <https://doi.org/10.1051/sconf/202015401009>.
 18. Dan M. Klugera, Art B. Owena, David B. Lobellb. Combining randomized field experiments with observational satellite data to assess the benefits of crop rotations on yields. *Environ. Res. Lett.* 2022. 17 044066. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac6083>
 19. Приходько В. О., Полторецький С. П., Білоножко В. Я. Еколого-біологічні основи підбору компонентів для змішаних посівів кормових культур. *Вісник Черкаського університету*. 2019. № 2. 63–73. <https://doi.org/10.31651/2076-5835-2018-1-2019-2-63-73>.
 20. Edleusa P. Seide, Lucas A. Mendes, Jandrei M. S. Corn Yield in Monoculture and Intercropped with Cover Plants and Aggregates Stabiliz. *European Journal of Agriculture and Food Sciences*. Vol 4. Issue 2. March, 2022. <https://doi.org/10.24018/ejfood.2022.4.2.426>
 21. Biswas D. K., Ma B. L. Effect of nitrogen rate and fertilizer nitrogen source on physiology, yield, grain quality, and nitrogen use efficiency in corn. *Can J Plant Sci.* 2016. Vol. 403. P. 392–403. <https://doi.org/10.1139/cjps-2015-0186>.
 22. Григорів Я.Я., Турак Ю.О. Особливості вирощування кукурудзи в сучасних умовах (оглядова). *Таврійський науковий вісник*. 2024. Вип. 137. С. 70–76. DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.9>
 23. Peter Sexton. Chapter 9: Crop Rotations Can Increase Corn Profitability and Reduce Pests. Extension.sdstate. edu. 2019, South Dakota Board of Regents. <https://extension.sdstate.edu/sites/default/files/2019-09/S0003-09-Corn.pdf>
 24. Stasiv O., Olifir Y. Formation of Corn Productivity in Crop Rotation Depending on Long-Term Fertilization and Liming. *Folia Pomer. Univ. Technol. Stetin., Agric., Aliment., Pisc., Zootech.* 2021. Vol. 358 (57) 1. P. 29–40.
 25. Economic efficiency of sweet corn growing with nutrition optimization/ Ya. Hryhoriv, V. Nechyporenko, A. Butenko, M. Lyshenko, M. Kozak, I. Onoprienko et al., *Estonian Academic Agricultural Society*. 2022. DOI: 10.15159/jas.22.07
-

UDC 633.88:631.42(477) (043)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.20>

THE IMPACT OF MINERAL FERTILIZATION ON THE ECONOMIC AND ENERGY INDICATORS OF SWEET PEPPER CULTIVATION UNDER DRIP IRRIGATION IN SOUTHERN UKRAINE

Shepel A.V. – Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor at the Department of Agriculture,
Kherson State Agrarian and Economic University
orcid.org/0000-0002-9955-4569

The article is devoted to the impact of mineral fertilization on the economic and energy performance of sweet pepper cultivation under drip irrigation in southern Ukraine. The study examined the effect of three nutrient levels calculated based on the planned yield of sweet pepper: Rate 1 – for a yield of 35 t/ha (application rate N118P62), Rate 2 – for 45 t/ha (application rate N145P75), and Rate 3 – for 55 t/ha (application rate N163P84). The control variant (St) represented the natural soil fertility background without fertilizer application. A clear relationship was found between the level of mineral nutrition and the productivity of sweet pepper: yield increased from 35.3 t/ha in the control variant to 42.8 t/ha under the highest mineral background (Rate 3).

In addition to higher yields, the costs of cultivation also increased – from 154.47 thousand UAH/ha in the unfertilized variant to 219.14 thousand UAH/ha under Rate 3. This affected the cost price of production, which increased from 4376 UAH/t (control) to 5120 UAH/t. The highest profit was obtained in the control variant – 198,529 UAH/ha, which is attributed to the low level of expenses, although this variant did not provide the highest yield. The highest profitability level was also observed in the control – 128.5%, indicating the efficiency of resource-saving technologies. At the same time, as the nutrient level increased, the profitability gradually decreased – from 108.2% (Rate 1) to 95.3% (Rate 3), due to a faster growth of costs compared to profit.

Energy consumption per hectare increased from 14,663 MJ/ha in the control to 23,164 MJ/ha under Rate 3. At the same time, the amount of energy accumulated in the harvested crop also increased – from 38,401 MJ/ha (control) to 46,560 MJ/ha (Rate 3), indicating a higher overall energy potential of the crop under more intensive nutrition. However, the bioenergetic efficiency coefficient (K_e) showed a downward trend: the highest value (2.62) was recorded in the control, while under the maximum mineral background (Rate 3) it decreased to 2.01. The energy intensity of the product increased from 415.4 MJ/t (control) to 541.2 MJ/t (Rate 3), also indicating higher specific energy costs with more intensive fertilization.

Key words: sweet pepper, mineral fertilizers, drip irrigation, economic efficiency, energy assessment.

Шепель А.В. Вплив мінерального удобрення на економічні та енергетичні показники вирощування перцю солодкого при краплинному зрошенні на Півдні України

Стаття присвячена впливу мінерального удобрення на економічні та енергетичні показники вирощування перцю солодкого при краплинному зрошенні на півдні України. У роботі досліджено вплив трьох норм живлення, які були розраховані на заплановану врожайність перцю солодкого: норма 1 – на 35 т/га (норма внесення N118P62), норма 2 – на 45 т/га (норма внесення N145P75) і норма 3 – на 55 т/га (норма внесення N163P84). В якості контрольного варіанту (St) виступав природний фон родючості ґрунту. Виявлена чітка залежність між рівнем мінерального живлення та продуктивністю перцю солодкого: урожайність зростає від 35,3 т/га на контрольному варіанті без внесення добрив до 42,8 т/га за умови максимального мінерального фону (Норма 3). Крім цього, зростає не тільки врожайність культури, а і витрати на її вирощування: від 154,47 тис. грн./га у варіанті без добрив до 219,14 тис. грн./га за Норми 3. Це вплинуло на собівартість продукції, яка збільшилась із 4376 грн./т (контроль) до 5120 грн./т. Найвищий прибуток був отриманий на варіанті без добрив – 198529 грн./га, що пов'язано з низьким рівнем

витрат, хоча цей варіант не забезпечував максимального врожаю. Найвищий рівень рентабельності також спостерігався у контрольному варіанті – 128,5%, що свідчить про ефективність ресурсозберігаючих технологій. При цьому, зі зростанням фону живлення рівень рентабельності поступово знижується: від 108,2% (Норма 1) до 95,3% (Норма 3), що зумовлено стрімкішим ростом витрат порівняно з прибутком.

Витрати енергії на гектар зростали від 14663 МДж/га на контролі до 23164 МДж/га при Нормі 3. Водночас кількість акумульованої в зібраному врожаї енергії, також збільшувалася – від 38401 МДж/га (контроль) до 46560 МДж/га (Норма 3), що свідчить про підвищення загального енергетичного потенціалу культури при інтенсивнішому живленні. Однак коефіцієнт біоенергетичної ефективності (Ke) демонструє зворотну динаміку: найвищий показник (2,62) зафіксовано на контролі, тоді як за умов максимального мінерального фону (Норма 3) він знизився до 2,01. Енергоємність продукції збільшилася з 415,4 МДж/т (контроль) до 541,2 МДж/т (Норма 3), що також свідчить про підвищення питомих енергетичних витрат при більш інтенсивному удобренні.

Ключові слова: перець солодкий, мінеральні добрива, краплинне зрошення, економічна ефективність, енергетична оцінка.

Problem Statement. In the context of global climate change and the growing scarcity of water and energy resources-characteristic of the southern regions of Ukraine – the issue of increasing the efficiency of agricultural production becomes particularly relevant. In Ukraine, especially in its southern areas, there is a persistent water deficit that complicates traditional irrigation methods, along with the necessity to conserve energy resources due to the high costs associated with irrigation and the application of fertilizers. In this context, drip irrigation combined with the rational use of mineral fertilizers appears to be one of the most effective agrotechnologies, capable of ensuring high crop yields while optimizing water and energy expenditures. A comparison with foreign studies reveals a number of significant differences in approaches to the use of drip irrigation and mineral fertilizers, which can be explained by differences in natural conditions, levels of technological development in the agricultural sector, and economic realities. For instance, in countries with temperate climates, such as Germany or the United States, the use of drip irrigation and fertilizers is part of a high-tech production system where access to water and energy resources is stable, and the cost of energy and fertilizers is considerably lower [1]. Sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) is one of the most common vegetable crops grown in Ukraine, particularly in the southern regions. This crop is highly sensitive to the levels of mineral nutrition and water supply, which necessitates a precise approach to the use of agrochemicals and water resource management. According to FAOSTAT data, in 2023 the average global yield of pepper (*Capsicum* spp., including sweet pepper) was approximately 17.3 tons per hectare. However, these figures vary depending on the country and growing conditions: China – ~22 t/ha, Spain – ~30 t/ha, USA – ~25 t/ha, Ukraine – ~12–14 t/ha. These data indicate that Ukraine has the potential to increase sweet pepper yields to the level of leading countries, provided that modern agricultural technologies are implemented and growing conditions are optimized [2].

Analysis of Recent Studies and Publications. A study conducted in southern Ukraine evaluated the energy efficiency of sweet corn cultivation under drip irrigation with varying plowing depths, fertilizer rates, and plant densities. The highest energy efficiency (energy efficiency coefficient, EEC 2.44) was achieved with plowing at 20–22 cm, an NP rate of 120 kg/ha, and a plant density of 65,000 plants/ha [3, p. 885]. Another Ukrainian study showed that drip irrigation combined with mineral fertilization increased corn yield by 40% and improved the water use coefficient under optimal agronomic conditions [4]. The highest pepper yield (62.2 t/ha) was obtained with the application of 400 kg/ha of nitrogen and 360 kg/ha of potassium under drip fertigation

irrigation [5, p. 54]. In another study, nutrient distribution in the soil during fertigation was assessed. The highest yield was also recorded with similar fertilizer doses, with high concentrations of NH_4^+ and K^+ near the emitters [6, p. 54].

In California farms, drip irrigation reduced energy consumption per unit of yield, while fertilizer application accounted for over 30% of total energy costs, indicating potential for further energy savings [7]. In India, drip irrigation reduced water consumption by 34% and increased water efficiency by 94% compared to traditional irrigation practices [8]. In China, fertigation regimes of 75% of ET_c (reference evapotranspiration) and 150 kg/ha of nitrogen were found to be optimal for both yield and quality [9]. When calculating the rate of mineral fertilizers, it is necessary to plan weed control measures, as during 80 days of joint vegetation, weeds can absorb from the soil as many available forms of macronutrients (N, P_2O_5 , K_2O) as would be sufficient to produce a sugar beet root yield of 45–55 tons per hectare [10, p. 178].

Drip irrigation combined with mineral fertilization significantly increases crop yields, reduces water and energy consumption, and improves the economic viability of sweet pepper cultivation, especially under the conditions of southern Ukraine. Moreover, studying the efficiency of different doses of mineral fertilizers and their impact on yield and energy efficiency under drip irrigation in Ukraine can help address several important challenges: technology adaptation – it is necessary to adapt foreign technologies to the specific conditions of Ukraine, taking into account soil types, climatic conditions, and water availability; economic efficiency – comparing the costs of fertilizer application and irrigation in Ukraine and abroad will help identify optimal options in terms of profitability and energy efficiency. Thus, conducting scientific research on the energy and economic evaluation of mineral fertilizer application in sweet pepper cultivation in Ukraine is an important step toward developing agronomic practices adapted to local conditions, ensuring production efficiency.

Research Objective. The aim of this study is to conduct an economic and energy assessment of the efficiency of mineral fertilizer application in sweet pepper cultivation under drip irrigation in the conditions of the southern Steppe of Ukraine. To achieve this goal, the following tasks must be accomplished:

1. To study the effect of different doses of mineral fertilizers on the productivity of sweet pepper under drip irrigation conditions.
2. To carry out an economic analysis of costs and profits depending on the fertilization regime.
3. To assess the energy inputs required for crop cultivation under different fertilizer doses and to determine the energy efficiency coefficient (EEC).
4. To formulate recommendations for optimizing mineral nutrition to achieve maximum economic and energy efficiency.

Presentation of the Main Research Material. Pepper was introduced to the territory of Ukraine at the end of the 16th century, originating from Iran and Turkey. However, the widespread cultivation of this crop in Ukraine only took place in the 18th century. Industrial cultivation of pepper gained significance in Ukraine by the mid-19th century. In the 1940s, pepper began to be grown in the Odesa region, where it was brought by Bulgarian settlers. A major boost to its popularity came with the development of the canning industry, where pepper fruits became widely used for canned product manufacturing. Today, sweet pepper is cultivated in all countries where climatic conditions meet its biological requirements. The largest producers of this crop are China, Mexico, Turkey, Spain, the United States, the Netherlands, and Israel. Sweet pepper is notable for its high vitamin content, surpassing all other vegetable crops in terms of vitamin C

content – even exceeding that of lemons. Vitamin C was actually discovered thanks to pepper: in the 1930s, American biochemist Albert Szent-Györgyi isolated crystalline ascorbic acid from pepper, for which he was awarded the Nobel Prize.

Pepper is an important raw material for the canning industry, where it is used to enrich canned products with vitamins. In many countries, dried pepper fruits are used to produce a powder that serves as a concentrated vitamin-rich supplement with a characteristic aroma. Sweet pepper is recommended as an effective remedy for combating scurvy and atherosclerosis, strengthening blood vessel walls, removing cholesterol from the body, improving digestion, stimulating appetite, and treating anemia. Sweet pepper juice helps normalize the permeability and elasticity of blood vessels. In recent decades, Ukraine has seen a steady increase in pepper consumption. To meet consumer demand, Ukrainian farmers are expanding the cultivation area of pepper both in open fields and in greenhouses. According to official statistics, the area under pepper cultivation ranges from approximately 15,000 to 45,000 hectares. At the same time, new high-yielding hybrids of foreign breeding are gradually being added to the traditional conical varieties, becoming increasingly popular and replacing outdated cultivars.

Pepper crops require specific nutrients for proper growth and high yield. The main macronutrients essential for the development of this plant include nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, and magnesium. Nitrogen supports the formation of leaves and stems, while phosphorus is crucial for root development, as well as the formation of flowers and fruits. Potassium helps maintain the overall health of the plant and enhances its resistance to diseases and pests. Calcium and magnesium play key roles in strengthening cell walls and supporting photosynthesis processes.

Determining the pepper plant's needs for these elements is critically important for the timely and proper application of fertilizers, which contributes to achieving maximum yield. A nutrient deficiency in peppers can lead to serious disruptions in plant development. For example, nitrogen deficiency causes leaf yellowing and stunted growth; phosphorus deficiency results in delayed growth and lack of fruiting; and calcium or magnesium deficiency can lead to blossom end rot, where the tips of the fruits turn black and rot. Such conditions negatively impact both yield and plant health. Therefore, regular monitoring of plant conditions and timely fertilization are essential for ensuring healthy development. The average yield of modern F1 sweet pepper hybrids in open field conditions ranges from 35 to 40 tons per hectare. When optimal agronomic practices are followed, the crop is capable of reaching very high yield levels. Specifically, in open fields, yields can exceed 100 t/ha (or 10 kg/m²); in plastic-covered greenhouses, yields can surpass 240 t/ha (24 kg/m²); and in modern automated greenhouses, yields can reach as high as 350–450 t/ha (35–45 kg/m²).

For non-hybrid pepper varieties, the average yield typically ranges from 25 to 30 t/ha, but with proper care, this figure can increase to 40–45 t/ha. The average yield of hot pepper is 20–25 t/ha; however, with high-quality care and the use of modern F1 hybrids in greenhouse conditions, yields can reach 100–200 t/ha. For sweet pepper, achieving high productivity largely depends on effective business planning, which includes the implementation of modern global technologies, proper selection and calculation of the fertilizer system, the use of plant protection products, and continuous monitoring of crop conditions. Only with a comprehensive approach to these factors can consistently high results be achieved and the maximum economic benefit from pepper cultivation ensured.

Proper fertilizer application is a key factor in achieving high yields. Chemical fertilizers can be applied at various stages of plant growth to maintain an optimal nutrient

level in the soil. It is important to follow the recommended rates and application schedule, taking into account the developmental stages of the plants and their specific needs. Overuse of fertilizers can disrupt the nutrient balance in the soil, lead to environmental pollution, and reduce product quality, while insufficient fertilization results in low yields and weakened plants. In addition, regular weeding, irrigation, and soil care are essential components of integrated plant management. [11]. The main goal of modern agricultural production is to obtain a high and economically justified yield [12, p. 10].

According to the set objective, three fertilization rates were studied, which were calculated based on the planned crop yield: Rate 1 – for 35 t/ha (calculated rate N118P62), Rate 2 – for 45 t/ha (calculated rate N145P75), and Rate 3 – for 55 t/ha (calculated rate N163P84). The control variant (St) represented the natural soil fertility background. The results of the economic efficiency of sweet pepper cultivation depending on the fertilization levels are presented in Table 1.

Table 1

Economic efficiency results of sweet pepper cultivation depending on the rate of mineral fertilizer application (Year 2023)

Experimental variants	Yield, t/ha.	Cultivation costs, thousand UAH/ha.	Cost of grown yield, UAH/t.	Profit, UAH/ha.	Profitability level, %.
1. Without fertilizers – St	35.3	154471	4376	198529	128.5
2. Rate 1	37.0	177679	4802	192321	108.2
3. Rate 2	40.1	195406	4873	205594	105.2
4. Rate 3	42.8	219143	5120	208857	95.3
LSD α , tons per hectare	0.5	-	-	-	-

Source: compiled by the author

According to the results of the study (Table 1), there is a clear relationship between the level of mineral nutrition and the productivity of sweet pepper. Yield increased from 35.3 t/ha in the control variant without fertilizer application to 42.8 t/ha under the highest mineral background (Rate 3). The least significant difference (LSD α) was 0.5 t/ha, indicating statistically significant differences between the variants. However, with the increase in fertilizer rates, cultivation costs also rose – from 154.47 thousand UAH/ha in the unfertilized variant to 219.14 thousand UAH/ha under Rate 3. This affected the cost price of the product, which increased from 4376 UAH/t (control) to 5120 UAH/t. The highest profit was obtained in the control variant – 198,529 UAH/ha, due to the low-cost level, although this variant did not ensure the highest yield. The highest profitability level was also observed in the control – 128.5%, indicating the efficiency of resource-saving technologies. At the same time, with an increase in the fertilization background, the profitability level gradually decreased: from 108.2% (Rate 1) to 95.3% (Rate 3), which is due to the faster growth of costs compared to profit.

The results of the energy efficiency of sweet pepper cultivation depending on the fertilization levels are presented in Table 2.

As a result of the conducted research, the impact of mineral fertilization rates on the energy efficiency indicators of sweet pepper cultivation was established (Table 2). Energy consumption per hectare increased from 14,663 MJ/ha in the control to 23,164 MJ/ha

under Rate 3. This increase is attributed both to the energy-intensive nature of fertilizer synthesis and transportation, as well as to higher energy requirements for technological operations [13, p. 563]. At the same time, the energy output, i.e., the amount of energy accumulated in the harvested yield, also increased – from 38,401 MJ/ha (control) to 46,560 MJ/ha (Rate 3), indicating an increase in the overall energy potential of the crop under more intensive nutrition [14, p. 436].

Table 2

Energy efficiency results of sweet pepper cultivation depending on the rate of mineral fertilizer application (Year 2023)

Experimental variants	Yield, t/ha.	Energy consumption, MJ/ha.	Energy input, MJ/ha.	Bioenergetic efficiency coefficient, Ke	Energy intensity of the product, MJ/t.
1. Without fertilizers – St	35.3	14663	38401	2.62	415.4
2. Rate 1	37.0	17889	40250	2.25	483.5
3. Rate 2	40.1	20972	43622	2.08	523.0
4. Rate 3	42.8	23164	46560	2.01	541.2
LSD α , tons per hectare	0.5	-	-	-	-

Source: compiled by the author

However, the bioenergetic efficiency coefficient (Ke) showed an opposite trend: the highest value (2.62) was recorded in the control variant, whereas under the maximum mineral background (Rate 3), it decreased to 2.01. This indicates a decrease in the efficiency of converting the consumed energy into yield energy with the increasing intensity of the technology [15, p. 288]. The energy intensity of the product, which reflects the amount of energy spent per unit of yield, increased from 415.4 MJ/t (control) to 541.2 MJ/t (Rate 3), also indicating higher specific energy costs under more intensive fertilization.

Conclusions and Recommendations. The application of mineral fertilizers ensures an increase in crop yield but is accompanied by higher production costs and a decrease in profitability. The most economically feasible option was the variant without fertilizer application, although the highest yield was recorded under Rate 3. The optimization of mineral nutrition should consider not only productivity but also economic efficiency, requiring a balance between yield and expenditures.

The use of higher rates of mineral fertilizers results in increased sweet pepper yields; however, it is also associated with a significant rise in energy consumption. The highest bioenergetic efficiency coefficient (2.62) was achieved without the use of fertilizers, indicating the advantage of an extensive approach from the standpoint of energy conservation. An optimal balance between yield and energy consumption was observed under moderate fertilization rates (Rate 1), where a relatively high Ke (2.25) was maintained along with an increased yield. To improve the efficiency of sweet pepper cultivation in southern Ukraine, it is advisable to apply calculated mineral fertilization rates, taking into account not only profitability but also the energy parameters of the agricultural technology.

REFERENCES:

1. EU key indicators. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat> (дата звернення 09.04.2025).
2. Crops and livestock products. URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (дата звернення 10.04.2025).
3. Вожегова Р., Ушкаренко В., Коковіхін С. та ін. Енергетична ефективність вирощування цукрової кукурудзи при краплинному зрошенні в залежності від глибини обробітку ґрунту, удобрення та густоти рослин. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 26 (4), 2020. С. 885–889. URL: <https://consensus.app/papers/energy-efficiency-of-sweet-corn-cultivation-at-drip-vozhehova-ushkarenko/def1bbd19f3a5d489cef7be5389a518f/?utm> (дата звернення 11.04.2025).
4. Вожегова Р., Лиховид П., Ушкаренко В. та ін. Водоспоживання солодкої кукурудзи за краплинного зрошення залежно від глибини оранки, норм добрив та густоти рослин. *AgroLife Scientific Journal*. 2022. URL: <https://consensus.app/papers/dripirrigated-sweet-corn-water-use-depending-on-the-depth-vozhehova-lykhovyd/e10a2af0f27c5fe5bbf5ec636fa96f00/?utm> (дата звернення 10.04.2025).
5. Nijamudeen, Singh M., Khanna M. et al. N and K fertilizer application rate under drip-fertigation for greenhouse grown sweet pepper. *Indian Journal of Horticulture*, 2013. 70, С. 54–59. URL: <https://consensus.app/papers/n-and-k-fertilizer-application-rate-under-dripfertigation-nijamudeen-singh/a203181183965b30acf0a4f823a66a82/?utm> (дата звернення 12.04.2025).
6. Singh M., Khanna M., Balraj Singh et al. Nitrogen and potassium distribution in the soil profile of sweet pepper crop with different drip fertigation methods. 2013. URL: <https://consensus.app/papers/nitrogen-and-potassium-distribution-in-the-soil-profile-of-singh-khanna/59d4044cf7e157b896e301118b113471/?utm> (дата звернення 11.04.2025).
7. Styles S., Burt C. Evaluation of subsurface drip irrigation on peppers. 1999. URL: <https://consensus.app/papers/evaluation-of-subsurface-drip-irrigation-on-peppers-styles-burt/199ba47af95e5ecb88afedfde7d45a08/?utm> (дата звернення 12.04.2025).
8. Kumari R., Kaushal A., Singh K. Water use efficiency of drip fertigated sweet pepper under different fertilizer levels. *Indian Journal of Science and Technology*, 2014. Vol. 7, 1538–1543. URL: <https://consensus.app/papers/water-use-efficiency-of-drip-fertigated-sweet-pepper-under-kumari-kaushal/3f7020591fe95a01b35bb575749101f6/?utm> (дата звернення 10.04.2025).
9. Wang H., Xiang Y., Zhang F. et al. Responses of yield, quality and water-nitrogen use efficiency of greenhouse sweet pepper to different drip fertigation regimes. *Agricultural Water Management*. 2022. URL: <https://consensus.app/papers/responses-of-yield-quality-and-waternitrogen-use-wang-xiang/0cfcc56db2d257fe88d3741842f8dd57/?utm> (дата звернення 10.04.2025).
10. Минкін М.В., Минкіна Г.О. Забур'яненість посівів буряку цукрового залежно від агротехнічних факторів при зрошенні в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. Херсон, 2024. Вип. 140. С. 178–183. URL: DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.140.24> дата звернення 13.04.2025).
11. Сучасна технологія вирощування перцю. URL: <https://uapg.ua/blog/suchasna-tehnologiya-viroshhuvannya-percu/> (дата звернення 11.04.2025).
12. Аверчев О.В., Йосипенко І.В., Нікітенко М.П. Економічні аспекти вирощування та виробництва гречки, проса та рису в Україні. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. Херсон. 2023. № 129. С. 10–19. URL: DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.129.2> (дата звернення 13.04.2025).
13. Левкіна Р.В. Новий підхід до використання результатів енергетичного аналізу в овочівництві. *Проблеми ефективного функціонування АПК в умовах нових форм власності та господарювання*: кол. монографія. / За ред. П.Т. Саблука, В.Я. Амбросова, Г.Є. Мазнєва. К.: ІАЕ УААН, 2001. Т. 2. С. 563–566.

14. Левкіна Р.В. Вплив типів технологій на енергетичні витрати на вирощування овочевих культур. *Ринкова трансформація економіки АПК*. Кол. монографія. / За ред. П.Т. Саблука, В.Я. Амбросова, Г.Є. Мазнева. К.: ІАЕ УААН, 2002. Ч. 2. С. 435–438.

15. Левкіна Р.В. Напрямки вдосконалення методики енергетичної оцінки в овочівництві. *Ринкова трансформація економіки АПК*. кол. монографія. / За ред. П.Т. Саблука, В.Я. Амбросова, Г.Є. Мазнева. К.: ІАЕ УААН, 2002. Ч. 3. С. 287–289.

УДК 581.132.1:633.854.79

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.21>

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗРОСТАЮЧИХ НОРМ АЗОТНОГО ЖИВЛЕННЯ У РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОДУКТИВНОСТІ РІПАКУ ОЗИМОГО

Шкатула Ю.М. – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії,

Вінницький національний аграрний університет

orcid.org/0000-0002-4275-309X

Забарна Т.А. – к.с.-г.н.,

старший викладач кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії,

Вінницький національний аграрний університет

orcid.org/0000-0002-6796-7625

Амонс С.Е. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин,

Вінницький національний аграрний університет

orcid.org/0000-0003-1193-2543

Збалансована система удобрення ріпаку передбачає застосування основних макроелементів у різних технологічних варіантах та композиціях, враховуючи тенденцію до поступового зростання загальної норми внесення азоту від 90 кг/га до 150–210 кг/га відповідно до сучасних рекомендацій та гібридних технологій вирощування особливо на ґрунтах з невисоким потенціалом ґрунтової родючості. Такі підходи вимагають розробки чіткої стадійності застосування добрив, особливо азотних з врахуванням можливості одноразового внесення у період відновлення вегетації ріпаку озимого або ж застосування тактики дробного внесення з рівномірним або ж нерівномірним розподілом на дози відповідно до основних критичних фенофаз періоду вегетації ріпаку озимого.

Такі підходи актуалізують дослідження з вивчення різних варіантів азотного живлення з огляду як на нормування удобрення, так і на періодизацію застосування визначених норм оцінюючи вплив сформованих систем на структурні елементи насіннєвої продуктивності, рівень урожайності та базові показники його якості.

У дослідженнях було застосовано комплексну систему досліджуваних варіантів при застосуванні повного регламентного спектру використання азоту від 90 до 180 кг/га діючої речовини з варіантами одноразового внесення у період відновлення вегетації ріпаку озимого, двохразового внесення з розподілом норми азоту у феностадії відновлення вегетації та активного росту стебла, а також варіанту із трьохразовим застосуванням з розподілом тієї ж норми азоту відповідно у фенофази відновлення вегетації, активного росту стебла та бутонізації.

Для оцінки ефективності та доцільності застосованих варіантів удобрення було сформовано систему показників структури індивідуальної насіннєвої продуктивності, урожайності насіння, та комплексних показників якості (олійність, білковість, вміст глюкозинолатів).

У результатуючому підсумку встановлено доцільність та ефективність застосування на сірих лісових ґрунтах в умовах нестійкого зволоження за вирощування високоінтенсивних сортів ріпаку озимого застосування норми азоту в інтервалі 120–150 кг/га додатково до основного фонового застосування (РК)₉₀ з розподілом зазначених норм у формі карбаміду (амідна форма азоту) за трьохразовому варіанті розподілу 60 кг/га (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого)) + 30–60 кг/га (ВВСН 34–36 (активний ріст стебла)) + 30 кг/га (ВВСН 50–52 (бутонізація)) при досяжному рівні урожайності насіння 4,52–4,61 т/га, виходу олії 1,99–2,05 т/га та білку 1,02–1,04 т/га та концентрації глюкозинолатів в насінні 0,51–0,55%.

Ключові слова: ріпак озимий, зростаючі норми азоту, удобрення, урожайність, якість насіння.

Shkatula Yu.M., Zabarna T.A., Amons S.E. Efficiency of increasing norms of nitrogen nutrition in realization of winter rape productivity

A balanced fertilization system for rapeseed involves the use of basic macronutrients in various technological options and compositions, taking into account the tendency to gradually increase the total nitrogen application rate from 90 kg/ha to 150–210 kg/ha in accordance with modern recommendations and hybrid cultivation technologies, especially on soils with low soil fertility potential. Such approaches require the development of a clear stage of fertilizer application, especially nitrogen fertilizers, taking into account the possibility of a single application during the period of winter rape vegetation recovery or the use of fractional application tactics with uniform or uneven distribution into doses in accordance with the main critical phenophases of the winter rape vegetation period. Such approaches actualize the research on the study of different variants of nitrogen nutrition in terms of both fertilizer rationing and the periodization of the application of certain norms, assessing the impact of the formed systems on the structural elements of seed productivity, yield level and basic indicators of its quality.

In the research, a complex system of studied variants was used when applying the full regulatory spectrum of nitrogen use from 90 to 180 kg/ha of active substance with variants of one-time application during the period of winter rape vegetation recovery, two-time application with the distribution of nitrogen rate in the phenostasis of vegetation recovery and active stem growth, as well as a variant with three-time application with the distribution of the same nitrogen rate, respectively, in the phenophases of vegetation recovery, active stem growth and budding.

To evaluate the effectiveness and feasibility of the applied fertilizer options, a system of indicators of the structure of individual seed productivity, seed yield, and complex quality indicators (oil content, protein content, glucosinolate content) was formed. As a result, the expediency and effectiveness of applying nitrogen rates in the range of 120–150 kg/ha in addition to the main background application on gray forest soils under conditions of unstable moisture for the cultivation of high-intensity varieties of winter rape was established (RK)₉₀ with the distribution of these norms in the form of urea (amide form of nitrogen) in a threefold distribution option 60 kg/ha (BBCH 22–25 (renewal of winter rape vegetation)) + 30–60 kg/ha (BBCH 34–36 (active stem growth)) + 30 kg/ha (BBCH 50–52 (budding)) at the achievable level of seed yield 4.52–4.61 t/ha, oil yield 1.99–2.05 t/ha and protein yield 1.02–1.04 t/ha and glucosinolates concentration in seeds 0.51–0.55%.

Key words: winter rape, increasing nitrogen rates, fertilization, yield, seed quality.

Постановка проблеми. Потенціал урожайності сучасних генотипів ріпаку озимого зарубіжної селекції, які домінують у технологіях вирощування ріпаку в Україні досягає рівня 5–6 т/га [1, с. 184–185]. Проте реалізувати такий потенціал не можливо лише за рахунок природного потенціалу ґрунтової родючості [2, с. 1–2]. За рахунок цього одним із базових елементів технології вирощування озимого ріпаку у світі є збалансована система застосування добрив з відповідним співвідношенням в удобренні макро- та мікроелементів [3, с. 436]. Відомо, що озимий ріпак є високовимогливою культурою до мінерального живлення, споживаючи основну частину макро- та мікроелементів (близько 70%) до фенологічної фази цвітіння [4, с. 82–83]. Для азоту ця частка у використанні становить від 85 до 98 % за різними даними [5, с. 1–2; 6, с. 501]. При цьому для озимого ріпаку споживання азоту є на першому місці серед всіх елементів живлення за виносу на 1 ц насіння в межах 3,6–3,9 кг а з врахуванням побічної продукції у загальній вазі рослини досягає інтервалу 4,8–5,3 кг [7, с. 318]. З огляду на розвиток озимого ріпаку до входу в зиму та активний ріст рослин після весняного віднолення вегетації та з врахуванням мінімального споживання цього елемента до входження у зиму – актуальним є раціональний розподіл азоту саме у період від початку відновлення вегетації до цвітіння та формування плодоелементів [8, с. 1083–1084]. Смає азот у період відновлення вегетації є необхідним елементом для відновлення опалого листя, забезпечення достатніх темпів росту та формування високопродуктивної архітектури з позиції бічного галузнення, рівня репродуктивного зусилля

тощо [9, с. 85–86]. За останні роки відпрацьована система застосування азотних добрив, яка в базовому варіанті передбачає внесення 80–120 кг/га азоту у перше підживлення по мерзлоталому ґрунті або в період відновлення вегетації рослин ріпаку озимого, а друге підживлення нормою азоту 40–80 кг/га – через 2,5–3 тижні в основному у фазу стеблуння–бутонізації [10, с. 269–270]. Друге підживлення забезпечує формування продуктивного габітусу рослин у виразі кількості галузень суцвіття, зниження абортивності квіток, кількості стручків на рослині тощо [11, с. 2–3]. Для високоінтенсивних гібридів із потенціалом урожайності насіння на рівні до 6,0 т/га практикують проведення і третього внесення азотних добрив у період 7–14 днів після другого, що забезпечує збереження стручків на рослині та формування виповненого насіння з відповідною масою 1000 насінин та формування відповідної структури його жирнокислотного складу та білковості [1, с. 184–185; 12, с. 1039].

При цьому у системі досліджень азотного живлення озимого ріпаку підтверджена ефективність всіх форм азотних добрив з певними преференціями окремих діючих речовин виходячи із форми азоту [13, с. 2] з більш ефективним варіантом коли азотні добрива містять 2–3 форми азоту у комбінації із мікродобривами, особливо сіркою та бором [14, с. 78].

Разом із тим, незважаючи на відпрацьовані схеми застосування азоту у багатьох рекомендаціях компаній та дестриб'юторів мінеральних добрив та насіння актуальним є з'ясування впливу наростаючих норм азоту з дробним його розподілом за вирощування високоінтенсивних гібридів ріпаку озимого з оцінкою як доцільності внесення загальної норми азоту, так і його порційним внесенням по вегетації культури від початку відновлення вегетації до фази бутонізації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Встановлено доцільність застосування азоту у частці до 5–15% в осінній період, особливо на бідних за потенціалом родючості ґрунтах для забезпечення відповідних темпів росту та формування морфотипу рослин здатних до перезимівлі та ефективного відновлення вегетації [15, с. 479–480]. Всю іншу частку від визначеної норми внесення рекомендовано застосовувати переважно з розподілом у формі підживлення по вегетації [4, с. 437] у найбільш критичні по відношенню до динаміки ростових процесів феноперіоди.

Визначено також [6, 503], що норма застосування азоту у кожний етап внесення залежить від фенотипічних особливостей сорту чи гібриду озимого ріпаку [1, с. 184], характеру погодних умов (особливо режиму зволоження), які складаються у період від відновлення вегетації рослин до повної фази початку цвітіння [9, с. 85], рівня забезпеченості ґрунту доступними формами азоту у період до початку стеблуння культури [11, с. 2].

Питання конкретної норми азоту за кожного етапу внесення не дивлячись на цілісні схеми рекомендацій є на сьогодні дискусійним [10, с. 1038]. Так за різними дослідженнями норма азоту за першого внесення визначається ресурсними можливостями підприємства та агрохімічною ємністю технології вирощування озимого ріпаку і коливається в рекомендованих межах від 60 до 140 кг/га [14, с. 79]. Рекомендована норма внесення за другого внесення коливається у межах від 50 до 90 кг/га [10, с. 270] та у третє – 40–80 кг/га відповідно [15, с. 480].

При цьому є дослідження і щодо ефективності застосування якісного четвертого внесення азоту у нормі 5–15 кг/га при застосуванні комплексних мікродобрив, що містять у своєму складі азот [3, с. 437]. У підсумку оптимальність норм азоту за різними дослідженнями коливається від 150 до 325 кг/га у кілька прийомів внесення [4, с. 95]. Проте питання поєднання і раціонального розподілу азоту

по вегетації озимого ріпаку так і залишається дискусійним, особливо для умов Лісостепової зони України [16, с. 189].

З огляду на наведені вище аргументи дослідження азотного живлення озимого ріпаку з конкретизацією розподілу азоту з наростаючим характером щодо реалізації продуктивності гібридів ріпаку озимого залишається важливим завданням, яке потребує наукового узагальнення та уточнення.

Метою дослідження було дослідити ефективність та доцільність застосування дробного внесення азотних добрив з наростаючим характером норм для реалізації урожайного потенціалу озимого ріпаку за його вирощування на сірих лісових ґрунтах в умовах нестійкого зволоження.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження було проведено впродовж двох вегетаційних сезонів ріпаку озимого 2022/2023 та 2023/2024 років в умовах ФГ «ЗОРЯ ВАСИЛІВКИ» смт. Тиврів, Тиврівського району Вінницької області у рамках виконання сумісних наукових досліджень із Вінницьким національним аграрний університетом у рамках ініціативної тематики «Оптимізація адаптивних технологій вирощування хрестоцвітих культур в умовах Лісостепу правобережного» (№ д/р 0122U201054, термін виконання 11.2022–12.2026).

Ґрунтовий покрив господарства був представлений сірими лісовими ґрунтами середньосуглинкового механічного складу на лесах. Даний ґрунтовий покрив є типовим для зони розміщення господарства та відповідає за районуванням першому агроґрунтовому району Вінниччини. За загальним агрохімічним потенціалом ґрунтовий покрив дослідної ділянки віднесено до низького з такими усередненими показниками за період культивування ріпаку озимого відповідно до дослідних варіантів: рН (сол.) – 5,8–6,0; вміст гумусу (за Тюріним) – 2,15%, легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 80,5 мг, обмінного калію і рухомого фосфору (за Чиріковим) – відповідно 119 і 102 мг на 1 кг ґрунту. Такий характер ґрунтових умов родючості дозволив додатково оцінити характер застосованих норм азотних добрив у взаємодії з ґрунтовим вбирним комплексом з позиції продуктивної віддачі застосованих норм азоту.

У якості об'єкта досліджень було використано вирощуваний у господарстві гібрид озимого ріпаку Дакс КЛ (DSV).

ДАКС КЛ високо інтенсивний гібрид ріпаку озимого з активним періодом осіннього розвитку, що визначає його придатність до пізніх строків сівби. Крім того гібриду властиві швидкі темпи відростання на весні з відносно коротким періодом до фази цвітіння. Така риса є позитивна як з позиції економного використання ґрунтово-кліматичних ресурсів періоду вегетації, так і з позиції вивчення механізму впливу системи дробного внесення азоту з огляду на вкорочений період від початку відновлення вегетації до цвітіння властивий для вивчаємого гібрида ріпаку озимого.

По результатах зонального екологічного сортовипробування гібрид за рахунок добре розвинутої кореневої системи та вираженого компенсаторного механізму віднесено до посухостійких з комплексною стійкістю до хвороб та шкідників (інтегрований бал стійкості 8,4). Гібрид відноситься до середньостиглої групи за стійкістю та високостійкий за ознакою розтріскування стручків. У підсумку це забезпечує інтенсивний процес дозрівання насіння без потреби додаткової десикації та дозволяє ефективно застосовувати технологію комбайнового збирання. Потенціал урожайності гібрида до 7,1 т/га.

Погодні умови відповідних сезонів 2022/2023 та 2023/2024 років характеризувались як задовільні для росту і розвитку рослин ріпаку озимого з подовженням на 3–7 діб міжфазного періоду від початку весняного відростання до фази цвітіння в обидва вегетаційні сезони вирощування озимого ріпаку. Причиною цього було

нерівномірне зволоження та інтенсивне коливання температурних умов за період квітня–травня місяця (рис. 1). Для умов вегетаційного сезону 2023/2024 років визначено прискорений розвиток плодоеlementів на головному квітконосі та зростання рівня абортності квіток за інтенсивного підвищення температури на фоні короткочасних періодів із низьким рівнем відносної вологості повітря на фоні відсутності опадів протягом 4–6 діб.

Динаміка температурного режиму у зимовий період з мінімальними середньодобовими температурами у значенні $-11,7^{\circ}\text{C}$ для сезону 2022/2023 року та $-10,9^{\circ}\text{C}$ для сезону 2023/2024 року (для обох сезонів ця температура була облікована на другу декаду січня) дозволила за малосніжних зим забезпечити відносно комфортні умови для перезимівлі рослин та їх збереження на період початку весняного відростання. При цьому погодні умови для обох дослідних сезонів у період активного росту до фази початку дозрівання насіння було відмічено як нестійкі з позиції вологозабезпечення за стабільного наростання середньодобових температур.

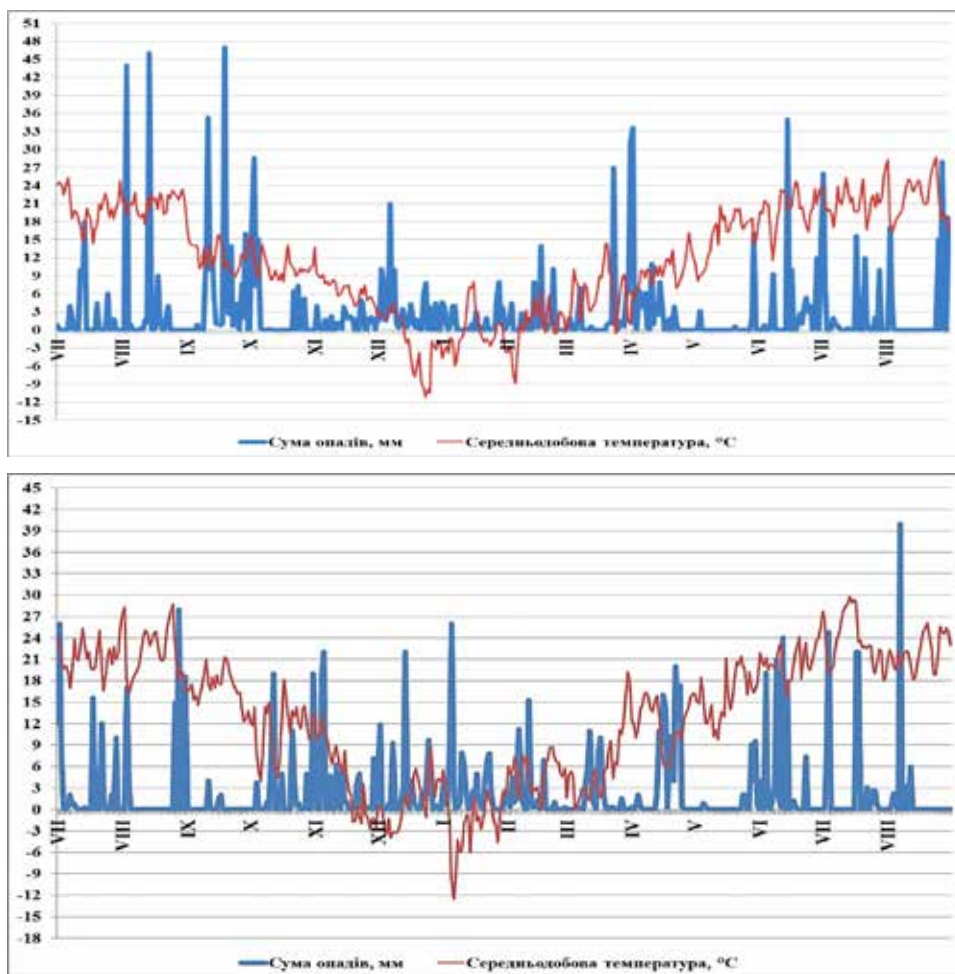


Рис. 1. Динаміка зміни середньодобової температури та кількості опадів послідовно за вегетаційний період ріпаку озимого 2022/2023 та 2023/2024 років

Схема досліду передбачала вивчення наступних варіантів (норми у діючій речовині):

I. Контроль (РК)₉₀ – фон; II. Фон + N₉₀ (карбамід, (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого))); III. Фон + N₁₂₀ (карбамід, (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого))); IV. Фон + N₁₅₀ (карбамід, (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого))); V. Фон + N₁₈₀ (карбамід, (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого))); VI. Фон + N₄₅ (карбамід, (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого)) + N₄₅ (карбамід, (ВВСН 34–36 (активний ріст стебла))); VII. Фон + N₉₀ (карбамід, (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого)) + N₃₀ (карбамід, (ВВСН 34–36 (активний ріст стебла))); VIII. Фон + N₉₀ (карбамід, (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого)) + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 34–36 (активний ріст стебла))); IX. Фон + N₉₀ (карбамід, (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого)) + N₃₀ (карбамід, (ВВСН 34–36 (активний ріст стебла))); X. Фон + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого)) + N₃₀ (карбамід, (ВВСН 34–36 (активний ріст стебла)) + N₃₀ (карбамід, (ВВСН 50–52 (бутонізація))); XI. Фон + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого)) + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 34–36 (активний ріст стебла)) + N₃₀ (карбамід, (ВВСН 50–52 (бутонізація))); XII. Фон + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого)) + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 34–36 (активний ріст стебла)) + N₃₀ (карбамід, (ВВСН 50–52 (бутонізація))); XIII. Фон + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого)) + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 34–36 (активний ріст стебла)) + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 50–52 (бутонізація))); XIV. Фон + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого)) + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 34–36 (активний ріст стебла)) + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 50–52 (бутонізація))); XV. Фон + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого)) + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 34–36 (активний ріст стебла)) + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 50–52 (бутонізація))); XVI. Фон + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого)) + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 34–36 (активний ріст стебла)) + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 50–52 (бутонізація))); XVII. Фон + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого)) + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 34–36 (активний ріст стебла)) + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 50–52 (бутонізація))); XVIII. Фон + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого)) + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 34–36 (активний ріст стебла)) + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 50–52 (бутонізація))); XIX. Фон + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого)) + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 34–36 (активний ріст стебла)) + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 50–52 (бутонізація))); XX. Фон + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого)) + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 34–36 (активний ріст стебла)) + N₆₀ (карбамід, (ВВСН 50–52 (бутонізація))).

Для фоновому удобрення було використано фосфорні та калійні добрива використано подвійний суперфосфат (46% д.р.) та сульфат калію (50% калію, 18% сірки, 3% магнію). У якості азотного добрива в усіх варіантах досліду використано сечовину (карбамід, 46% д.р.). Для контролю фенологічного розвитку рослин ріпаку озимого було застосовано міжнародну ВВСН шкалу з відповідним кодуванням феностадій.

Схема варіантів досліду передбачала 4-х разову повторність з ярусним розміщенням повторностей при обліковій площі дослідної ділянки 28 м². Строк сівби для всіх варіантів досліду – перша декада вересня за норми висіву 500 тис. насінин/га та ширини міжрядь 35 см. Після посіву було проведено коткування.

Система догляду за посівами ріпаку озимого передбачала застосування комплексу рекомендованого спектру гербіцидів, інсектицидів та фунгіцидів (гербіцид Бутізан Авант (2,5 л/га), інсектициди кіллітоп (1,5 л/га) та інстрайкер (0,2 л/га), Кларк (0,4 кг/га), Вето (0,5 л/га), Піктор (0,4 л/га) та Біская (0,5 л/га); фунгіциди Дерозал (1 л/га) і Еванс (0,15 л/га)).

Попередник у всіх варіантах досліду – озима пшениця. Основний варіант підготовки ґрунту включав оранку на глибину 23–25 см після дискування.

Основні показники структури індивідуальної насінневої продуктивності рослин ріпаку озимого визначали відповідно до стандартизованої методики рекомендованої для хрестоцвітних культур [17, с. 35–39].

Облік урожайності озимого ріпаку у варіантах проводили методом поділянкового обмолоту з калькуляцією урожайності у перерахунку на 1 га (з врахуванням 100% чистоти та 9% вологості насіння). [17, с. 38–40].

При закладанні дослідів дотримувались принципів організації досліджень із агрохімікатами в агрономії [18, с. 5–12].

Вміст олій та глюкозинолатів в насінні визначали в умовах лабораторії якості та сертифікації продукції ВАТ «Вінолія» (м. Вінниця) у відповідності до стандартів ДСТУ 8175:2015 та ДСТУ ISO 9167-1:2007 відповідно [19, с. 83].

Вміст білку в насінні визначали відповідно до рекомендованої методики оцінки якості зерна та насіння у межах державного сортовипробування сортів та гібридів сільськогосподарських культур [19, с. 85].

Статистична оцінка отриманих результатів дослідів передбачала застосування традиційної схеми дисперсійного аналізу для встановлення істотності різниці між варіантами на 5% рівня значущості а також застосування традиційної системи показників з обробкою отриманого ряду показників у межах повторення дослідів [20, с. 27–33].

Виклад основного матеріалу дослідження. Отримані дані у межах вивчаємих варіантів удобрення засвідчили вплив на формування основних структурних елементів індивідуальної насіннєвої продуктивності рослин ріпаку озимого. В цілому застосування додаткового азотного живлення у всіх варіантах дозування вплинуло на зміну значень показників, проте з різним характером залежно від варіанту розподілу азоту по вегетації культури (табл. 1). При цьому показники структури врожаю потенційно відповідали рівню біологічного врожаю ріпаку озимого у інтервалі 5,5–6,3 т/га, за умови забезпечення його збирання з мінімальними втратами та відсутності високого рівня варіювання за показниками у межах рослин різного ярусу у агроценозі ріпаку, що узгоджується із висновками з досліджень реалізації урожайних властивостей сучасних генотипів ріпаку озимого [1, с. 185; 4, с. 83; 6, с. 500–501]. Разом із тим, це підтверджує статус вивчаємого гібрида ріпаку озимого як високоадаптивний та високоурожайний з огляду на визначені відмінності гідротермічних умов періоду вегетації за вегетаційні сезони досліджень.

Таблиця 1

Базові елементи структури врожаю ріпаку озимого залежно від варіантів застосування азотних добрив (середнє за 2022–2024 рр.)

Варіант удобрення	Число стручків, шт.			Кількість насінин в стручку	Маса 1000 насінин, г
	центральна кисть	бокові галузження	всього на рослині		
I. Контроль (РК) ₉₀ – фон	44,5	94,8	139,3	24,8	4,32
II. Фон + N ₉₀	53,6	142,8	196,4	27,7	4,48
III. Фон + N ₁₂₀	57,8	159,6	217,4	28,5	4,62
IV. Фон + N ₁₅₀	59,6	167,8	227,4	29,8	4,72
V. Фон + N ₁₈₀	60,3	169,8	230,1	30,1	4,70
VI. Фон + N ₄₅ + N ₄₅	55,4	147,9	203,3	28,2	4,54
VII. Фон + N ₉₀ + N ₃₀	60,1	161,8	221,9	29,1	4,70
VIII. Фон + N ₉₀ + N ₆₀	62,8	172,8	235,6	30,2	4,75
IX. Фон + N ₉₀ + N ₉₀	64,5	175,8	240,3	30,7	4,72
X. Фон + N ₃₀ + N ₃₀ + N ₃₀	57,8	152,8	210,6	28,5	4,61
XI. Фон + N ₆₀ + N ₃₀ + N ₃₀	62,3	165,4	227,7	29,5	4,72
XII. Фон + N ₆₀ + N ₆₀ + N ₃₀	65,7	175,8	241,5	30,0	4,68
XIII. Фон + N ₆₀ + N ₆₀ + N ₆₀	67,2	176,3	243,5	30,2	4,64
НІР ₀₅	1.7	8.3	10.9	0,4	0,08

Формування числа стручків на рослинах ріпаку за різних варіантів удобрення азотом мало свої особливості. Враховуючи, що кількість стручків на головній кисті суцвіття має певну генетичну детермінацію [9, с. 85–86; 10, с. 268–270] за загального приросту показника визначеного у всіх варіантах застосування азотних добрив по відношенню до фоновому контролю – значення приростів у середньому були меншими (усереднений індекс редукції у межах варіантів удобрення 1,28).

Вказана відмінність з одного боку узгоджується з визначеними особливостями максимального репродуктивного зусилля за показником кількості стручків на головній кисті високоінтенсивних гібридів ріпаку у значенні до 70–90 шт. на кисть [13, с. 2–3], а з іншого боку свідчить, що загальне зростання насінневої продуктивності ріпаку за суттєвої оптимізації азотного живлення формується за рахунок загального зростання репродуктивного зусилля генеративної частини при посиленні та розвитку додаткового галушення, зниження загальної абортивності плодоеlementів та вирівняності у межах суцвіття за періодом цвітіння квіток та формування менш виражених ознак гетерокарпії.

Такий характер формування встановлений у даних дослідженнях позитивно узгоджується з рядом аналогічних досліджень [7, с. 318–319; 15, с. 479–480; 22, с. 369–370]. Як наслідок відмічених закономірностей за внесення до фону з фосфорно-калійних добрив 90 кг/га азоту забезпечило збільшення кількості стручків на головній кисті на 20,4% при аналогічному показникові на бокових галушеннях на 50,6% з результатом на своїй рослині у значенні 41,0%. Визначено також динамічне затухання величини приростів у варіантах одноразового внесення азоту у ряду від 90 до 180 кг/га. Так, для спів ставного інтервалу 90–120 кг/га одноразового внесення азоту додатковий приріст загальної кількості стручків на рослині склав 15,1%, для інтервалу 120–150 кг/га – 7,1%, а для інтервалу 150–180 кг/га – 2,0%. Такий ефект «затухання» встановлено у системі вивчення максимального агрохімічного навантаження за вирощування ріпаку озимого [10, с. 269–270; 23, с. 168–170] та пояснюється на нашу думку певним порогом фізіологічної спроможності рослини перерозподіляти елементи живлення як на формування загальної вегетативної маси, так і на формування власне генеративної структури, яка у послідовному буде потенційно трансформована в урожайно-формуючі плодоеlementи. Для ріпаку за помірних та сприятливих умов відмічено супутні процеси зростання як показників накопичення листостеблової маси, так і структурних елементів урожаю насіння, при цьому процеси можуть мати різні темпи формування і як правило вегетативний розвиток домінує над репродуктивним [12, с. 1038–1040; 24, с. 2–4]. За таких процесів, особливо за одноразового внесення високих норм азоту, особливо на фазу активного росту ріпаку озимого за певної густоти стояння рослин – виникає потенційна загроза до вилягання посівів та істотної втрати потенційного врожаю насіння [14, с. 77–79; 25, с. 2979–2980].

Ефективність дробного застосування азотних добрив по відношенню до кількості сформованих стручків у два технологічні прийоми для всіх варіантів виявилася більш ефективною у співставленні до одноразового їх застосування. Це підтверджено результатами оцінки приростів як до фоновому контролю, так і в межах порівняння до варіантів за одноразового застосування відповідних норм добрива. Так для норми у 90 кг/га з її розподілом у дві фази внесення (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого) та ВВСН 34–36 (активний ріст стебла)) забезпечило зростання загальної кількості стручків на рослині на 4,9%. Аналогічний показник з розподілом у дві фенологічні фази для норм азоту 120 кг/га, 150 кг/га та 180 кг/га був на рівні 3,2%, 5,9% та 7,3% відповідно.

Ефективність розподілу визначених норм азоту у три фенологічні фази (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого), ВВСН 34–36 (активний ріст стебла) та ВВСН 50–52 (бутонізація)) величина приростів у порівнянні з бінарним її внесенням була різною виходячи із застосованої норми. Так для норми 90 кг/га величина приросту становила 5,2%, для норм 120, 150 та 180 кг/га відповідно 4,2%, 4,2% та 2,3%, тобто мала характер затухаючої результативності.

На підставі таких особливостей ефективність з позиції загального зростання числа стручків на рослині мала істотно вищу тенденцію до збільшення у варіанті бінарного застосування азоту для норм в інтервалі від 90 до 150 кг/га а у варіанті розподілу норми азоту на три рівні частини в інтервалі від 90 до 120 кг/га.

Враховуючи, що ознака кількості насінин у стручку у сучасних генотипів ріпаку озимого також є ознакою з високою часткою генетичної детермінації (на підставі [1, с. 184–185; 26, с. 267–268]) значення величини показника у межах застосованих варіантів удобрення мало як нижче значення між варіантною варіації (за значенням коефіцієнту варіації) ніж для показника кількості стручків на рослині, а також мали і менші значення приростів, які у співставленні до фонового контролю, так і у порівнянні варіантів з одинарним, бінарним та потрійним розподілом азоту по вегетації ріпаку озимого. Зокрема коефіцієнт варіації значень загальної кількості стручків у межах застосованих варіантів удобрення був на рівні 10,0%, а для величини кількості насінин у стручку – 5,58% при співвідношенні усереднених приростів за показником кількості стручків та кількості насінин у стручку у співвідношенні 1:0.69. Стосовно впливу застосованих варіантів на показник кількості насінин у стручку то він мав різномірний характер залежно від норми азоту та специфіки його розподілу по вегетації озимого ріпаку (табл. 1). Так застосування додаткового до фонового азотного живлення у нормі 90 кг/га за одноразового його внесення забезпечило приріст показника на рівні 11,7%. Послідовне збільшення норми з інтервалом у 30 кг/га діючої речовини в технологічному інтервалі 120–180 кг/га забезпечило послідовні прирости показника у наступному ряду: 14,9%, 20,2% та 21,4% відповідно.

Розподіл азоту на два внесення змінило характер приростів показника кількості насінин у стручку з усередненим приростом показника на рівні 2,1% у співставленні до усередненого приросту показника у інтервалі 90–180 кг/га за одноразового застосування азотних добрив. При цьому найбільш продуктивні варіанти двохразового застосування азоту були на рівнях 120–150 кг/га з приростами кількості насінин у стручку до варіанту одинарного внесення у значенні 2,4–3,3% відповідно. За варіанту трьохразового застосування азотних добрив отримання прирістного формування показника у співставленні до варіанту бінарного використання відмічена лише за внесення 90 та 120 кг/га азоту з приростом 1,2% та 1,6% відповідно. Для варіанту внесення 150 та 180 кг/га азоту для цього ж співставлення відмічено навпаки зниження кількості насінин у стручку на 0,8% та 2,0% відповідно. Такий характер формування кількості стручків на рослині та кількості насінин у стручку підтверджує наші висновки щодо домінування вегетативного розвитку рослин ріпаку за формату дробного внесення високих норм азоту в інтервалі 150–180 кг/га що хоч сприяло формуванню більшої загальної кількості стручків на рослині проте з меншим насіннєвим потенціалом. Для озимого ріпаку подібний ефект, особливо на ґрунтах низького потенціалу родючості відмічено у ряді досліджень [4, с. 83–85; 11, с. 3–5; 13, с. 3–5; 27, с. 3–5], що підтверджує та верифікує отримані нами результати.

Визначено, що зростаючі норми азотних добрив з огляду на їх поєднання в одинарному, бінарному та потрійному внесенні забезпечують зміни у масі 1000 зерен, незважаючи на вже згадуваний високий рівень детермінації показника маси 1000 насінин у ріпаку [14, с. 77–78; 28, с. 657–658]. При цьому особливості формування показника були подібними, що й для ознаки кількості насінин у стручку. Так за одноразового застосування азоту у різних нормах внесення усереднений приріст показника становив 7,2%. У варіанті подвійного та потрійного розподілу норми азоту 90–180 кг/га вказаний приріст становив 8,3% та 7,9%. Тобто загальний позитивний ріст по всіх варіантах внесення азоту спостерігався до варіанту з подвійним розподілом азоту по вегетації озимого ріпаку. Для варіанту потрійного дробного застосування зростання показника відмічено лише для варіанту розподілу норми 90 та 120 кг/га у значенні 1,65 та 0,5% у співставленні до аналогічної норми за бінарного її внесення. Такий характер ще раз підтверджує визначену особливість впливу норм добрив понад 120 кг/га зі спряженим посиленням впливу як на формування вегетативної маси, так і на репродуктивний розвиток за негативного впливу у форматі зниження як кількості насінин у стручку, так і маси 1000 насінин з наближенням рівно порційного розподілу азоту по трьох критичних періодах росту і розвитку один з яких максимально наближений до власне формування стручків та насіння.

Зроблені вище висновки мали логічне відображення у формуванні рівня урожайності ріпаку озимого у межах варіантів (табл. 2). За загального усередненого приросту урожайності за одноразового застосування азоту на рівні 49,8%, двохразового внесення рівними дозами 63,5% та відповідно трьохразового на рівні 69,0%. Це вказує на істотно вищі рівні урожайності озимого ріпаку за застосування варіанту дробного внесення азоту у критичні періоди росту і розвитку рослин. При цьому за рівнем урожайності максимального її значення в середньому за два роки досліджень було досягнуто у варіанті застосування 120 кг/га азоту із розподілом у три фенологічні періоди (варіант XI) із приростом до контрольного фонового варіанту у значенні 76,56%. Другим по значимості відмічено варіант за трьохразового внесення рівними дозами 150 кг/га азоту з приростом до фонового контролю 70,57%. Тобто з господарської точки зору ефективність дробного внесення азоту зростала по мірі збільшення кількості рівно порційного внесення азоту. Так, у варіанті з розподілом на три рівних частини за використання в основні періоди активного росту усереднена різниця до одноразового внесення була на рівні 20%.

З огляду на статистичну оцінку отриманих результатів доцільність застосування високих норм азоту обґрунтована лише у форматі одноразового внесення. У варіанті двохразового внесення азоту статистична різниця між варіантами 120–180 кг/га спостерігається лише між крайніми варіантами інтервалу на рівні мінімальної істотності. За варіанту трьохразового внесення статистично обґрунтовано застосування вже згадуваних варіантів норм азоту в удобрення на рівні 120 та 150 кг/га. Такі результати позитивно узгоджуються із висновками [4, с. 82–85; 12, с. 1039–1041; 13, с. 2–3; 29, с. 3–5] відповідно до яких система реакції рослин озимого ріпаку на зростаючі норми удобрення має затухаючий характер формування у співставленні до попередньої норми внесення, що пояснюється з позиції створення ризиків вегетативного переростання агроценозу культури, формування більшої кількості плодоеlementів за одночасного зростання їх недорозвиненості, а тому більш ефективним є дозування елемента живлення з розподілом на кілька критичних фаз по вегетації культури з намаганням сформувати системи розподілу загальної норми по спадній динаміці розпочинаючи з максимальної дози до

мінімальної, сконцентрувавши увагу на періоді формування плодоеlementів за рахунок застосування мікродобрив та рістрегулюючих речовин. Саме такі висновки отримано за результатами наших оцінок.

Таблиця 2

Урожайність ріпаку озимого залежно від варіантів застосування азотних добрив, 2022–2024 рр.

Варіант удобрення	Урожайність, т/га			Приріст до фону	
	2023	2024	Середня	т/га	%
I. Контроль (РК) ₉₀ – фон	2,97	2,32	2,65	–	–
II. Фон + N ₉₀	4,09	2,89	3,49	0,84	31,69
III. Фон + N ₁₂₀	4,49	3,37	3,93	1,28	48,30
IV. Фон + N ₁₅₀	4,69	3,67	4,18	1,53	57,73
V. Фон + N ₁₈₀	4,77	3,79	4,28	1,63	61,51
VI. Фон + N ₄₅ + N ₄₅	4,38	3,27	3,82	1,17	44,15
VII. Фон + N ₉₀ + N ₃₀	4,92	3,94	4,43	1,78	67,17
VIII. Фон + N ₉₀ + N ₆₀	5,01	3,91	4,46	1,82	68,62
IX. Фон + N ₉₀ + N ₉₀	4,98	3,98	4,48	1,85	69,81
X. Фон + N ₃₀ + N ₃₀ + N ₃₀	4,83	3,88	4,36	1,71	66,80
XI. Фон + N ₆₀ + N ₃₀ + N ₃₀	5,10	4,11	4,61	1,96	76,56
XII. Фон + N ₆₀ + N ₆₀ + N ₃₀	5,12	3,91	4,52	1,87	70,57
XIII. Фон + N ₆₀ + N ₆₀ + N ₆₀	4,91	3,84	4,38	1,73	65,41
НІР ₀₅	0,08	0,05	–	–	–

Слід відмітити, що застосована система удобрення відобразилась і на формуванні якісних показників сформованого врожаю (табл. 3), впливаючи на формування показників олійності та білковості насіння. Відомо [4, с. 95–96; 22, с. 369–370; 30, с. 293–294], що оптимізація азотного живлення забезпечує певну динаміку у зниженні олійності на фоні зростання загальної білковості насіння, що узгоджується з певним антагонізмом між накопиченням рослинної олії та рослинного білку як в самій рослині, так і особливо в насінні. Такий характер цілком відповідає визначеним особливостям у розрізі застосованих варіантів удобрення ріпаку озимого.

Визначено, що усереднений рівень вмісту олії в насінні у розрізі варіантів одноразового застосування азоту був на рівні 45,1%, для варіанту бінарного розподілу норми 44,75%, а для варіанту потрійного застосування 44,35%. При цьому у співставленні до фонового контролю вміст олії у насінні у межах одно-, двох та трьохразового застосування азоту був меншим на 5,8%, 6,7% та 7,4% у відносному виразі.

При цьому, показник білковості мав зворотній характер формування у межах варіантів удобрення – у усереднено 21,75% за одноразового застосування азоту, 22,10% за двохразового та 22,45% за трьохразового. При аналогічному співставленні до фонового контролю вміст олії у насінні у межах одно-, двох та трьохразового застосування азоту було вищим на 14,9%, 16,7% та 18,8% у відносному виразі. У результаті підсумку вихід олії з га усереднено для варіантів одноразового використання азоту склав 1,79 т/га, за двох- та трьохразового внесення – 1,92 т/га

та 1,98 т/га відповідно. Аналогічні показники для виходу білку з га були на рівні 0,87 т/га, 0,95 т/га та 1,01 т/га. Визначено найкращий варіант одночасного поєднання олійності та білковості насіння, де було внесено 120 кг/га азоту з рівним розподілом на трьохразове застосування з приростом до фонового контролю за олійністю 0,78 т/га а за вмістом білку – 0,50 т/га та варіант за тієї ж схеми внесення з розподілом 150 кг/га азоту за аналогічних приростів до фонового контролю 0,72 т/га та 0,50 т/га відповідно.

Таблиця 3

Біохімічний склад насіння ріпаку озимого залежно від варіантів застосування азотних добрив (середнє за 2022–2024 рр.)

Варіант удобрення	Вміст, %			Вихід, т/га	
	олії	білку	глюкозинолатів	олії	білку
I. Контроль (РК) ₉₀ – фон	47,9	18,9	0,69	1,27	0,50
II. Фон + N ₉₀	45,8	20,6	0,59	1,60	0,72
III. Фон + N ₁₂₀	45,3	21,4	0,55	1,78	0,84
IV. Фон + N ₁₅₀	44,8	22,3	0,53	1,87	0,93
V. Фон + N ₁₈₀	44,5	22,6	0,57	1,90	0,97
VI. Фон + N ₄₅ + N ₄₅	45,3	21,1	0,58	1,73	0,81
VII. Фон + N ₉₀ + N ₃₀	45,0	21,8	0,57	1,99	0,97
VIII. Фон + N ₉₀ + N ₆₀	44,5	22,5	0,51	1,98	1,00
IX. Фон + N ₉₀ + N ₉₀	44,2	22,8	0,55	1,98	1,02
X. Фон + N ₃₀ + N ₃₀ + N ₃₀	45,0	21,6	0,56	1,96	0,94
XI. Фон + N ₆₀ + N ₃₀ + N ₃₀	44,5	22,2	0,55	2,05	1,02
XII. Фон + N ₆₀ + N ₆₀ + N ₃₀	44,1	22,9	0,51	1,99	1,04
XIII. Фон + N ₆₀ + N ₆₀ + N ₆₀	43,8	23,1	0,50	1,92	1,01
НІР ₀₅	1,55	0,28	0,03	–	–

Відносно глюкозинолатів підтверджено висновки [28. с. 657] що оптимізація азотного живлення ріпаку озимого за рахунок збільшення норми азоту у загальній системі удобрення сприяє загальному зниженню вмісту глюкозинолатів. За результатами представлених даних поступове розподіл застосованих норм азоту за двохразового та трьохразового внесення зменшило у середньому у межах застосованих норм вміст глюкозинолатів на 0,03 та 0,08% відповідно.

Висновки і перспективи подальших досліджень. У результатуючому підсумку доведена ефективна система удобрення ріпаку озимого на сірих лісових ґрунтах, яка передбачає застосування норми азоту в інтервалі 120–150 кг/га додатково до основного фонового застосування (РК)₉₀ з розподілом зазначених норм при застосуванні карбаміду у трьохразове внесення: 60 кг/га (ВВСН 22–25 (відновлення вегетації ріпаку озимого)) + 30–60 кг/га (ВВСН 34–36 (активний ріст стебла)) + 30 кг/га (ВВСН 50–52 (бутонізація)), що забезпечило урожайність насіння ріпаку озимого на рівні 4,52–4,61 т/га з виходом олії 1,99–2,05 т/га та білку 1,02–1,04 т/га за вмісту глюкозинолатів в насінні на рівні 0,51–0,55%.

Перспективою для подальших досліджень буде деталізація ефективності цієї системи з позиції впливу на архітектуру посіву, формування фактичних ризиків

вилягання посівів та можливість комбінування вивчаємих варіантів азотного живлення із ретардант ними компонентами та регуляторами росту, а також комплексними халатними мікродобривами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Bouchet A.S., Nesi N., Bissuel C. Genetic control of yield and yield components in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown under nitrogen limitation. *Euphytica*. 2014. Vol. 199. № 1–2. P. 183–205.
2. Vazquez-Carrasquer V., Laperche A., Bissuel-Bélaygue C., Chelle M., Richard-Molard C. Nitrogen uptake efficiency, mediated by fine root growth, early determines temporal and genotypic variations in nitrogen use efficiency of winter oilseed rape. *Frontiers in Plant Science*. 2021. Vol. 12. e 641459.
3. Béreš J., Bečka D., Tomášek J., Vašák J. Effect of autumn nitrogen fertilization on winter oilseed rape growth and yield parameters. *Plant. Soil and Environment*. 2019. Vol. 65. P. 435–441.
4. Rathke G.W., Behrens T., Diepenbrock W. Integrated nitrogen management strategies to improve seed yield, oil content and nitrogen efficiency of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): a review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2006. Vol. 117. № 2–3. P. 80–108.
5. Heuermann D., Hahn H., von Wirén N. Seed yield and nitrogen efficiency in oilseed rape after ammonium nitrate or urea fertilization. *Frontiers in Plant Science*. 2021. Vol. 11. 608785.
6. Carter C., Schipanski M.E. Nitrogen uptake by rapeseed varieties from organic matter and inorganic fertilizer sources. *Plant and Soil*. 2022. Vol. 474. P. 499–511.
7. Bečka D., Bečková L., Tomášek J., Mikšík V., Viciánová M. Effects of various nitrogen fertilisers applied in autumn on growth parameters, yield and quality of winter oilseed rape. *Plant Soil Environ*. 2024. Vol. 70. № 6. P. 317–325.
8. Varényiová M., Ducsay L. Evaluation of effect of autumn nitrogen dose and nitrogen nutrition status on oilseed rape yield. *Journal of Central European Agriculture*. 2016. Vol. 17. P. 1082–1095.
9. Rafiqul I., Hakim H.T.H.M.F., Haque M.N. Yield and yield components of rapeseed as influenced by nitrogen and sulphur fertilization. *Journal of Oilseed Brassica*. 2018. Vol. 9. P. 84–95.
10. Al-Solaimani S.G., Alghabari F., Ihsan M.Z. Effect of different rates of nitrogen fertilizer on growth, seed yield, yield components and quality of canola (*Brassica napus* L.) under arid environment of Saudi Arabia. *International Journal of Agronomy & Agricultural Research*. 2015. Vol. 6. № 4. P. 268–274.
11. Zhan N., Xu K., Ji G., Yan G., Chen B., Wu X., Cai G. Research progress in high-efficiency utilization of nitrogen in rapeseed. *International Journal of Molecular Sciences*. 2023. Vol. 24. 7752.
12. Meng Z., Liu C., Sheng Q., Xiong Z., Fang Y., Zhao J., Yu Q., Wang K., Li X., Ren T., Lu J. Effects of nitrogen, phosphorus, and potassium fertilizer application on the yield increase of winter oilseed rape and the degree of yield reduction due to freezing stress. *Acta Agronomica Sinica*. 2025. Vol. 51. № 4. P. 1037–1049.
13. Yahbi M., Nabloussi A., Maataoui A., El Alami N., Boutagayout A., Daoui K. Effects of nitrogen rates on yield, yield components, and other related attributes of different rapeseed (*Brassica napus* L.) varieties. *OCL*. 2022. Vol. 29. 8.
14. Cong R., Wang Y., Li X., Ren T., Lu J. Differential responses of seed yield and yield components to nutrient deficiency between direct sown and transplanted winter oilseed rape. *International Journal of Plant Production*. 2019. Vol. 14. № 1. P. 77–92.
15. Naderifar M., Daneshian J. Effect of different nitrogen and biofertilizers effect on growth and yield of *Brassica napus* L. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. 2012. Vol. 4. P. 478–482.

16. Сендецький В.М., Мельничук Т.В., Сендецький І.В. Продуктивність ріпаку озимого за удо-сконалення технології вирощування в умовах Лісостепу Західного. Таврійський науковий віс-ник. 2023. Вип. 131. С. 188–195.
 17. Сайко В.Ф. Особливості проведення досліджень з хрестоцвітими олійними культурами. К.: «Інститут землеробства НААН». 2011. 76 с.
 18. Лісовал А. П. Методи агрохімічних досліджень. Київ: НАУ. 2021. 190 с.
 19. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Методи визначення показників якості продукції рослинництва. Український інститут експертизи сортів рослин; ред. Ткачик С.О.; Києнко З.Б. Присяжнюк Л.М. та ін. Вінниця. 2016. 159 с.
 20. Snedecor G.W., Cochran W.G. Statistical Methods. 8th Edition. Wiley-Blackwell. 1991. 524 p.
 21. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів : навч. посіб. / В. О. Ушкаренко та ін. Херсон : Айлант. 2009. 372 с.
 22. Tian X.Q., Zhao Y.N., Chen Z.Y., Li Z., Liu Y.H. Effects of nitrogen fertilization on yield and nitrogen utilization of film side planting rape-seed (*Brassica napus* L.) under different soil fertility conditions. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 2023. Vol. 23. P. 368–379.
 23. Ma B.L., Herath A.W. Timing and rates of nitrogen fertiliser application on seed yield, quality and nitrogen-use efficiency of canola. *Crop Pasture Science*. 2016. P. 167–180.
 24. He H., Yang R., Li Y. Genotypic variation in nitrogen utilization efficiency of oilseed rape (*Brassica napus* L.) under contrasting N supply in pot and field experiments. *Frontiers in Plant Science*. 2017. Vol. 8. 1825.
 25. Lin Y., Watts D.B., Torbert H.A., Howe J.A. Influence of nitrogen rate on winter canola production in the southeastern United States. *Agronomy*. 2020. Vol. 112. P. 2978–2987.
 26. Zhang Z., Song H., Liu Q. Responses of seed yield and quality to nitrogen application levels in two oilseed rape (*Brassica napus* L.) varieties differing in nitrogen efficiency. *Plant Production Science*. 2012. Vol. 15. № 4. P. 265–269.
 27. Riar A., Gill G., McDonald G.K. Rate of nitrogen rather than timing of application influence yield and NUE of canola in south Australian Mediterranean environments. *Agronomy*. 2020. Vol. 10. № 10. 1505.
 28. Zuo Q., Liu J., Wang L. Yield, dry matter and N characteristics in canola as affected by fertilizer N rate and split-application ratio under high soil fertility condition. *Journal of Plant Nutrition*. 2019. Vol. 43. № 5. P. 655–666.
 29. Li J., Zhou Y., Gu H., Lu Z., Cong R., Li X., Ren T., Lu J. Synergistic effect of nitrogen and potassium on seed yield and nitrogen use efficiency in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *European Journal of Agronomy*. 2023. 148.
 30. Baghdadi A, Halim RA, Shahriari A. 2014. Canola production under nitrogen fertilizer at different stages of plant growth in a crop rotation system Canola production under nitrogen fertilizer at different stages of plant growth in a crop rotation system. *Journal of Food, Agriculture and Environment*. 2014. Vol. 12. № 2. P. 292–295.
-

УДК 635.61:631.53.02:631.559(477.41/.42)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.22>

ОБҐРУНТУВАННЯ СТРОКІВ ВИСАДЖУВАННЯ РОЗСАДИ ДЛЯ КОНВЕЄРНОГО НАДХОДЖЕННЯ ПЛОДІВ КАВУНА ЗВИЧАЙНОГО В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Яценко Н.В. – д.с.-г.н., доцент,
завідувач кафедри овочівництва,
Уманський національний університет
orcid.org/0000-0003-3752-314X

Ващенко О.В. – аспірант кафедри овочівництва,
Уманський національний університет
orcid.org/0009-0000-5381-3257

У статті висвітлено результати досліджень щодо обґрунтування строків висаджування розсади для забезпечення конвеєрного надходження плодів кавуна звичайного в умовах Правобережного Лісостепу України. Метою роботи було подовження періоду надходження продукції на ринок шляхом використання різних строків висаджування триплоїдних гібридів кавуна. Встановлено, що застосування розсадного методу з висаджуванням у три строки – у третій декаді травня, першій та другій декадах червня – сприяє подовженню періоду збирання врожаю, зменшенню пікового навантаження на логістику господарства, покращенню товарної структури врожаю та формуванню більш вигідної цінової політики. Дослідження проведено в Черкаській області (с. Радчиха, Звенигородський район) у 2023–2024 рр. на чорноземі опідзоленому із краплинним зрошенням. Застосування розсадного методу з висаджуванням у різні строки (третьа декада травня, перша та друга декади червня) сприяє ефективному впровадженню технології конвеєрного надходження плодів кавуна звичайного, що забезпечує подовжений період збирання тривалістю до 30 днів. Найбільш оптимальним для досягнення максимальних показників урожайності є висаджування у третій декаді травня, коли спостерігалось найбільше плодів та їх найвища середня маса. Зміщення строків висаджування на червень зумовлює статистично достовірне зниження врожайності. Встановлено, що найвищі показники врожайності спостерігались за висаджування розсади у третій декаді травня. За зміщення строків у бік пізнішого висаджування кількість плодів на рослину, середня маса плоду та загальна врожайність суттєво знижувались. Для гібридів Бостон і Стайл зниження врожайності сягало 9,07–11,54 т/га за висаджування в другій декаді червня. Одержані дані свідчать про доцільність використання різних строків висаджування розсади для забезпечення безперервного надходження кавунів на ринок впродовж близько 30 діб, із врожайністю в межах 64,5–80,2 т/га. Результати дослідження можуть бути використані для удосконалення технологій вирощування кавуна в регіоні та підвищення економічної ефективності виробництва.

Ключові слова: триплоїд, урожайність, маса плоду, кількість плодів.

Yatsenko N.V., Vashchenko O.V. justification of transplanting dates for conveyor-type supply of common watermelon fruits in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine

The article presents the results of a study aimed at substantiating optimal transplanting dates for seedless watermelon seedlings to ensure staggered (conveyor-type) fruit supply under the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe zone of Ukraine. The objective was to extend the market supply period of seedless watermelon by applying different transplanting dates for triploid hybrids. It was established that the use of a seedling-based cultivation method with three transplanting dates—late May, early June, and mid-June—contributed to a prolonged harvesting window, reduced peak logistical pressure, improved the marketable structure of the crop, and enabled more favorable pricing strategies. The study was conducted in 2023–2024 in Cherkasy region (Radchykha village, Zvenyhorodka district) on podzolized chernozem soil under drip irrigation. The use of the seedling method with different planting dates (third ten-day period

of May, first and second ten-day periods of June) contributes to the effective implementation of a conveyor-based fruit supply technology for common watermelon, ensuring an extended harvesting period of up to 30 days. The most optimal planting time for achieving the highest yield indicators is the third ten-day period of May, during which the number of fruits and their average weight were the greatest. Shifting the planting dates to June leads to a statistically significant decrease in yield. The highest yield indicators were recorded for transplanting in the third decade of May. Delays in transplanting led to significant reductions in the number of fruits per plant, average fruit weight, and total yield. For the hybrids 'Boston' and 'Style', yield reductions reached 9.07–11.54 t/ha when transplanting was postponed to the second decade of June. The results indicate the feasibility of applying staggered transplanting dates to ensure continuous watermelon supply to the market for approximately 30 days, with yields ranging from 64.5 to 80.2 t/ha. The findings may be used to improve watermelon cultivation technologies and increase production efficiency under the agro-climatic conditions of the region.

Key words: triploid, yield, fruit weight, number of fruits.

Постановка проблеми. Існування природного конвеєру, що продовжує період споживання свіжих плодів кавуна, визначається генетичними особливостями, закладеними природою в спектр сортів, що використовуються у виробництві від скоростиглих до пізньостиглих. Але також у цих жорстких рамках правомірна постановка завдання розширення терміну надходження на ринок свіжих плодів кавуна з оптимальним співвідношенням цінової політики для виробника і споживача. З огляду на те, що межа виробництва кавунів лімітується часом настання перших осінніх заморозків, то буде найбільш продуктивно, якщо дії сільгоспвиробників направити на отримання ранньої продукції в більшому обсязі. Цього можна досягнути застосуванням спеціальних агротехнічних прийомів, що сприяють отриманню надранньої продукції, порівняно з надходженням врожаю від посіву ранніх сортів у відкритий ґрунт, до таких прийомів можна віднести використання різних строків висаджування розсади та її укриття синтетичними матеріалами.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для рівномірного надходження плодів кавуна впродовж одного місця і більше його висівають/висаджують у декілька строків з інтервалом 7–12 діб, використовуючи сорти і гібриди різних груп стиглості.

Важливо відмітити, що при ранніх строках висіву рослини менше уражуються хворобами і пошкоджуються шкідниками. В той же час, рослини літніх строків більше схильні до ураження шкідниками і хворобами, що здатні суттєво знизити врожайність культури [1].

За конвеєрного вирощування кавуна у рослин ранніх строків висіву ріст і розвиток відбувається за різних погодних умов. Для вирощування рослин одних строків висіву вони більш, для інших – менш придатні. Найвищі показники урожайності відмічені за використання більш ранніх строків висіву [2].

Безперервний період постачання кондиційних плодів кавуна може складати близько 60 діб (орієнтовні терміни з 01.07 – за використання тимчасових укриттів до – 31.08 за пізніх строків сівби насіння), а врожайність по конвеєру може коливатися в межах – від 30 до 85 т/га. За використання різних строків висіву спостерігається тенденція до зміни вегетаційного періоду. До певного часу, чим більш пізній строк висіву, тим коротший вегетаційний період [3, 4, 5, 6].

Конвеєрне вирощування цукрової кукурудзи має ряд переваг [3, 4, 7]:

- використання різних строків посіву збільшує строк надходження продукції, що дозволяє своєчасно зібрати і реалізувати продукцію за вигідними цінами;
- конвеєрне вирощування знижує ризик отримання низького врожаю з усієї площі, оскільки один строк висіву може дати низький урожай, а якщо

використовувати декілька, то хоча б окремі з них гарантовано забезпечать хороший урожай.

Постановка завдання. Застосування різних строків висаджування сприяє розосередженню надходження продукції в часі. Адже одночасний збір з великої площі та реалізація плодів кавуна, що характеризуються коротким періодом зберігання, істотно впливає на товарність і відповідно на ціну реалізації. Різні строки висаджування сприятимуть подовженню періоду збору врожаю плодів кавуна, розвантаженню логістичної ланки господарства та формуванню оптимальної цінової політики для суб'єктів економіки – виробника та споживача. **Мета роботи** полягала в обґрунтуванні доцільності використання різних строків висаджування розсади гібридів кавуна триплоїдного для подовження термінів надходження плодів, розробкою конвеєру в умовах Правобережного Лісостепу України.

Для реалізації біологічного потенціалу гібриду безнасінного кавуна необхідна оптимальна взаємодія з факторами середовища – температура повітря, сонячна інсоляція. Людина не має прямого впливу на ці фактори, а лише можливість їх часткового регулювання. У зв'язку з цим актуальним завданням є визначення впливу строків висаджування на формування продуктивності різних гібридів триплоїдного кавуна та подовження терміну надходження продукції в агрокліматичних умовах Правобережного Лісостепу України.

Дослідження проводили у 2023–2024 роках у Правобережному Лісостепу України (в Черкаській області, Звенигородський район, с. Радчиха). Завдяки застосуванню краплинного зрошення вплив погодних умов на ріст і розвиток рослин був мінімізований. Ґрунти дослідної ділянки характеризуються як опідзолені чорноземи важкосуглинкового механічного складу, малогумусні, сформовані на карбонатному лесі. Вміст гумусу становив 2,0–2,2 %, з глибоким заляганням карбонатів та слабокислою реакцією ґрунтового розчину (рН 5,5–6,0).

У дослідженні використовували стандартну розсаду віком 25 діб, вирощену за загальноприйнятою технологією. Висаджування здійснювали у три календарні строки: третя декада травня, перша та друга декади червня. Схема садіння – 2,0×0,7 м, із розміщенням рослин-запилювачів через кожні три ряди (співвідношення 3:1). За контроль взято варіант із висаджування розсади у першій декаді червня.

Об'єктами дослідження були безнасінні триплоїдні гібриди кавуна Стайл і Бостон селекції компанії Nunhems (Нідерланди). Як запилювач застосовували диплоїдний гібрид Талісман. Площа облікової ділянки становила 100 м², дослід закладали у чотирикратній повторюваності. Для організації досліду, проведення біометричних вимірювань і розрахунку показників структури врожайності використовували загальноприйняті методики та ДСТУ [8, 9].

Виклад основного матеріалу дослідження. Оскільки кількість плодів кавуна безпосередньо впливає на врожайність, динаміка їх кількості детально аналізувалася. З результатів досліджень, наведених на рисунку 1 видно, що із зміщенням строків висаджування розсади даний показник статистично неістотно зменшувався в обох гібридів триплоїдного кавуна. Достовірне зниження кількості плодів на одній рослині відзначали лише за висаджування розсади гібриду Бостон у другій декаді червня – 2,10 шт/росл. проти 2,35 у контролі цього гібриду за рівня $HP_{05} = 0,17$ шт. У дослідних варіантах гібриду Стайл зменшення кількості плодів складало 0,10–0,15 шт/росл або 4,0–6,0 %. В аналогічних варіантах гібриду Бостон – 0,05–0,35 шт/росл. або 1,8–12,7 %. Подібна тенденція проявилася і в запилювача – істотне зменшення кількості плодів відзначено за висаджування

у другій декаді червня. При цьому відзначено різницю між одним запилювачем посівів обох триплоїдних гібридів, що пояснюється різною силою росту гібридів безнасінного кавуна і відповідно різної сили конкуренцією між рослинами запилювача і триплоїда.

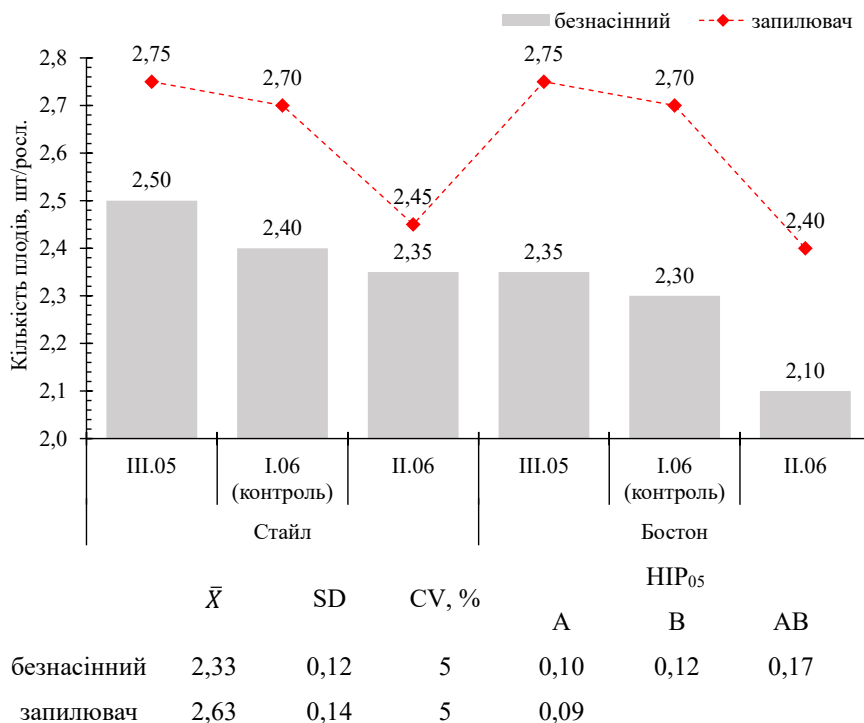


Рис. 1. Вплив строків висаджування розсади на формування кількості плодів кавуна звичайного, шт/роsl., 2023–2024

За показником загальної кількості плодів з одиниці площі зберігалася подібна динаміка. Так, статистично значуще зниження кількості плодів з одного гектара відзначено за висаджування розсади гібриду Бостон у другій декаді червня – 10,71 тис. шт/га проти 11,99 тис. шт/га, за рівня $НІР_{05} = 0,80$ тис. У запилювача взагалі не відзначено істотно зниження кількості плодів. Проте в загальному заліку відзначено істотне зниження кількості плодів за висаджування розсади в другій декаді червня – 16,99 та 15,61 тис. шт/га, що менше контрольних варіантів 7,5 та 11,3 % (рис. 2).

Загальновідомо, що маса плодів в рівній мірі з їх кількістю впливає на загальну і товарну врожайність кавуна. За даним показником досліджувані гібриди мали подібну, але все ж статистично відмітну динаміку. Так гібрид Стайл за висаджування розсади у третій декаді травня та першій декаді червня формував плоди майже однакової маси 4,79 і 4,73 кг відповідно. За висаджування розсади у другій декаді червня даний показник становив 4,38 кг, що на 0,41 та 0,35 кг (або 8,66 і 7,40 % відповідно) за рівня $НІР_{05} = 0,24$ кг. У гібриду Бостон плоди формувалися

істотно меншої маси за обох експериментальних строків висаджування. Так, за висаджування розсади в першій та другій декадах червня рослини формували плоди менші від контролю на 5,09 і 10,27 % або 0,26 і 0,53 кг. У гібриду-запилювача даний показник мав аналогічну динаміку – істотно менші за масою плоди відзначали за висаджування розсади в другій декаді червня за вирощування в посівах гібриду Стайл; у першій і другій декадах за вирощування в посівах гібриду Бостон (рис. 3).

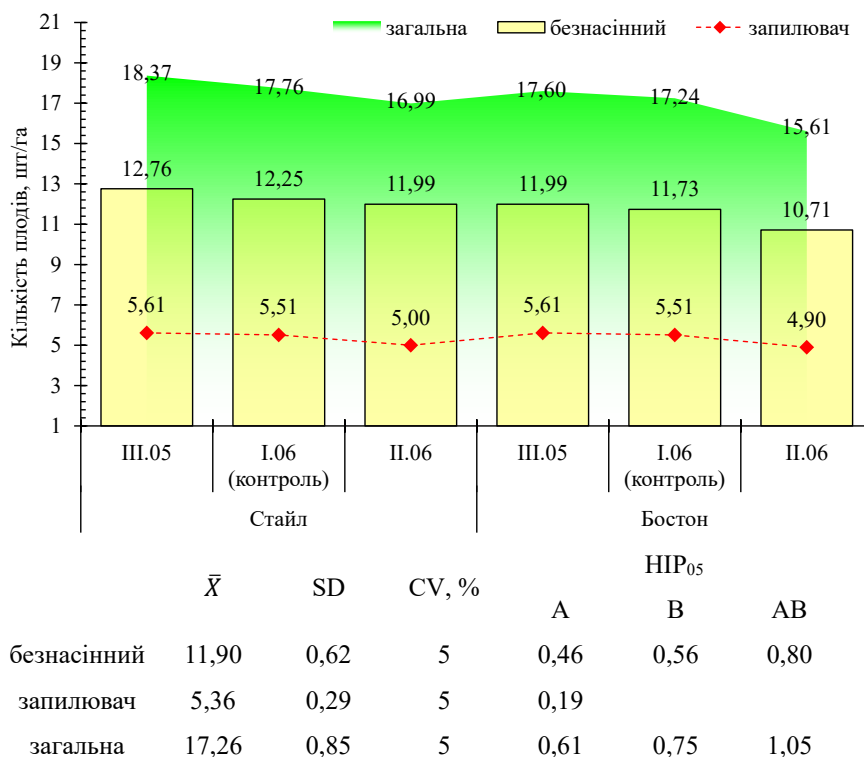


Рис. 2. Формування загальної кількості плодів кавуна звичайного на площі залежно від строків висаджування розсади, тис. шт/га, 2023–2024

Оскільки рівень врожаю є ключовим фактором економічної ефективності й доцільності застосування будь-яких нововведень з технології вирощування, він детально аналізувався, з врахуванням рівня врожаю запилювача, що займав 25 % площі посівів. Так, аналізуючи врожайність основної продукції – плодів безнасінного кавуна, видно, що врожайність на контрольних варіантах була найвищою, за висаджування розсади в першій декаді червня відзначали неістотне, а за висаджування в другій декаді червня – істотне зниження в обох триплоїдних гібридів. За рівня $HIP_{05} = 3,22$ т зниження врожайності гібриду Стайл відзначали на рівні 8,8 і 15,5 % або 5,13 і 9,07 т/га; у гібриду Бостон – 10,6 і 19,7 % або 6,21 і 11,54 т/га (рис. 4).

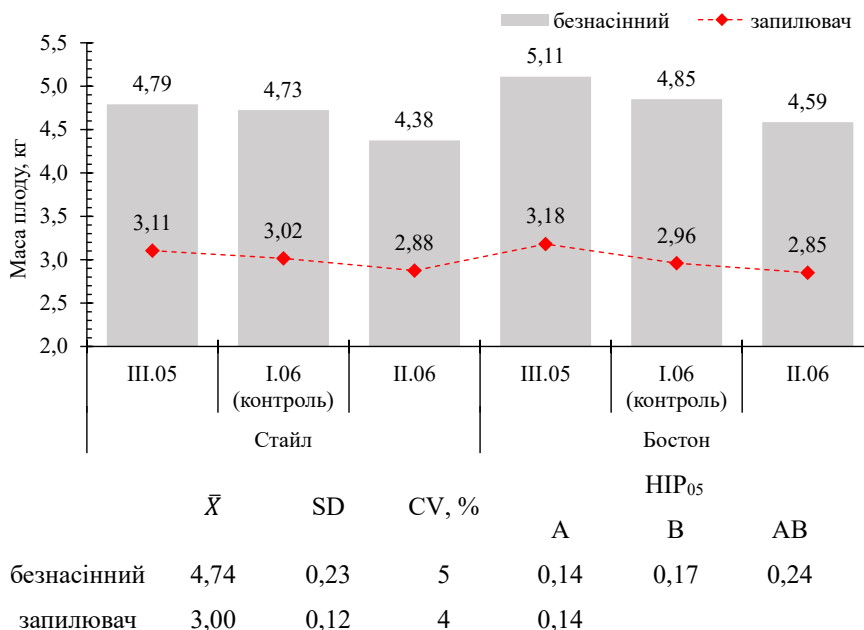


Рис. 3. Вплив строків висаджування розсади на формування середньої маси плоду, кг, 2023–2024

У запилювача, вирощеного в посівах різних гібридів та різних строків висаджування розсади відзначено статистично значуще зниження врожаю на 4,7–20,2 % або 0,82–3,61 т/га залежно від варіанту. Проте максимальне зниження врожайності фіксували за висаджування в другій декаді червня

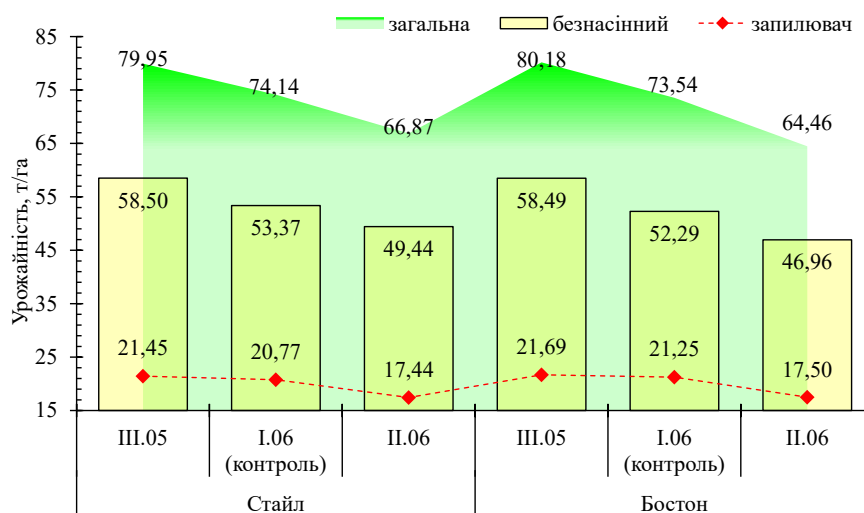
Загальний рівень врожаю істотно знижувався за висаджування розсади в другій декаді червня – в межах 14,9–19,9 % або 1,69–15,74 т/га. За висаджування розсади в першій декаді червня відзначено помітне, проте статистично не значуще зниження врожайності.

Висновки і пропозиції. Застосування розсадного методу з різними строками висаджування (третя декада травня, перша і друга декади червня) дозволяє ефективно реалізувати технологію конвеєрного надходження плодів кавуна звичайного, що забезпечує пролонгований період збирання врожаю тривалістю до 30 діб.

Оптимальним строком висаджування для досягнення найвищих показників урожайності є третя декада травня, коли кількість плодів і середня маса плодів були максимальними. Зміщення строків висаджування у бік червня призводить до статистично значущого зниження врожайності. При пізнішому висаджуванні (особливо в другій декаді червня) відзначено зниження як кількості плодів на гектар (до 15,61 тис. шт/га), так і середньої маси плодів у всіх досліджуваних гібридів, що свідчить про негативний вплив високих температур і укороченого вегетаційного періоду.

Гібриди Стайл та Бостон демонструють високу потенційну врожайність (до 80,2 т/га), однак їх продуктивність істотно знижується за пізніх строків висаджування – на 5,13–11,54 т/га, що становить 8,8–19,7 % зниження залежно від гібриду та строку. Запилювач, висаджений разом із основними гібридами, також

демонстрував тенденцію до зниження врожайності при пізніх строках, що свідчить про системний вплив строків висаджування на біологічні параметри рослин.



	$\bar{X}$	SD	CV, %	НІР ₀₅		
				A	B	AB
безнасі́нний	56,61	4,45	8	1,86	2,28	3,22
запи́лювач	16,14	1,39	9	0,43		
загальна	72,75	5,82	8	3,21	3,91	5,57

Рис. 4. Вплив строків висаджування розсади на формування врожайності плодів кавуна звичайного, шт/роsl., 2023–2024

Рекомендовано впроваджувати комбіновану схему висаджування із трьома строками для забезпечення рівномірного надходження товарної продукції на ринок, уникнення пікових навантажень на логістику та збереження стабільного рівня цін протягом усього періоду реалізації кавуна.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Kussainova G., Vasić M., Smagulova D., Jantassov S., Nussupova, A. Productivity of Lettuce Varieties in Conveyor Cultivation in the Open and Protected Soil of the Southeast of Kazakhstan. *OnLine Journal of Biological Sciences*. 2018. Vol. 18, № 2. P. 186–196. DOI: <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2018.186.196>.
2. Burdulis D., Kašėtaitė A., Trumbeckaitė S., Benetis R., Daukšienė J., Burdulienė K., Raudonė L. Cultivation of Watermelon (*Citrullus lanatus* (Tunb.)) in a Temperate Climate: Agronomic Strategies and Phytochemical Composition. *Agronomy*. 2025. Vol. 15. Article number: 933. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy15040933>.
3. Oliveira J., Grangeiro L., Sobrinho J., Moura M., Carvalho C. Yield and quality of watermelon fruits in different periods of planting. *Revista Caatinga*. 2015. Vol. 28. P. 19–25.

4. Hall M., Summer D. Influence of seed preparation and planting date on damping-off of watermelon. *HortScience*. 1993. Vol. 28. P. 274B. DOI: 10.21273/HORTSCI.28.4.274B.
 5. Athearn K., Burani-Arouca M., Dufault N., Fraisse C., Freeman J., Hochmuth R., Sanchez T., Borisova T., Pittman T., Harlow L. Watermelon Planting Decisions with Multiple Risks: A Simulation Analysis. *HortTechnology*. 2022. Vol. 32, № 4. P. 377–381. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTTECH05006-21>.
 6. Dufault R. J., Korkmaz A., Ward B. K., Hassell R. L. Planting Date and Cultivar Affect Melon Quality and Productivity. *HortScience*. 2006. Vol. 41, № 7. P. 1559–1564.
 7. Rosa R., Kosterna-Kelle E., Franczuk J., Zaniewicz-Bajkowska A., Panasz M. The effect of date of planting seedlings and polypropylene fibre covering on the yield and economic efficiency of melon. *Journal of Ecological Engineering*. 2017. Vol. 18, № 1. P. 168–175. DOI: 10.12911/22998993/66403.
 8. *Методика дослідної справи в овочівництві і багаторічній культурі* / за ред. Г. Л. Бондаренка, К. І. Яковенка. 3-є вид. Харків : Основа, 2001. 370 с.
 9. ДСТУ 3805-98. Кавуни продовольчі свіжі. Технічні умови. Київ : Держспоживстандарт України, 1998. 27 с.
-

ТВАРИННИЦТВО, КОРМОВИРОБНИЦТВО, ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ПЕРЕРОБКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

ANIMAL HUSBANDRY, FEED PRODUCTION,
STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTS

УДК 636.2.034.082.064.6

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.23>

ВПЛИВ ПОКАЗНИКІВ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ ТЕЛИЦЬ ГОЛШТИНСЬКОЇ ПОРОДИ НА ЇХ ВІДТВОРЮВАЛЬНІ ЯКОСТІ

Люта І.М. – асистентка кафедри біотехнології та біоінженерії,
Миколаївський національний аграрний університет
orcid.org/0000-0002-1672-2337

Дослідження впливу показників росту та розвитку телиць на їх відтворювальні якості є важливим завданням, оскільки воно сприяє ефективному відбору поголів'я та цілеспрямованому підвищенню продуктивності тварин. Тому метою дослідження було вивчити вплив показників росту та розвитку телиць голштинської породи на їх відтворювальні якості.

У дослідженні використовувалися первинні дані про показники росту та відтворної якості телиць голштинської породи, які утримувалися в СТОВ «Промінь» (Миколаївська область). Загальна вибірка становила 545 голів.

Отримані результати досліджень свідчать про те, що жива маса телиць при народженні не мала статистично значущого впливу на мінливість віку першого запліднення та тривалість тільності. Щодо віку першого отелення, то вплив цього показника також не був вірогідним, хоча спостерігалася певна тенденція ($P = 0,099$).

У ході досліджень було встановлено статистично значущий вплив приростів живої маси телиць у період від народження до 90-го дня на вік першого запліднення ($P < 0,001$). Найнижчий середній вік першого запліднення (393,4 дня) спостерігався у телиць із середньодобовим приростом 901-1000 г, тоді як найвищий (428,2 дня) – у телиць із приростом 500-600 г.

Під час дослідження було встановлено статистично значущий вплив середньодобових приростів телиць у період від народження до 90 днів на тривалість їх тільності ($P = 0,005$). Найдовша тільність (279,25 дня) спостерігалася у телиць із середньодобовими приростами 500-600 г, тоді як найкоротша (273,41 дня) – у телиць із приростами 901-1000 г.

Щодо віку телиць при першому отеленні, було встановлено статистично значущий вплив середньодобових приростів живої маси у період від народження до 90-го дня на цей показник ($P < 0,001$). Найвищий вік першого отелення (707,4 дня) спостерігався у телиць із середньодобовими приростами 500-600 г, тоді як наймолодшими при першому отеленні (667,3 дня) були телиці з приростами 901-1000 г.

Результати досліджень свідчать про статистично значущий вплив живої маси телиць у віці 90 днів на вік першого запліднення ($P < 0,001$), тривалість тільності ($P = 0,048$) та вік першого отелення ($P < 0,001$).

Дослідження показали, що середньодобовий приріст телиць у період від народження до запліднення має статистично значущий вплив на варіабельність віку першого запліднення ($P < 0,001$) та першого отелення ($P < 0,001$).

У ході досліджень було встановлено статистично значущий вплив живої маси телиць у віці 250 днів на варіабельність віку першого запліднення ($P < 0,001$), тривалості тільності ($P = 0,003$) та віку першого отелення ($P < 0,001$).

Ключові слова: телиці, жива маса, середньодобовий приріст, вік першого осіменіння, тривалість тільності, вік першого отелення.

Liuta I.M. Influence of growth and development indicators of holstein heifers on their reproductive traits

The study of the influence of growth and development indicators of heifers on their reproductive traits is an important task, as it contributes to the effective selection of livestock and targeted increase in animal productivity. Therefore, the aim of the study was to study the influence of growth and development indicators of Holstein heifers on their reproductive traits.

The study used primary data on growth and reproductive traits indicators of Holstein heifers kept in the I Farm LLC "Promin" (Mykolaiv region). The total sample was 545 heads.

The results of the studies indicate that the live weight of heifers at birth did not have a statistically significant effect on the variability of the age of first insemination and the duration of pregnancy. As for the age of first calving, the influence of this indicator was also not significant, although a certain trend was observed ($P = 0,099$).

The study found a statistically significant effect of heifers' live weight gains from birth to day 90 on the age of first insemination ($P < 0,001$). The lowest average age of first insemination (393.4 days) was observed in heifers with an average daily gain of 901-1000 g, while the highest (428.2 days) was observed in heifers with an average daily gain of 500-600 g.

The study found a statistically significant effect of heifers' average daily gains from birth to day 90 on the duration of their pregnancy ($P = 0,005$). The longest pregnancy (279.25 days) was observed in heifers with an average daily gain of 500-600 g, while the shortest (273.41 days) was observed in heifers with an average daily gain of 901-1000 g.

Regarding the age of heifers at first calving, a statistically significant effect of the average daily weight gain from birth to day 90 on this indicator was found ($P < 0,001$). The highest age at first calving (707.4 days) was observed in heifers with average daily weight gains of 500-600 g, while the youngest at first calving (667.3 days) were heifers with weight gains of 901-1000 g.

The results of the study indicate a statistically significant effect of the weight of heifers at the age of 90 days on the age of first insemination ($P < 0,001$), duration of pregnancy ($P = 0,048$) and age at first calving ($P < 0,001$).

Studies have shown that the average daily gain of heifers from birth to fertilization has a statistically significant effect on the variability of the age of first fertilization ($P < 0,001$) and first calving ($P < 0,001$).

The studies found a statistically significant effect of the live weight of heifers at the age of 250 days on the variability of the age of first fertilization ($P < 0,001$), duration of pregnancy ($P = 0,003$) and age of first calving ($P < 0,001$).

Key words: heifers, live weight, average daily gain, age at first insemination, duration of pregnancy, age at first calving.

Актуальність теми дослідження. Інтенсивне вирощування потребує визначення оптимальних параметрів швидкості росту. За даними Климковецького та Носевич [8] для голштинської породи середньодобовий приріст на рівні 700 г забезпечує надії 8300-8500 кг у першу лактацію. Daniels [16], Димчук та Понько [5] стверджують, що водночас надмірно високі прирости до початку статевого дозрівання можуть негативно впливати на розвиток паренхіми молочної залози. За даними Шевчук [14] виявлено негативний кореляційний зв'язок між високими середньодобовими приростами і молочною продуктивністю первісток: зниження надій на 10-40% спостерігалось у корів із приростами до 400 і понад 800 г на добу до статевого дозрівання.

Згідно з дослідженнями науковців Пославської, Федорович, Боднар [10] та Sung [20], вік первісток, які мають однакову живу масу, не має значного впливу на їхню продуктивність. Водночас збільшення живої маси тварин при першому отеленні сприяє збільшенню надоїв: збільшення маси на 100 кг забезпечує приріст молочної продуктивності на 181 кг за 305 днів лактації, незалежно від віку корів та термінів їхнього запліднення після отелення. Телиці великих порід вперше приходять в охоту при масі 250-273 кг, тоді як у телиць дрібних порід цей показник становить 182-204 кг, що відповідає приблизно 14-місячному віку [18].

Отже, вивчення впливу показників росту та розвитку телиць голштинської породи на їх відтворювальні якості є актуальним питанням, оскільки дозволяє здійснювати ефективний відбір поголів'я та цілеспрямовано підвищувати продуктивність тварин.

Постановка проблеми. У стадах спостерігається відносно висока мінливість показників вагового росту телиць, причому швидкість їхнього росту в різному віці по-різному впливає на майбутню продуктивність корів [8, 19].

Швидкий ріст телиць є важливою умовою для забезпечення високої продуктивності корів. Доведено, що за середньодобових приростів 750-800 г і досягнення живої маси 380-420 кг можна розпочинати репродуктивне використання телиць у віці 14-16 місяців [11].

На думку вчених [1, 5, 7], за інтенсивної технології вирощування ремонтних телиць, раннє їх запліднення скорочує витрати на утримання, але при цьому рекомендується враховувати живу масу тварин. Жива маса телиць при першому заплідненні має в подальшому більший вплив на показники відтворювальної здатності тварин, ніж вік, а також впливає на ступінь розвитку морфо-функціональних властивостей вимені [2]. За даними інших джерел жива маса при першому заплідненні телиць визначає їх потенціал молочної продуктивності. Відтак, визначення оптимальної маси тіла телиць, отриманих від високопродуктивних корів, при першому заплідненні та її впливу на молочну продуктивність має науково-практичне значення [9, 12].

Постановка завдання. Метою даної роботи було вивчити вплив показників росту та розвитку телиць голштинської породи на їх відтворювальні якості.

Методика досліджень. Для проведення дослідження були використані первинні дані щодо показників росту та розвитку телиць голштинської породи, які утримувалися в господарстві СТОВ «Промінь» Миколаївської області ($n = 545$ гол.).

У якості залежної змінної в аналізі було використано наступні ознаки відтворювальних якостей для нетелів: вік першого запліднення, тривалість тільності, вік першого отелення.

Крім того, було використано фактори кількісної природи: оцінки живої маси телиць при народженні, середньодобового приросту та живої маси телиць у віці 90 днів, середньодобового приросту телиць від народження до запліднення та живої маси телиць у віці 250 днів, що були розраховані на підставі результатів їх зважування.

Для кожної кількісної ознаки було визначено середнє арифметичне та його статистичну помилку ($\bar{X} \pm Sx$).

Для перевірки гіпотези про відсутність впливу факторів на залежні ознаки кількісної природи було застосовано алгоритм однофакторного дисперсійного аналізу Р. Фішера з фіксованими факторами. На першому етапі аналізу ступінь впливу фактора оцінювали за допомогою дисперсійного відношення Фішера-Снедекора (F) та його рівня значущості (p).

Усі статистичні розрахунки проведено з використанням алгоритмів, наведених у посібнику [13] із використанням табличного редактора MS Excel, а також програмного забезпечення PAST [17].

Результати досліджень. Важливе завдання в селекції та технології скотарства – раннє визначення господарсько-корисних ознак тварин, до яких належить жива маса при народженні. Однак збільшення живої маси приплоду часто викликає ускладнення при отеленнях, особливо у первісток, хоча великі телички надалі перевершують своїх однолітків за надоем за лактацію [15].

Результати досліджень авторів [8] вказують на те, що невелика жива маса новонароджених телиць (менше 28 кг) не повинна розглядатися як недолік, оскільки за умови подальшого інтенсивного вирощування ці тварини здатні реалізувати свій генетичний потенціал і досягти вищої молочної продуктивності порівняно з ровесницями, які мали більшу вагу при народженні.

Під час експерименту було досліджено мінливість показників віку першого запліднення, тривалості тільності та віку першого отелення телиць залежно від їх живої маси при народженні (табл. 1).

Отримані результати досліджень вказують на те, що жива маса телиць при народженні вірогідно не впливала на мінливість віку телиць при першому заплідненні ($P = 0,247$) та тривалість їх тільності ($P = 0,157$). Стосовно віку телиць при першому отеленні, то вплив живої маси телиць при народженні на цю ознаку також був не вірогідним, хоча було відмічено певну тенденцію ($P = 0,099$).

Таблиця 1

Мінливість показників віку першого запліднення, тривалості тільності та віку першого отелення телиць залежно від живої маси при народженні

Жива маса при народженні, кг	Вік телиць при першому заплідненні		Тривалість тільності		Вік першого отелення	
	n, гол.	$\bar{X} \pm Sx$, днів	n, гол.	$\bar{X} \pm Sx$, днів	n, гол.	$\bar{X} \pm Sx$, днів
25-28	11	382,5 $\pm$ 7,16	9	270,7 $\pm$ 2,11	11	648,7 $\pm$ 5,05
29-32	60	402,8 $\pm$ 4,61	57	272,7 $\pm$ 0,62	60	675,6 $\pm$ 5,15
33-36	172	401,0 $\pm$ 2,81	177	273,8 $\pm$ 0,42	172	674,6 $\pm$ 2,94
37-40	160	401,2 $\pm$ 3,14	164	274,4 $\pm$ 0,38	160	675,5 $\pm$ 3,18
41-44	78	392,3 $\pm$ 3,32	79	274,3 $\pm$ 0,57	78	666,0 $\pm$ 3,22
45-48	45	405,3 $\pm$ 4,88	45	274,5 $\pm$ 0,80	45	681,1 $\pm$ 4,98
>49	11	395,0 $\pm$ 12,90	11	274,9 $\pm$ 2,25	11	669,9 $\pm$ 13,62
	F = (6; 530) = 1,32, P = 0,247		F = (6; 535) = 1,56, P = 0,157		F = (6; 530) = 1,79, P = 0,099	

Суттєве значення для отримання ранніх отелень нетелей мають середньодобові прирости на різних етапах їхнього вирощування. Аналіз зв'язку між величиною середньодобових приростів телиць і молочною продуктивністю первісток підтвердив, що найбільш значущими є прирости телиць у віці від народження до трьох місяців [3, 8].

Мінливість показників віку першого запліднення, тривалості тільності та віку першого отелення телиць залежно від їх приростів від народження до 90 дня наведено в таблиці 2.

Під час проведення досліджень було встановлено вірогідний вплив приростів живої маси телиць від народження до 90 дня на їх вік при першому заплідненні ($P < 0,001$). Найменший вік першого запліднення (393,4 днів) було зафіксовано для телиць, які мали середньодобовий приріст 901-1000 г, найвищий вік першого запліднення (428,2 днів) мали телиці із середньодобовим приростом 500-600 г.

Таблиця 2

Мінливість показників віку першого запліднення, тривалості тільності та віку першого отелення телиць залежно від їх приростів від народження до 90 дня

Приріст від народження до 90 днів, г	Вік телиць при першому заплідненні		Тривалість тільності		Вік першого отелення	
	<i>n</i> , гол.	$\bar{X} \pm Sx$, днів	<i>n</i> , гол.	$\bar{X} \pm Sx$, днів	<i>n</i> , гол.	$\bar{X} \pm Sx$, днів
500-600	12	428,2 $\pm$ 10,67	12	279,25 $\pm$ 1,75	12	707,4 $\pm$ 11,54
601-700	47	424,3 $\pm$ 5,94	47	274,96 $\pm$ 0,64	47	699,8 $\pm$ 6,02
701-800	93	402,3 $\pm$ 4,49	96	274,31 $\pm$ 0,54	93	675,9 $\pm$ 4,55
801-900	205	397,3 $\pm$ 2,33	206	273,90 $\pm$ 0,35	205	670,6 $\pm$ 2,38
901-1000	148	393,4 $\pm$ 2,57	146	273,41 $\pm$ 0,45	148	667,3 $\pm$ 2,72
1001-1100	33	394,3 $\pm$ 4,92	35	273,69 $\pm$ 0,71	33	668,3 $\pm$ 5,09
	$F = (5; 532) = 7,55$, $P < 0,001$		$F = (5; 536) = 3,35$, $P = 0,005$		$F = (5; 532) = 8,42$, $P < 0,001$	

Телиці, які мали низькі середньодобові прирости протягом перших трьох місяців їх життя пізніше запліднювалися, порівняно з телицями, прирости яких були на рівні 901-1000 г. Проте, вік першого запліднення телиць із середньодобовими приростами більше 1000 г теж збільшувався.

В результаті досліджень було встановлено вірогідний вплив середньодобових приростів телиць від народження до 90 днів на тривалість їх тільності ($P = 0,005$). Найдовше тільність (279,25 днів) тривала у телиць, які мали середньодобові прирости на рівні 500-600 г, найкоротша тривалість тільності (273,41 днів) була зафіксована у телиць з середньодобовими приростами 901-1000 г. Отже, отримані результати вказують на те, що у телиць з найменшими середньодобовими приростами протягом перших трьох місяців життя тривалість тільності була найдовшою.

В роботі [8] було встановлено, що за умови високої швидкості росту телиць протягом усього періоду вирощування, для зменшення віку першого отелення необхідно обмежити середньодобовий приріст живої маси на початку періоду їхнього статевого дозрівання.

Вплив середньодобових приростів живої маси телиць від народження до 90 дня на їх вік при першому отеленні теж був вірогідним ($P < 0,001$). Найвищий вік першого отелення (707,4 днів) було зафіксовано у телиць із середньодобовими приростами 500-600 г, наймолодшими при першому отеленні (667,3 дні) виявилися телиці, які мали середньодобові прирости 901-1000 г.

Отже, середньодобові прирости телиць у перші три місяці їх життя мають вірогідний вплив на їх відтворювальні якості. У наших дослідженнях встановлено, що найбажанішими середньодобовими приростами у цей період життя телиць є прирости на рівні 901-1000 г, що сприяє зниженню віку телиць при першому

заплідненні та отеленні, а також зменшенню тривалості тільності, що дає змогу здійснювати ефективний відбір поголів'я та цілеспрямовано підвищувати продуктивність тварин.

Отриманні результати досліджень вказують на те, що жива маса телиць у віці 90 днів мала вірогідний вплив на вік телиць при першому заплідненні ($P < 0,001$), тривалість тільності ($P = 0,048$) та вік першого отелення ($P < 0,001$) (табл. 3).

Встановлено тенденцію до зниження середньої оцінки віку телиць на момент першого запліднення залежно від їхньої живої маси у 90-денному віці. Найстаршими при першому заплідненні (423,9 днів) виявилися телиці, які мали живу масу у віці 90 днів на рівні 80-90 кг. Наймолодшими при першому заплідненні (386,6 днів) виявилися телиці з живою масою 131-140 кг.

Тривалість тільності коливалася в межах 273,5-276,6 днів. Найдовше вона тривала у телиць, які в 90 денному віці мали живу масу 80-90 кг, а найменше – у телиць, які мали масу 121-130 кг.

Таблиця 3

Мінливість показників віку першого запліднення, тривалості тільності та віку першого отелення телиць залежно від їх живої маси у 90 днів

Жива маса у віці 90 днів, кг	Вік телиць при першому заплідненні		Тривалість тільності		Вік першого отелення	
	н, гол.	$\bar{X} \pm Sx$, днів	н, гол.	$\bar{X} \pm Sx$, днів	н, гол.	$\bar{X} \pm Sx$, днів
80-90	17	423,9 $\pm$ 10,92	17	276,6 $\pm$ 1,53	17	700,5 $\pm$ 11,37
91-100	41	419,1 $\pm$ 6,38	42	275,6 $\pm$ 0,77	41	694,4 $\pm$ 6,47
101-110	122	402,2 $\pm$ 3,60	122	274,1 $\pm$ 0,46	122	675,6 $\pm$ 3,74
111-120	217	396,5 $\pm$ 2,28	216	273,8 $\pm$ 0,35	217	669,9 $\pm$ 2,38
121-130	121	397,6 $\pm$ 3,03	124	273,5 $\pm$ 0,46	121	671,4 $\pm$ 3,06
131-140	23	386,6 $\pm$ 4,70	24	275,0 $\pm$ 1,09	23	662,3 $\pm$ 4,63
	F = (5; 535) = 5,16, P < 0,001		F = (5; 539) = 2,25, P = 0,048		F = (5; 535) = 5,45, P < 0,001	

У тварин з живою масою у віці 90 днів на рівні 80-90 кг перше отелення відбувалося у віці 700,5 днів, тоді найраніше отелення (662,3 дні) було зафіксоване у телиць, жива маса яких була 131-140 кг. Спостерігається лінійний тренд до зменшення середньої оцінки віку телиць при першому отеленні залежно від збільшення їх живої маси у віці 90 днів.

Отриманні результати вказують на доцільність врахування живої маси телиць у віці 90 днів, адже цей показник вірогідно впливає на вік їх першого отелення і має суттєве значення для отримання ранніх отелень нетелей.

Дослідженнями встановлено, що середньодобовий приріст телиць від народження до запліднення вірогідно впливає на мінливість показників віку їх першого запліднення ($P < 0,001$) та першого отелення ($P < 0,001$) (табл. 4).

Наймолодшими при першому заплідненні (391,9 днів) були телички, середньодобовий приріст яких від народження до запліднення становив 1200-1299 г, найпізніше (439,1 днів) запліднилися тварини, приріст яких був 700-799 г. Проте при збільшенні середньодобових приростів більше 1300 г спостерігалася тенденція збільшення віку першого запліднення телиць.

Таблиця 4

Мінливість показників віку першого запліднення, тривалості тільності телиць та віку першого отелення залежно від їх середньодобових приростів

Середньодобовий приріст телиць від народження до запліднення, г	Вік першого запліднення, днів		Тривалість тільності		Вік першого отелення	
	n, гол.	$\bar{X} \pm Sx$, днів	n, гол.	$\bar{X} \pm Sx$, днів	n, гол.	$\bar{X} \pm Sx$, днів
700-799	11	439,1 $\pm$ 15,94	11	275,7 $\pm$ 1,28	11	714,8 $\pm$ 16,23
800-899	60	424,7 $\pm$ 6,73	56	273,9 $\pm$ 0,67	60	699,7 $\pm$ 7,09
900-999	134	401,8 $\pm$ 2,83	135	274,7 $\pm$ 0,45	134	675,9 $\pm$ 2,92
1000-1099	206	393,0 $\pm$ 2,16	210	273,9 $\pm$ 0,38	207	667,3 $\pm$ 2,26
1100-1199	105	396,3 $\pm$ 3,18	107	273,6 $\pm$ 0,52	105	669,6 $\pm$ 3,27
1200-1299	27	391,9 $\pm$ 5,03	28	274,5 $\pm$ 0,77	27	666,3 $\pm$ 5,18
>1300	5	397,8 $\pm$ 8,30	5	271,0 $\pm$ 0,84	5	668,8 $\pm$ 8,03
	F = (6; 541) = 9,21, P < 0,001		F = (6; 545) = 0,97, P = 0,446		F = (6; 542) = 9,06, P < 0,001	

Наймолодшими (666,3 днів) отелилися телички, середньодобові прирости яких від народження до запліднення були на рівні 1200-1299 г, пізніше всіх (714,8 днів) отелилися первістки з середньодобовими приростами 700-799 г.

Вплив середньодобових приростів телиць від народження до запліднення на тривалість їх тільності був невірогідним (P = 0,446).

Отриманні результати вказують на доцільність врахування показника середньодобових приростів телиць від народження до запліднення, адже цей показник вірогідно впливає на їх вік при першому заплідненні та отеленні.

Під час досліджень було встановлено вірогідний вплив живої маси телиць у віці 250 днів на мінливість показників віку їх першого запліднення (P < 0,001), тривалості тільності (P = 0,003) та віку першого отелення (P < 0,001) (табл. 5).

Таблиця 5

Мінливість показників віку першого запліднення, тривалості тільності телиць та віку першого отелення залежно від живої маси у віці 250 днів

Жива маса у віці 250 днів, кг	Вік першого запліднення, днів		Тривалість тільності		Вік першого отелення	
	n, гол.	$\bar{X} \pm Sx$, днів	n, гол.	$\bar{X} \pm Sx$, днів	n, гол.	$\bar{X} \pm Sx$, днів
225-249	42	435,4 $\pm$ 7,68	41	276,7 $\pm$ 0,76	44	713,1 $\pm$ 7,89
250-274	79	405,6 $\pm$ 4,63	76	274,6 $\pm$ 0,62	80	681,4 $\pm$ 4,96
275-299	194	393,6 $\pm$ 2,18	198	273,4 $\pm$ 0,40	209	672,7 $\pm$ 2,86
300-324	125	396,0 $\pm$ 2,92	129	274,3 $\pm$ 0,42	133	675,5 $\pm$ 3,86
325-349	28	395,8 $\pm$ 4,74	27	272,0 $\pm$ 1,02	29	670,2 $\pm$ 5,94
>350	5	391,8 $\pm$ 7,36	5	273,4 $\pm$ 1,60	5	665,2 $\pm$ 7,85
	F = (5; 467) = 10,93, P < 0,001		F = (5; 470) = 2,87, P = 0,003		F = (5; 494) = 6,93, P < 0,001	

Серед дослідних телиць раніше всіх (у 391,8 днів) запліднювалися тварини, жива маса яких у віці 250 днів була більше 350 кг, пізніше всіх (у 435,4 дні) запліднювалися телиці з живою масою 225-249 кг.

За даними авторів [4, 6] збільшення живої маси телиць у процесі вирощування не завжди сприяє зниженню віку їхнього плідного осіменіння. Цей показник, так само як і параметри продуктивності корів, залежить також від рівня скороспілості худоби.

Проте отримані результати вказують на значний вплив живої маси тварин у віці 250 днів на їх запліднюваність і чим вища жива маса телиць, тим швидше вони запліднюються ($P < 0,001$).

Найменшою тривалістю тільності (272,0 дні) була у телиць, жива маса яких у віці 250 днів становила 325-349 кг, найдовшою (276,7 днів) – при живій масі телиць 225-249 кг ($P = 0,003$).

Вік першого отелення телиць, залежно від живої маси тварин у віці 250 днів, коливався в межах 665,2-713,1 днів. Найменшим віком отелення характеризувалися телиці, жива маса яких в 250 днів була більшою 350 кг, тоді як найпізніші отелення були притаманні для телиць з живою масою 225-249 кг ($P < 0,001$).

Висновки. Таким чином, проведені дослідження засвідчили, що середньодобові прирости живої маси телиць у період від народження до 90-го дня мають статистично значущий вплив на вік першого запліднення ($P < 0,001$), тривалість тільності ($P = 0,005$) і вік першого отелення ($P < 0,001$).

Отримані результати також підтверджують вірогідний вплив живої маси телиць у 90-денному віці на їхній вік при першому заплідненні ($P < 0,001$), тривалість тільності ($P = 0,048$) і вік першого отелення ($P < 0,001$).

Дослідження підтвердили, що середньодобовий приріст телиць від народження до запліднення має статистично значущий вплив на варіацію віку першого запліднення ($P < 0,001$) і першого отелення ($P < 0,001$).

Також було встановлено, що жива маса телиць у 250-денному віці вірогідно впливає на вікові показники першого запліднення ($P < 0,001$), тривалість тільності ($P = 0,003$) та вік першого отелення ($P < 0,001$).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Антоненко С. Ф. Вплив інтенсивності вирощування телиць української чорно-рябої молочної породи в різні вікові періоди на майбутню молочну продуктивність. *Розведення та селекція*. 2020. Вип. 59. С. 17-25.
2. Башенко М. І., Бойко О. В., Гончар О. Ф., Сотніченко Ю. М., Ткач Є. Ф. Вплив генотипових і паратипових факторів на продуктивність молочної худоби. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 3 (804). С. 55-60. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202003-08>.
3. Борщ О. О., Рубан С. Ю. Продуктивні та відтворні ознаки корів залежно від їхньої вгодованості перед отеленням. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2015. № 2. С. 12-17.
4. Вербельчук, І. М., Носевич, Д. К., Бородіна, О. В. Зв'язок між швидкістю росту та віком плідного осіменіння телиць української чорно-рябої молочної породи за умов інтенсивного вирощування. *Тваринництво та технології харчових продуктів*. 2018. № 289. С. 144-152.
5. Димчук А. В., Понько Л. П. Вплив генотипових та паратипових факторів на реалізацію молочної продуктивності корів. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2023. 106(6). [http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi6\(106\).2023.012](http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi6(106).2023.012).
6. Димчук А. В., Понько Л. П. Вплив живої маси, віку першого осіменіння та отелення на молочну продуктивність корів. *Наукові доповіді НУБіП України*, 2022. 98(4). <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2022.04.009>.

7. Іляшенко Г. Д. Зв'язок молочної продуктивності корів з живою масою і віком при першому осіменінні. *Розведення і генетика тварин*. 2017. № 54. С. 45-50.
8. Климковецький А. А., Носевич Д. К. Продуктивність первісток української чорно-рябої молочної породи за різного вагового росту телиць. *Тваринництво та технології харчових продуктів: наук. журнал НУБіП України*, Київ, 2020. Том 11, № 3. С. 22-33. <https://doi.org/10.31548/animal2020.03.022>.
9. Лівінський А. І. Вплив віку та живої маси корів-первісток на збереженість ремонтного молодняку в період його вирощування. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2016. Вип. 76(2). С. 37-42.
10. Пославська Ю. В., Федорович Є. І., Боднар П. В. Залежність молочної продуктивності корів української чорно-рябої молочної породи від живої маси і віку при першому осіменінні та першому отеленні. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія : Тваринництво*. 2016. № 5. С. 89-95.
11. Ставецька Р. В. Ефективність формування стад молочної худоби вітчизняної та зарубіжної селекції: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : 06.02.01. Чубинське, 2003. 19 с.
12. Коропець Л. А., Лук'янчук Н. В., Бризіцька М. І. Молочна продуктивність корів української червоної молочної породи залежно від живої маси та віку осіменіння. *Науковий вісник НУБіП України. Серія : Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2013. № 190. С. 329-335.
13. Крамаренко С. С., Луговий С. І., Лихач А. В., Крамаренко О. С. Аналіз біометричних даних у розведенні та селекції тварин : навчальний посібник. Миколаїв : МНАУ, 2019. 211 с.
14. Шевчук Б. І. Вплив вирощування теличок у молозивно-профілакторний і молочний періоди на майбутню молочну продуктивність корів-первісток. *Науково-технічний бюлетень ІТ НААН*. 2016. № 116. С. 186-192.
15. Boligon A.A., & Albuquerque, L.G. Genetic parameters and relationships of heifer pregnancy and age at first calving with weight gain, yearling and mature weight in Nelore cattle. 2011. *Livestock Science*, 141, 12-16.
16. Daniels K. M. Dairy heifer mammary development. In Proceedings of the 19th Annual Tri-State Dairy Nutrition Conference, Grand Wayne Center, Fort Wayne, Indiana, USA, 20-21 April, 2010, (pp. 69-76).
17. Hammer Ø., Harper D. A., Ryan P. D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*. 2001. # 4. P. 1-9.
18. Krpalkova L, Cabrera V, Vacek M, Stipkova M, Stadnik L, Crump P. Effect of prepubertal and postpubertal growth and age at first calving on production and reproduction traits during the first 3 lactations in Holstein dairy cattle. *J Dairy Sci*. 2014. 97(5):3017-27. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-7419>.
19. Mark. A. Crowe, Miel Hostens & Geert Opsomer. Reproductive management in dairy cows – the future. *Irish Veterinary Journal*. 2018. V. 71, Article number: 1. doi: <https://irishvetjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13620-017-0112-y>.
20. Sung M. et al. Effect of Age at First Calving on Productive and Reproductive Performance in Dairy Cattle. *Journal of Veterinary Clinics*. 2016. Vol.33. No. 2.P.93-96. <http://dx.doi.org/10.17555/jvc.2016.04.33.2.93>.

УДК 636.084.41:636.5

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.24>

ВИКОРИСТАННЯ РАЦІОНІВ ЗІ ЗНИЖЕНИМИ РІВНЯМИ СИРОГО ПРОТЕЇНУ В ГОДІВЛІ ПТИЦІ

Мандрига М.В. – аспірант кафедри годівлі тварин та технології кормів імені П.Д. Пшеничного,

Національний університет біоресурсів і природокористування України
orcid.org/0009-0003-8807-0301

Сичов М.Ю. – д.с.-г.н., професор,

завідувач кафедри годівлі тварин та технології кормів імені П.Д. Пшеничного,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
orcid.org/0000-0002-6319-9876

Актуальним завданням у промисловому птахівництві є забезпечення годівлі, яка повністю відповідає рівню продуктивності та фізіологічним вимогам кожної категорії птиці, забезпечуючи при цьому фінансову рентабельність. Витрати на корми, на які припадає приблизно 65–75 % витрат на виробництво м'яса курчат-бройлерів, постійно зростають, і серед них сирий протеїн становить приблизно 15 % від загальної вартості кормів. Тому, необхідні стратегії для підвищення стійкості виробництва м'яса птиці для задоволення зростаючого глобального попиту з обмеженим впливом на навколишнє середовище. Зниження вмісту сирого протеїну у раціонах для бройлерів є однією з таких стратегій, яка зменшує втрати азоту і викиди аміаку та є альтернативою щодо використання дорогої протеїнової сировини, такої як соєвий шрот. Тому метою даної роботи було дослідження та узагальнення даних щодо використання раціонів зі зниженими рівнями сирого протеїну в годівлі птиці. Показано, що застосування раціонів зі зниженими рівнями сирого протеїну не чинить негативного впливу на інтенсивність росту, ефективність використання корму та вихід грудного м'яса у курей, однак сприяє незначному підвищенню вмісту абдомінального жиру. Досягнення такого ефекту можливе лише за доповнення раціонів зі зниженим вмістом сирого протеїну адекватними рівнями синтетичних амінокислот. Крім того, раціони з низьким вмістом сирого протеїну знижують засвоюваність поживних речовин і споживання та виділення азоту, але не впливають негативно на загальний ріст курей, ймовірно, через покращену ефективність використання азоту. Зменшення рівня сирого протеїну у раціоні також має сприятливий вплив на здоров'я кишкового трактів птиці через зменшення надходження неперетравленого протеїну до товстого кишкового трактів, що обмежує розповсюдження умовно-патогенних мікроорганізмів. Добробут курей також покращується через зниження вологості підстилки та рівня виникнення захворювань кінцівок.

Ключові слова: сирий протеїн, кури, бройлери, продуктивність, жива маса, інтенсивність росту, ефективність використання корму, засвоюваність поживних речовин.

Mandryga M.V., Sychov M.Yu. Use of diets with reduced crude protein levels in poultry feeding

A pressing task in industrial poultry farming is to provide feeding that fully meets the productivity and physiological requirements of each poultry category, while ensuring financial profitability. Feed costs, which account for approximately 65–75% of broiler chicken meat production expenses, are constantly increasing. Among them, crude protein accounts for approximately 15% of the total feed cost. Therefore, strategies are needed to improve the sustainability of poultry meat production to meet the growing global demand with a limited environmental impact. Reducing the crude protein content in broiler diets is one strategy that reduces nitrogen losses and ammonia emissions and is an alternative to using expensive raw protein materials such as soybean meals. Therefore, this work aimed to investigate and summarise data on using diets with reduced crude protein levels in poultry feeding. It has been shown that using diets with reduced crude protein levels does not hurt growth rate, feed efficiency and breast

muscle yield in chickens, but contributes to a slight increase in abdominal fat content. Achieving such an effect is possible only if diets with reduced crude protein content are supplemented with adequate levels of synthetic amino acids. In addition, diets with low crude protein content reduce nutrient digestibility and nitrogen intake and excretion, but do not negatively affect the overall growth of chickens, probably due to improved nitrogen use efficiency. Reducing the level of crude protein in the diet also has a beneficial effect on the health of the poultry intestine by decreasing the flow of undigested protein to the large intestine, which limits the spread of opportunistic microorganisms. Chicken welfare is also improved by reducing litter moisture and the incidence of limb diseases.

Key words: *crude protein, chickens, broilers, productivity, live weight, growth rate feed efficiency, nutrient digestibility.*

Актуальність теми дослідження. Світовий попит на м'ясо птиці невинно зростає. У 2020 році на м'ясо птиці припадав 41 % світового споживання м'яса, а до 2030 року, як очікується, становитиме 52 % [1]. Найактуальнішою проблемою у птахівництві є забезпечення годівлі, яка повністю відповідає продуктивності та фізіологічним вимогам кожної категорії птиці, забезпечуючи при цьому фінансову рентабельність [2]. Витрати на корми, на які припадає приблизно 65–75 % витрат на виробництво м'яса курчат-бройлерів, постійно зростають, і серед них сирий протеїн становить приблизно 15 % від загальної вартості кормів [3]. Тому, необхідні стратегії для підвищення стійкості виробництва м'яса птиці для задоволення зростаючого глобального попиту з обмеженим впливом на навколишнє середовище. Зниження вмісту сирого протеїну у раціонах для бройлерів є однією з таких стратегій, яка зменшує втрати азоту і викиди аміаку [4] та є альтернативою щодо використання дорогої протеїнової сировини, такої як соєвий шрот [5]. Зниження рівня сирого протеїну з 22,4 до 17,9 % у раціонах бройлерів різної статі зумовлює зниження виділення азоту на 19,2 % [6], а зниження рівня сирого протеїну на 1 % у кормах для птиці може заощадити 5 доларів США на 1 т корму [3].

Постановка проблеми. Дослідження та узагальнення даних щодо використання раціонів зі зниженими рівнями сирого протеїну в годівлі птиці.

Результати досліджень. Рядом досліджень [7, 8] показано, що застосування раціонів зі зниженими рівнями сирого протеїну не чинить негативного впливу на інтенсивність росту, ефективність використання корму та вихід грудного м'яса у курей. Зокрема, зниження рівня сирого протеїну у раціонах бройлерів з 19 до 17 % не погіршило прирости живої маси, кінцеву масу тіла 35-добовому віці, споживання корму або коефіцієнт конверсії корму [9]. Ці автори також виявили, що хоча зниження рівня сирого протеїну у вищезазначеному діапазоні не вплинуло на вихід грудного м'яса, однак призвело до незначного збільшення вмісту абдомінального жиру – з 2,16 % при 19 % сирого протеїну до 2,45 % при 17 % сирого протеїну. Подібні висновки також були отримані Lambert W. з колегами [7], які використовували експериментальні раціони з вмістом сирого протеїну у діапазоні від 18,9 до 17,1 % у фазі вирощування та від 17,1 до 15,3 % у фазі завершення росту курчат-бройлерів та повідомили про відсутність їх значного впливу на інтенсивність росту чи вихід тушки. Важливо відзначити, що в цих дослідженнях потреби в амінокислотах були адекватно задоволені шляхом доповнення раціонів зі зниженим вмістом сирого протеїну синтетичними амінокислотами.

У недавньому мета-аналізі de Rauglaudre T. і ін. [10] показали, що зниження рівня сирого протеїну в середньому на 1,62 % і максимум до 3,22 % за належного дотримання норм амінокислот забезпечує збереженням рівня інтенсивності росту курей та утриманням азоту в їх організмі. За даними Benahmed S. і ін. [8], продуктивність курей, включаючи приріст маси тіла та коефіцієнт конверсії

корму, упродовж усього експерименту (0–35 діб), не зазнавала впливу експериментальних раціонів, незважаючи на значне зниження споживання ними азоту (-7,5 і -11,9 % для рівня сирого протеїну -1,5 і -3,0 % відповідно).

Слід зазначити, що за використання раціонів з низьким рівнем сирого протеїну, нижча інтенсивність росту спостерігалася на початку періоду вирощування курчат-бройлерів (7–21 доба або 1–28 доба) [4], але після цього відбувається компенсаторний ріст, який призводить до вищої кінцевої маси тіла [11]. Відомо [12], що ця здатність до компенсаторного росту вища у півників, за цього рівень харчового протеїну, який забезпечується упродовж періоду компенсаторного росту, є дуже важливим. Deschepper K. і de Groote G. [13] пояснили, що компенсаторний ріст відбувається, незважаючи на використання раціонів з низьким рівнем сирого протеїну, оскільки потреба у протеїні та амінокислотах у бройлерів зменшується з віком. З цієї точки зору, низька початкова інтенсивність росту, очевидно, пов'язана з недостатнім забезпеченням сирого протеїну. Проте, із збільшенням віку птиці, отримуваний рівень сирого протеїну стає нормативним до віку, що сприяє компенсаторному росту та, як наслідок, нормативній кінцевій масі тіла.

Подібні результати, які доводять, що зниження рівнів сирого протеїну у раціонах, до яких належним чином додано необхідні амінокислоти, не чинить негативного впливу на інтенсивність росту бройлерів, були підтверджені рядом досліджень [14, 15]. Водночас, за даними інших авторів [4, 16], приріст живої маси та коефіцієнт конверсії корму зменшуються зі зниженням рівня сирого протеїну у раціонах птиці.

Зниження рівня сирого протеїну у кормах призводить до надмірного катаболізму амінокислот і накопичення токсичного аміаку внаслідок амінокислотного дисбалансу в раціоні, що знижує споживання корму та прирости живої маси у бройлерів [17]. Крім того, кури, яких годували раціонами, що містять менше 19 % сирого протеїну, підтримуючи рівень незамінних амінокислот, характеризуються зниженням інтенсивності росту та швидкості конверсії корму. Зокрема, чим молодші курчата, тим чутливіші вони до поживних речовин, тому низькі рівні сирого протеїну можуть мати більший вплив на їх організм [14]. Крім того, відомо, що бройлери споживають корм, поки не задовольняють свої потреби в поживних речовинах. Однак, у випадку використання раціонів з низьким рівнем сирого протеїну малий об'єм шлунку та низький об'єм слини молодих курчат можуть бути проблематичними для достатнього споживання поживних речовин, що може призвести до низького використання поживних речовин і негативно вплинути на продуктивність [18].

Зниження рівня сирого протеїну в раціонах суттєво впливає на засвоюваність поживних речовин і ефективність утилізації азоту у бройлерів [4]. Зниження рівня сирого протеїну в раціонах знижує засвоюваність протеїну в організмі птиці, зменшує екскрецію азоту приблизно на 10 % [19]. Крім того, використання раціонів з низьким вмістом протеїну знижує загальну перетравність корму та загальний коефіцієнт утримання азоту у бройлерів [20]. Однак інші дослідження показали, що рівні сирого протеїну в раціоні не впливають на засвоюваність корму у птиці [21]. Крім того, було показано, що раціони з надмірно низьким вмістом сирого протеїну зменшують площу поверхні епітеліальних клітин ворсинок у тонкій кишці бройлерів і сприяють накопиченню абдомінального жиру, потенційно погіршуючи використання поживних речовин [20]. Крім того, коли рівень сирого протеїну у раціоні було знижено на 3 %, використання азоту покращилося, а втрата маси тіла зменшилася. Таким чином, раціони з низьким вмістом сирого

протеїну знижують засвоюваність поживних речовин і знижують споживання та виділення азоту, але не впливають негативно на загальний ріст курей, ймовірно, через покращену ефективність азоту [4].

Зменшення рівня сирого протеїну у раціоні також має сприятливий вплив на здоров'я кишківника птиці через зменшення надходження неперетравленого протеїну до товстого кишківника, що обмежує розповсюдження умовно-патогенних мікроорганізмів [22]. Добробут птиці також покращується, і було доведено лінійний зв'язок між зниженим вмістом сирого протеїну у раціоні (з 20,8 до 17,8 %) та зниженням вологості підстилки, що значно знизило рівень пододерматиту зі 143 при 20,8 % сирого протеїну до 39 при 17,8 % сирого протеїну. Зменшення вологості підстилки, ймовірно, є результатом зменшення споживання води птицею, яка отримує раціон зі зниженим рівнем сирого протеїну. Було підраховано, що зниження рівня сирого протеїну з 19 % до 17 % зменшило щоденне споживання води на 20,6 мл/гол та знизило вологість підстилки на 2,2 % [19].

Якість м'яса є фактором, який впливає на економічну ефективність галузі птахівництва [23]. Такі характеристики тушок, як зовнішній вигляд, консистенція, соковитість, водянистість, твердість, ніжність, запах і смак, сприяють прийняттю споживачем рішення про покупку продукту [24]. Крім того, вологоутримуюча здатність, сила зсуву, втрати при варінні, pH, термін придатності, розчинність білка і ін. є важливими характеристиками курятини для переробних підприємств, які беруть участь у виробництві м'ясних продуктів із доданою вартістю [24]. На ці показники якості м'яса впливають різні чинники, але серед них значний вплив має раціон птиці, тому велика увага приділяється встановленню рівня поживності раціону [23, 24]. Yalçın S.U.Z.A.N. та ін. [25] виявили, що різні рівні сирого протеїну у раціоні для бройлерів впливають на колір м'яса. Niu Z. та ін. [26] повідомили, що рівень сирого протеїну впливає на колір м'яса і вологоутримуючу здатність, але не впливає на силу зсуву та pH. З даними Son J. і ін. [4], колір м'яса інтенсивнішає зі зниженням рівня сирого протеїну, а високі показники вологоутримуючої здатності спостерігались за зниження рівня сирого протеїну на 1 %.

Рівень сирого протеїну у раціоні також впливає на поживність курячого м'яса [27]. Низькі рівні сирого протеїну знижують вміст протеїну, але, як відомо, значно збільшують накопичення абдомінального жиру в організмі, що призводить до вищого вмісту ліпідів у тушці птиці [2, 28]. Насправді Wang et al. [28] виявили, що використання раціонів з низьким вмістом сирого протеїну збільшує утримання жиру та підвищує вміст ліпідів у птиці замість того, щоб зменшувати накопичення азоту в її організмі. Цей результат може бути пов'язаний зі зниженим синтезом білка під час використання раціонів з низьким рівнем сирого протеїну, що призводить до накопичення жиру у результаті надлишку енергії [29]. Однак Benahmed та ін. [8] виявили, що низькі рівні сирого протеїну можуть не мати значного впливу на м'язовий білок і суху речовину. З даними Son J. і ін. [4], вміст сирого жиру збільшується зі зниженням рівня сирого протеїну у раціоні, але вміст протеїну не змінюється. З цієї точки зору, важливо встановити оптимальні рівні сирого протеїну в раціоні курчат-бройлерів, які будуть економічно вигідними для виробників та, водночас, будуть забезпечувати потреби споживачів з точки зору зовнішнього вигляду м'яса та вмісту у ньому поживних речовин.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Застосування раціонів зі зниженими рівнями сирого протеїну не чинить негативного впливу на інтенсивність росту, ефективність використання корму та вихід грудного м'яза у курей, однак сприяє незначному підвищенню вмісту абдомінального жиру. Досягнення

такого ефекту можливе лише за доповнення раціонів зі зниженим вмістом сирого протеїну адекватними рівнями синтетичних амінокислот. Крім того, раціони з низьким вмістом сирого протеїну знижують засвоюваність поживних речовин і споживання та виділення азоту, але не впливають негативно на загальний ріст курей, ймовірно, через покращену ефективність використання азоту. Зменшення рівня сирого протеїну у раціоні також має сприятливий вплив на здоров'я кишківника птиці через зменшення надходження неперетравленого протеїну до товстого кишківника, що обмежує розповсюдження умовно-патогенних мікроорганізмів. Добробут курей також покращується через зниження вологості підстилки та рівня виникнення пододерматитів.

Подальші дослідження можуть бути спрямовані на встановлення оптимальних рівнів сирого протеїну в раціоні курчат-бройлерів, які будуть економічно вигідними для виробників та, водночас, будуть забезпечувати потреби споживачів з точки зору зовнішнього вигляду м'яса та вмісту у ньому поживних речовин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. OECD/FAO. *Agricultural Outlook 2022–2031: Meat*. OECD Publishing: Paris, France, 2022.
2. Usturoi M.G., Radu-Rusu R.M., Usturoi A., Simeanu C., Doliş M.G., Raţu R.N., Simeanu D. Impact of different levels of crude protein on production performance and meat quality in broiler selected for slow growth. *Agriculture*. 2023. Vol. 13. P. 427. doi:10.3390/agriculture13020427
3. Badawi M.E.S., Ali A.H., El-Razik W.M.A., Soliman M.H. Influence of low crude protein diets on broiler chickens performance. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*. 2019. Vol. 7. P. 26–33. doi:10.17582/journal.aavs/2019/7.s2.26.33
4. Son J., Lee W.-D., Kim C.-H., Kim H., Hong E.-C., Kim H.-J. Effect of Dietary Crude Protein Reduction Levels on Performance, Nutrient Digestibility, Nitrogen Utilization, Blood Parameters, Meat Quality, and Welfare Index of Broilers in Welfare-Friendly Environments. *Animals*. 2024. Vol. 14(21). P. 3131. doi:10.3390/ani14213131
5. Marchal L., Bello A., Archer G., Sobotik E.B., Dersjant-Li Y. Total replacement of soybean meal with alternative plant-based ingredients and a combination of feed additives in broiler diets from 1 day of age during the whole growing period. *Poultry Science*. 2024. Vol. 103(7). P. 103854. doi:10.1016/j.psj.2024.103854
6. Lemme A., Hiller P., Klahsen M., Taube V., Stegemann J., Simon I. Reduction of dietary protein in broiler diets not only reduces n-emissions but is also accompanied by several further benefits. *Journal of Applied Poultry Research*. 2019. Vol. 28(4). P. 867–880. doi:10.3382/japr/pfz045
7. Lambert W., Chalvon-Demersay T., Bouvet R., Grandmaison J.L.C., Fontaine S. Reducing dietary crude protein in broiler diets does not compromise performance and reduces environmental impacts, independently from the amino acid density of the diet. *Journal of Applied Poultry Research*. 2022. Vol. 31(4). P. 1056–6171. doi:10.1016/j.japr.2022.100300
8. Benahmed S., Askri A., de Rauglaudre T., Létourneau-Montminy M.-P., Alnahhas N. Effect of reduced crude protein diets supplemented with free limiting amino acids on body weight, carcass yield, and breast meat quality in broiler chickens. *Poultry Science*. 2023. Vol. 102(11). P. 103041. doi:10.1016/j.psj.2023.103041
9. Belloir P., Méda B., Lambert W., Corrent E., Juin H., Lessire M., Tesseraud S. Reducing the CP content in broiler feeds: impact on animal performance, meat quality and nitrogen utilization. *Animal*. 2017. Vol. 11(11). P. 1881–1889. doi:10.1017/S1751731117000660
10. de Rauglaudre T., Méda B., Fontaine S., Lambert W., Fournel S., Letourneau M.-P. Meta-analysis of the effect of low-protein diets on the growth performance, nitrogen

excretion, and fat deposition in broilers. *Frontiers in Animal Science*. 2023. Vol. 4. doi:10.3389/fanim.2023.1214076

11. Kamely M., He W., Wakaruk J., Whelan R., Naranjo V., Barreda D.R. Impact of reduced dietary crude protein in the starter phase on immune development and response of broilers throughout the growth period. *Frontiers in Veterinary Science*. 2020. Vol. 7. P. 436. doi:10.3389/fvets.2020.00436

12. Eits R.M., Kwakkel R.P., Verstegen M.W.A., Emmans G.C. Responses of broiler chickens to dietary protein: Effects of early life protein nutrition on later responses. *British Poultry Science*. 2003. Vol. 44. P. 398–409. doi:10.1080/0007166031000035544

13. Deschepper K., de Groote G. Effect of dietary protein, essential and non-essential amino acids on the performance and carcass composition of male broiler chickens. *British Poultry Science*. 1995. Vol. 36. P. 229–245. doi:10.1080/00071669508417772

14. Brandejs V., Kupcikova L., Tvrdon Z., Hampel D., Lichovnikova M. Broiler chicken production using dietary crude protein reduction strategy and free amino acid supplementation. *Livestock Science*. 2022. Vol. 258. P. 104879. doi:10.1016/j.livsci.2022.104879

15. Wang C., Yuan T., Yang J., Zheng W., Wu Q., Zhu K., Mou X., Wang L., Nie K., Li X., et al. Responses of combined non-starch polysaccharide enzymes and protease on growth performance, meat quality, and nutrient digestibility of yellow-feathered broilers fed with diets with different crude protein levels. *Frontiers in Veterinary Science*. 2022. Vol. 9. P. 946204. doi:10.3389/fvets.2022.946204

16. Liu S., Ma T., Wei Z., Bai G., Liu H., Xu D., Shan Z., Wang F. Study about thermal runaway behavior of high specific energy density Li-ion batteries in a low state of charge. *Journal of Energy Chemistry*. 2021. Vol. 52. P. 20–27. doi:10.1016/j.jchem.2020.03.029

17. Hejdysz M., Bogucka J., Ziółkowska E., Perz K., Jarosz Ł., Ciszewski A., Nowaczewski S., Ślósarz P., Kaczmarek S.A. Effects of low crude protein content and glycine supplementation on broiler chicken performance, carcass traits, and litter quality. *Livestock Science*. 2022. Vol. 261. P. 104930. doi:10.1016/j.livsci.2022.104930

18. Lee W.D., Kim H.J., Kim H., Hong E.C., Kim C.H., Kang H.K., Byun S.J., Son J. Dietary energy levels affect productivity, meat quality, blood variables, energy efficiency and welfare indicators in broilers under welfare rearing conditions. *Italian Journal of Animal Science*. 2024. Vol. 23. P. 1325–1335. doi:10.1080/1828051X.2024.2398175

19. Alfonso-Avila A.R., Cirot O., Lambert W., Létourneau-Montminy M.P. Effect of low-protein corn and soybean meal-based diets on nitrogen utilization, litter quality, and water consumption in broiler chicken production: insight from meta-analysis. *Animal*. 2022. Vol. 16(3). P. 100458. doi:10.1016/j.animal.2022.100458

20. Jabbar A., Tahir M., Khan R.U., Ahmad N. Interactive effect of exogenous protease enzyme and dietary crude protein levels on growth and digestibility indices in broiler chickens during the starter phase. *Tropical Animal Health and Production*. 2021. Vol. 53. P. 23. doi:10.1007/s11250-020-02466-5

21. Vieira S.L., Angel C.R., Miranda D.J.A., Favero A., Cruz R.F.A., Sorbara J.O.B. Effects of a monocomponent protease on performance and protein utilization in 1-to 26-day-of-age turkey poults. *Journal of Applied Poultry Research*. 2013. Vol. 22. P. 680–688. doi:10.3382/japr.2012-00558

22. Greenhalgh S., Chrystal P.V., Selle P.H., Liu S.Y. Reduced-crude protein diets in chicken-meat production: justification for an imperative. *World's Poultry Science Journal*. 2020. Vol. 76(3). P. 537–548. doi:10.1080/00439339.2020.1789024

23. Dong L., Li Y., Zhang Y., Zhang Y., Ren J., Zheng J., Diao J., Ni H., Yin Y., Sun R., et al. Effects of organic zinc on production performance, meat quality, apparent nutrient digestibility and gut microbiota of broilers fed low-protein diets. *Scientific Reports*. 2023. Vol. 13. P. 10803. doi:10.1038/s41598-023-37867-7

24. Mir N.A., Rafiq A., Kumar F., Singh V., Shukla V. Determinants of broiler chicken meat quality and factors affecting them: A review. *Journal of Food Science and Technology*. 2017. Vol. 54. P. 2997–3009. doi:10.1007/s13197-017-2789-z
 25. Yalçın S.U.Z.A.N., Özkul H., Özkan S.E.Z.E.N., Gous R., Yaşa İ.H.S.A.N., Babacanoglu E. Effect of dietary protein regime on meat quality traits and carcass nutrient content of broilers from two commercial genotypes. *British Poultry Science*. 2010. Vol. 51. P. 621–628. doi:10.1080/00071668.2010.520302
 26. Niu Z., Shi J., Liu F., Wang X., Gao C., Yao L. Effects of dietary energy and protein on growth performance and carcass quality of broilers during starter phase. *International Journal of Poultry Science*. 2009. Vol. 8. P. 508–511. doi:10.3923/ijps.2009.508.511
 27. Barteczko J., Lasek O. Effect of varied protein and energy contents in mixture on meat quality of broiler chicken. *Slovak Journal of Animal Science*. 2008. Vol. 41. P. 173–178.
 28. Wang Y.B., Wang Y., Lin X.J., Gou Z.Y., Fan Q.L., Ye J.L., Jiang S.Q. Potential effect of acidifier and amylase as substitutes for antibiotic on the growth performance, nutrient digestion and gut microbiota in yellow-feathered broilers. *Animals*. 2020. Vol. 10. P. 1858. doi:10.3390/ani10101858
 29. Yu Y., Ai C., Luo C., Yuan J. Effect of Dietary Crude Protein and Apparent Metabolizable Energy Levels on Growth Performance, Nitrogen Utilization, Serum Parameter, Protein Synthesis, and Amino Acid Metabolism of 1-to 10-Day-Old Male Broilers. *International Journal of Molecular Sciences*. 2024. Vol. 25. P. 7431. doi:10.3390/ijms25137431
-

УДК 633.416: 631.53.04: 631.526.3:631.558:631.56(477.4)(292.485)
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.25>

ВПЛИВ СОРТУ, ГУСТОТИ РОСЛИН, СТРОКІВ ЗБИРАННЯ ВРОЖАЮ КОРЕНЕПЛОДІВ КОРМОВИХ БУРЯКІВ НА ЗБЕРІГАННЯ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Овчарук В.І. – д.с.-г.н.,

професор кафедри садівництва і виноградарства,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
orcid.org/0000-0003-2115-0916

Овчарук О.В. – д.с.-г.н.,

професор кафедри рослинництва,
Національний університет біоресурсів і природокористування
orcid.org/0000-0002-1117-962X

Євстафіїва Ю.М. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри технологій виробництва і переробки продукції тваринництва,
докторант,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
orcid.org/0000-0001-5914-893X

Для широкого вирощування коренеплодів буряків кормових та ефективного використання біологічного потенціалу сорту і природно-кліматичних умов Правобережного Лісостепу України, важливе значення має теоретичне та наукове обґрунтування агро-технічних елементів технології, підбору за врожайністю і якістю сортів, густоти розміщення рослин у посіві, строки збирання, та їх зберігання.

Одним із найбільш трудомістким процесом у технології вирощування коренеплодів кормових буряків – це збирання врожаю, що складає понад 50% загальних їх витрат. Більшість районованих сортів і гібридів є малоприсадибними до механізованого збирання, що призводить до втрат врожаю. В технічній стиглості коренеплоди набувають товарного вигляду і використовуються для годівлі тварин, переробки та зберігання. Для забезпечення коренеплодами в конвеєрному використанні, збирання врожаю проводиться після настання технічної стиглості в оптимальні строки – впродовж одного-двох тижднів тоді, як в подальшому спостерігається їх розтріскування, що впливає на якість зберігання. Основою успішною зберігання коренеплодів є правильний підбір сортів, які мають відносну стійкість до різних хвороб, строки збирання, густина рослин, строки збирання врожаю, що впливає на період зберігання продукції в осінньо-зимовий період.

Кращими строком збирання коренеплодів кормових буряків для тривалого зберігання сорту Адра, Славія, Рекорд Полі Біс є 13-15.09 із загальними втратами 3,0; 3,9 і 1,7%, із них частково вражені гниллю – 2,0; 1,9 і 0,7% від загальної маси коренеплодів.

Сорти, густина рослин і період зберігання (210 діб) вплинули на втрати загальної маси коренеплодів. За увесь період зберігання найбільші втрати маси сорту Адра відмічено від густоти рослин 100 тис. шт./га – 15,6%, сорту Славія – від густоти 110 тис. шт./га – 16,2% і сорту Рекорд Полі Біс – густоти 80 тис. шт./га – 18,2%.

За зміною вмісту показники сухої речовини в період зберігання коренеплодів сорту Адра втрати становили 1,3-1,4% за густоти до 80, 90 і 110 тис. шт./га, Славія 90, 80 і 110 тис. шт./га – 0,9-1,1% і сорту Рекорд Полі Біс до 100 тис. шт./га – 1,8-2,3%.

Ключові слова: коренеплоди, строки збирання, сорт, період зберігання, густина рослин, якісні показники.

Ovcharuk V.I., Ovcharuk O.V., Yevstafieva Yu.M. Influence of variety, plant density, harvesting period of feed beet roots on storage in the conditions of the Right-Bank Forest Steppe of Ukraine

For the widespread cultivation of fodder beet root crops and the effective use of the biological potential of the variety and the natural and climatic conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine, it is important to have a theoretical and scientific justification of the agrotechnical elements of the technology, selection of varieties for yield and quality, plant density in the crop, harvesting times, and their storage.

One of the most labor-intensive processes in the technology of growing fodder beet roots is harvesting, which accounts for more than 50% of their total costs. Most zoned varieties and hybrids are poorly suited for mechanized harvesting, which leads to crop losses. In technical ripeness, root crops acquire a marketable form and are used for animal feeding, processing and storage. To provide root crops for conveyor use, harvesting is carried out after the onset of technical ripeness at the optimal time – within one to two weeks, as later they begin to crack, which affects the quality of storage. The basis for successful storage of root crops is the correct selection of varieties that have relative resistance to various diseases, harvesting dates, plant density, and harvest dates, which affect the storage period of products in the autumn-winter period.

The best time to harvest fodder beet roots for long-term storage of the Adra, Slavia, and Record Poly Bis varieties is September 13-15 with total losses of 3,0; 3,9, and 1,7%, of which partially affected by rot – 2,0; 1,9, and 0,7% of the total mass of roots.

Varieties, plant density and storage period (210 days) affected the total weight loss of root crops. Over the entire storage period, the greatest weight loss was observed for the Adra variety at a plant density of 100 thousand pcs./ha – 15,6%, for the Slavia variety – at a density of 110 thousand pcs./ha – 16,2% and for the Record Poly Bis variety – at a density of 80 thousand pcs./ha – 18,2%.

According to the change in dry matter content, during the storage period of root crops of the Adra variety, losses amounted to 1,3-1,4% at densities up to 80, 90 and 110 thousand pcs./ha, Slavia 90, 80 and 110 thousand pcs./ha – 0,9-1,1% and the Record Poly Bis variety up to 100 thousand pcs./ha – 1,8-2,3%.

Key words: *root crops, harvest dates, variety, storage period, plant density, quality indicators.*

Постановка проблеми. Зберігання коренеплодів кормових буряків залежить від комплексу чинників, серед яких є сорт, густоти рослин та строки збирання. Одним із елементів сучасної технології вирощування важлива роль належить сортам і гібридам, які є найбільш доступним і ефективним засобом виробництва. Нові високопродуктивні сорти і гібриди дають підвищену врожайність і якість продукції. Сорти буряків кормових відрізняються між собою за формою, забарвленням коренеплодів, середньою масою, вмістом сухої речовини, врожайністю, розміщенням коренеплоду в ґрунті, що забезпечує їх механізоване збирання. Важливим елементом в технології вирощування є густина рослин, оскільки в процесі життєдіяльності між рослинами постійно існує конкуренція за світло, вологу та поживні речовини. За зріджених посівів рослини краще використовують освітленість, також покращуються умови ґрунтового живлення, ріст і розвиток рослин, завдяки чому зростає їх продуктивність [3, 8].

Завершальним етапом сучасної технології вирощування кормових буряків є строки збирання, від чого буде залежати їх лежкість і якість зберігання. Строки збирання будуть залежати конкретно від господарських можливостей, погодно-кліматичних умов, технічної стиглості, що найчастіше зумовлюються періодом настання осінніх заморозків. У період зберігання коренеплодів спостерігається втрата загальної маси, також в них проходять різні фізіологічні процеси, з'являються враження бактеріальними хворобами та зміною їх хімічного складу, що потребує наукового і практичного вивчення [7, 9].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Науковцями підраховано, що на збирання коренеплодів і закладання їх на зберігання припадає 65-70% усіх затрат.

При врожайності коренеплодів 50,0 т/га витрачається понад 430 люд.-год., із них на збирання – 185-190 люд.-год. За недостатньої кількості робочої сили, низького рівня механізації в сучасних умовах часто примушують розпочинати збирання і зберігання коренеплодів передчасно – наприкінці вересня – початку жовтня, що негативно впливає на лежкість зберігання коренеплодів [1, 3, 4].

В технічній стиглості коренеплоди набувають товарного вигляду і придатні для годівлі тваринам, переробки чи зберігання. Збирання врожаю коренеплодів рекомендується проводити в суху погоду, не затримуватися до пізньої осені, оскільки це часто може призвести до підмерзання. Також в період збирання необхідно запобігати механічному пошкодженню, яке понижує їх якісні показники і лежкість [2, 5].

Аналіз літературних джерел свідчить, що на зберігання коренеплодів в осінньо-зимовий період впливає багато чинників: погодно-кліматичні умови впродовж вегетаційного періоду, шкідники і хвороби, забезпеченість елементами мінерального живлення та інші фактори. Основою успішного зберігання коренеплодів є правильний підбір сортів, що закладаються на зберігання з регулюванням температурного режиму у випадку підмерзання, а в зимовий період при більш підвищеній температурі в'януть, пошкоджуються хворобами, можуть проростати.

Як стверджують науковці, найперспективнішим способом на сучасному етапі, для ефективного зберігання, сучасних є впровадження елементів технології, це строки механізованого збирання коренеплодів, які зумовлюються сортовими особливостями, густотою площею живлення рослин, а також іншими агротехнічними заходами в процесі їх вирощування, що в подальшому буде впливати на строки збирання і зберігання коренеплодів [6, 8].

Матеріали та методи досліджень. Польові дослідження проводились впродовж 2022-2024 рр. з вивчення впливу сорту, густоти рослин, строків збирання і зберігання в умовах дослідного поля «Групи компаній VITAGRO», яке розміщено с. Криків Кам'янець-Подільського району Хмельницької області. Клімат в роки проведення досліджень, помірно континентальний з м'якою зимою та досить теплим літом. Середньорічна температура повітря становила 6-8°C. Дослідна ділянка ґрунтового покриву характеризувалась: чорнозем типовий. Вміст гумусу (за Тюрнімом) в одному шарі ґрунту 0-30 см становить 3,6-4,2%, азоту, що легко гідролізується (за Корнфілдом) – 96-139 мг/кг, рухомого фосфору 118-124 мг/кг, обмінного калію 109-115 мг/кг (за Чиріковим).

Коренеплоди кормових буряків для годівлі тварин збирали до настання прохолодної погоди і зберігали в буртах з активною вентиляцією при температурі 2-4°C з покриттям шаром землі 15-20 см, у випадку пониження температури повітря до 0-1°C до 50-60 см. Впродовж зимового періоду проводили спостереження за якістю зберігання.

Для зберігання коренеплодів висівали сорти: сорт Адра і Славія – Української селекції, які рекомендовані для вирощування в Лісостеповій зоні України; сорт Рекорд Полі Біс – Польської селекції, який рекомендований для вирощування в зоні Лісостепу України.

Агротехніка в дослідях – загальноприйнята для зони Правобережного Лісостепу України.

Результати досліджень. Як встановлено результатами експериментальних досліджень, що строки збирання коренеплодів, сорти впливали на стан їх в період зберігання (табл. 1).

Таблиця 1

**Вплив строків збирання, сортів на зберігання коренеплодів
буяків кормових (середнє за 2022-2024 рр.)**

Строки збирання	Зберігання коренеплодів впродовж 210 діб, % до загальної маси			
	Збереглось коренеплодів	Загальні витрати	В т. ч.	
			частково вражені гниллю	повністю вражені гниллю
Сорт Адра				
26-28.08	58,8	41,2	19,1	22,1
03-05.09	82,9	17,1	13,6	3,5
13-15.09*	97,0	3,0	2,0	1,0
26-28.09	84,3	15,7	7,8	7,9
03. -05.10	71,6	28,4	19,4	9,0
15-17.10	70,5	29,5	20,1	9,4
Сорт Славія				
26-28.08	51,5	48,5	15,3	33,2
03-05.09	81,6	18,4	13,4	5,0
13-15.09*	96,1	3,9	1,9	2,0
26-28.09	88,3	11,7	7,6	4,1
03. -05.10	67,4	32,6	15,6	17,0
15-17.10	65,3	34,7	16,0	18,7
Сорт Рекорд Полія Біс				
26-28.08	63,1	36,9	14,1	22,8
03-05.09	87,2	12,8	8,5	4,3
13-15.09*	98,3	1,7	0,7	1,0
26-28.09	89,4	10,6	5,4	5,2
03. -05.10	79,3	20,7	11,7	9,0
15-17.10	77,6	22,4	12,5	9,9

Примітка: * – контроль

Показники втрати товарних коренеплодів в період їх зберігання залежали від строків збирання врожаю. Так, у сорту Адра від збирання коренеплодів 26-28.08 впродовж 210 діб збереглось тільки 58,8% від загальної маси і втрати склали 41,2%, із них частково вражені гниллю – 19,1%, повністю – 22,1%. Також закономірність зберігається і при пізніх строках збирання – 15-17.10. На період 210 доби збереглось товарних коренеплодів 70,5% із загальними витратами – 29,5%, із них частково вражених гниллю 20,1%, повністю – 9,4%.

Кращими результатами зберігання коренеплодів кормових буяків сорту Адра відмічено при збиранні 13-15.09 і 26-28.09. В першому випадку при зберіганні впродовж 210 діб збереглось коренеплодів від загальної їх маси 97,0% з втратами тільки 3,0%, у другому 84,3% із загальними втратами 15,7%.

Аналогічні показники зберігання впродовж 210 діб сорту Славія від строку збирання 13-15.09 – 91,6% із загальними втратами тільки 3,9%. Від пізніх строків збирання 15-17.10 коренеплодів збереглось тільки 65,3% і загальні втрати становили 34,7%, із них частково вражені гниллю 16,0% і повністю загнили – 18,7%.

Дещо кращі показники зберігання коренеплодів в період зберігання у сорту Рекорд Полі Біс. Встановлено, що як ранні строки збирання (26-28.08), так і пізні (15-17.10) призводять до втрат товарної продукції. При збиранні коренеплодів (26-28.08) впродовж періоду зберігання (210 діб) збереглося тільки 63,1%, при цьому загальні втрати становили 36,9%, із них частково вражених гниллю – 14,1%, повністю загнили – 22,8%. Від збирання врожаю 15-17.10 збереглося коренеплодів – 77,6% із загальними втратами – 22,4%. Добре збереглися коренеплоди сорту Рекорд Полі Біс від збирання 13-15.09 і 26-28.09, при цьому показники зберігання впродовж відповідно становили 98,3% і 89,4%, із загальними втратами 1,7% і 10,6%.

Таким чином, кращим строком збирання коренеплодів буряків кормових для тривалого зберігання є друга і третя половини вересня. Збирання врожаю в другій половині жовтня (15-17.10) понижує вихід товарної продукції за період зберігання (210 діб) за рахунок частково і повністю вражених гниллю. У цей строк збирання коренеплоди можуть бути вражені тимчасовими першими заморозками, які спостерігаються у наших умовах, в подальшому не рекомендуються для зберігання, оскільки після розморожування вражаються гниллю. Проте слід відмітити, що збирання коренеплодів потрібно проводити у період повної технічної стиглості, яка характеризується такими основними зовнішніми ознаками: пожовтіння і підсихання листків і значне зменшення маси їх по відношенню до маси коренеплодів. Незначні тимчасові приморозки ($-1 \dots -2^{\circ}\text{C}$), коли коренеплоди знаходяться ще в ґрунті, не пошкоджуються. Також, зібрані коренеплоди не рекомендується довго залишати в полі. Тому, до строків збирання необхідно враховувати конкретні господарські можливості, погодно-кліматичні умови, особливо з періодом настання осінніх заморозків.

Важливим показником у період зберігання коренеплодів є втрати загальної маси, яка залежить від фізіологічних процесів, які проходять в них особливо втрата води, що потребує спостережень за температурним режимом зберігання в буртах, яка не повинна перевищувати $+1 \dots +3^{\circ}\text{C}$.

За результатами наших досліджень встановлено, що коренеплоди в період зберігання з найменшими втратами води залежали від сорту і густоти рослин при вирощуванні в польових умовах (табл. 2).

Так, найменші втрати маси коренеплодів за увесь період зберігання 210 діб встановлено у сорту Славія, ці показники в середньому становили 14,73%, і з найменшими показниками, з густотою рослин 100 тис. шт./га – 11,10%, сорту Рекорд Полі Біс за увесь період – 15,83%, з найменшими втратами також відмічено при густоті рослин 100 тис. шт./га – 15,60%.

Таким чином, найбільші втрати маси коренеплодів встановлено у перший місяць зберігання на усіх варіантах досліджень з різною густотою рослин. Загальні втрати маси коренеплодів в основному були за рахунок природньої втрати і хвороб: фомоз, біла і сіра гниль та гниль сердечка.

Поряд із втратами маси коренеплодів у період зберігання товарної продукції визначено зміну якісних показників, що єважливою умовою зберігання коренеплодів із зменшення втрат маси і якісних показників, які залежать від погодно-кліматичних умов та елементів технології вирощування.

Аналіз показників погодних умов у роки досліджень були наближені до середнього багаторічних, проте в період інтенсивного формування коренеплодів кількість випадання опадів, в порівнянні із багаторічними зменшилось, що і позначилось на зміні якісних показників в період зберігання (табл. 3).

Таблиця 2

**Вплив сорту і густоти рослин на природні втрати маси коренеплодів
при тривалому зберіганні (середнє за 2022-2024 рр.)**

Густота рослин, тис. шт./га	Період зберігання, діб/%							За увесь період
	30	60	90	120	150	180	210	
Сорт Адра								
80	2,55	2,12	2,29	2,34	2,00	2,17	2,56	14,00
90*	2,37	2,22	2,40	2,15	2,00	2,10	1,52	13,20
100	2,66	2,32	1,98	2,44	2,12	2,09	2,00	15,60
110	2,73	2,44	2,32	2,51	2,60	2,11	2,15	12,10
Середнє	2,58	2,28	2,25	2,36	2,18	2,12	2,79	13,72
Сорт Славія								
80	2,34	2,18	2,32	2,44	2,30	2,13	2,12	15,80
90*	2,02	2,10	2,24	2,56	2,32	2,19	2,44	15,80
100	1,89	2,14	2,52	2,44	2,17	2,14	2,39	11,10
110	1,94	1,89	2,38	2,56	2,64	2,52	2,32	16,20
Середнє	2,05	2,08	2,37	2,50	2,36	2,25	2,32	14,73
Сорт Рекорд Полі Біс								
80	2,32	2,48	2,54	2,61	2,72	2,80	2,73	18,20
90*	1,77	1,94	2,37	2,52	2,74	2,34	2,48	16,10
100	1,84	1,88	1,93	2,32	2,48	2,52	2,64	15,60
110	1,88	1,94	1,87	1,91	1,74	2,11	2,14	13,40
Середнє	1,95	2,06	2,26	2,34	2,42	2,44	2,21	15,83

Примітка: * – контроль

Як свідчать результати досліджень, що зміна показника сухої речовини в коренеплодах кормових буряків в період зберігання в деякій мірі залежали від сорту, густоти рослин і року зберігання. В середньому за роки втрати сухої речовини в коренеплодах сорту Адра не відмічено, і показник коливався від 1,3 до 1,4%. У сорту Славія втрати сухої речовини не залежно від густоти рослин коливались від 0,9 до 1,1%, сорту Рекорд Полі Біс показники втрат сухої речовини в коренеплодах становили дещо більші, від густоти рослин 80 тис. шт./га – 1,8%, 90 і 110 тис. шт./га – 2,2% і 100 тис. шт./га рослин – 2,3%.

Таким чином можна відмітити, що найменші втрати сухої речовини в коренеплодах були за густоти рослин 110 тис. шт. рослин на гектар вони відзначалися меншою масою і розмірами у порівнянні із коренеплодами вирощеними за густоти 80 тис. шт./га. Такі коренеплоди містили підвищений вміст води, що і є однією із основних причин втрат сухої речовини та ряду інших якісних показників.

Висновки. Кращими строком збирання коренеплодів кормових буряків для тривалого зберігання сорту Адра, Славія, Рекорд Полі Біс є 13-15.09 із загальними втратами 3,0; 3,9 і 1,7%, із них частково вражені гниллю – 2,0; 1,9 і 0,7% від загальної маси коренеплодів.

Таблиця 3

**Вплив сорту, густоти рослин на зміну показника сухої речовини
у коренеплодах в період зберігання, %**

Сорт	Густота рослин, тис. шт./ га	Роки								
		2022-2023			2023-2024			В середньому за роки		
		до зберігання	після зберігання	втрати	до зберігання	після зберігання	втрати	до зберігання	після зберігання	втрати
Адра	80	12,7	11,6	1,1	12,9	11,4	1,5	12,8	11,5	1,3
	90*	12,4	11,2	1,2	12,7	11,2	1,5	12,5	11,2	1,3
	100	12,4	11,5	0,9	12,7	11,5	1,2	12,5	11,5	1,3
	110	12,3	11,1	1,2	12,5	11,0	1,5	12,4	11,0	1,4
Славія	80	11,7	10,3	1,4	11,8	11,0	0,8	11,7	10,6	1,1
	90*	11,7	10,0	1,7	11,8	10,9	0,9	11,7	10,8	0,9
	100	10,9	9,9	1,0	11,0	10,0	1,0	10,9	9,9	1,0
	110	10,9	9,0	1,0	11,1	9,8	1,3	10,9	9,8	1,1
Рекорд Полі Біс	80	14,5	12,7	1,8	14,8	12,9	1,9	14,6	12,8	1,8
	90*	14,6	12,3	2,3	14,9	12,7	2,2	14,7	12,5	2,2
	100	14,0	11,9	2,1	14,3	12,0	2,2	14,2	11,9	2,3
	110	14,0	12,1	1,9	14,4	12,0	2,3	14,2	12,0	2,2

Примітка: * – контроль

Сорти, густота рослин і період зберігання (210 діб) вплинули на втрати загальної маси коренеплодів. За увесь період зберігання найбільші втрати маси сорту Адра відмічено від густоти рослин 100 тис. шт./га – 15,6%, сорту Славія – від густоти 110 тис. шт./га – 16,2% і сорту Рекорд Полі Біс – густоти 80 тис. шт./га – 18,2%.

За зміною вмісту показники сухої речовини в період зберігання коренеплодів сорту Адра втрати становили 1,3-1,4% за густоти до 80, 90 і 110 тис. шт./га, Славія 90, 80 і 110 тис. шт./га – 0,9-1,1% і сорту Рекорд Полі Біс до 100 тис. шт./га – 1,8-2,3%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гармашов В. В., Стан Д. С. Особливості фотосинтетичної діяльності рослин кормового буряка залежно від умов вирощування. *Аграрний вісник Причорномор'я*. Одеса, 2014. Вип. 71. С. 1-6.
2. Демидась Г.І., Бурко Л.М. Продуктивність буряків кормових залежно від удобрення у правобережному Лісостепу. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН»*. Київ, 2010. № 34. С. 183-186.
3. Кунічак Г.С., Кобилянська Г.М. Цінність і технологія вирощування кормових буряків. *Пропозиція – головний журнал з питань агробізнесу*. Київ, 2008. № 9. С. 6-65.
4. Овчарук Олег, Гуцол Тарас, Andrzej Samborski, Marcin Niemiec. Агроекологічна роль сівозміни в умовах України та країн ЄС. *Сучасний рух науки: тези доп. V міжнародної наук.-практ. інтернет-конференції, Дніпро, 7-8 лют. 2019 р. Дніпро, 2019. С. 511-516.*

5. Овчарук О. В., Овчарук В. І., Овчарук О. В., Хоміна В. Я., Мостіпан М. І., Кулик Г. А. Методи аналізу в агрономії та агроекології : навч. посіб. / за ред. В. І. Овчарука. Кам'янець-Подільський, Харків: Мачулин, 2019. 361 с.
 6. Хіврич О.Б. Рання сівба буряків кормових – як спосіб підвищення їх продуктивності. *Агробіологія: зб. наук. праць*. Біла Церква, 2010. Вип. 4 (80). С. 111.
 7. Ovcharuk, O. V., & Ovcharuk, V. I. Metody analizu v ahronomii ta ahroekolohii: navchalnyi posibnyk. Kam'ianets-Podilskyi: TNEU, PDATU, TsNTU, 2019.
 8. Ovcharuk V.I., Ovcharuk O.V., Ievstafieva I.M. PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF FORAGE BEET PLANTS DEPENDING ON THE VARIETY IN THE CONDITIONS OF THE RIGHT BANK FOREST STEPPE OF UKRAINE. ФОТО-СИНТЕТИЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ РОСЛИН БУРЯКІВ КОРМОВИХ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ. *Modern engineering and innovative technologies, Germany, Karlsruhe*, Issue № 36 (03), December, 2024. С. 63-71. <https://www.moderntechno.de/index.php/meit/issue/view/meit36-03/meit36-03> (дата звернення 19.02.2025)
 9. Niemiec M., Komorowska M., Kubon M., Sikora J., Ovcharuk O., GrodekSzostak Z. Global Gap and integrated plant production as a part of the international of agricultural farms. *Proceedings of the International Scientific Conference*. 2019. P. 430-440.
-

УДК 636.92.082.2(477)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.26>

ПЛЕМІННЕ ТВАРИННИЦТВО УКРАЇНИ (КРОЛІВНИЦТВО)

Почукалін А.Є. – к.с.-г.н.,

с.н.с. лабораторії розведення молочної худоби,

Інститут розведення і генетики тварин імені М.В. Зубця

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0000-0003-2280-5371

Кролівництво – галузь тваринництва, яка забезпечує населення дієтичним м'ясом та хутровою сировиною. Численними дослідженнями встановлено, що загальний масив кролів в Україні постійно зменшується, до того ж, слід відмітити, невисоку частку кролів у сільськогосподарських підприємствах. Метою роботи було встановлення динаміки підконтрольного поголів'я кролів, а також його розміщення у регіонах та природо-кліматичних зонах. Для її вирішення був використаний Державний реєстр суб'єктів племінної справи у тваринництві (Державний племінний реєстр) впродовж 2002 ... 2023 років. Чисельність племінних кролів за досліджувані період має високу хвилюватість з мінімальними у 2018 році (849 голів) та максимальними у 2013 році (58375 голів) значеннями. Серед господарств, які утримували максимальну (понад 53 тисячі) кількість кролів, слід відмітити, ТОВ «Кролікофф» Черкаської області. Щодо суб'єктів, то їх кількість з 2002 року постійно зменшувалась і наразі не перевищує 2-х репродукторів. Племінні заводи з розведення кролів порід білий велетень, радянська шиншила, сріблясті та каліфорнійські утримувало господарство ЗП «Маг» Одеської області. Середня чисельність підконтрольного поголів'я кролів за 19-річний період становила 13237 голів, у тому числі 1387 самців та 4463 самки. Племінна частина популяції розміщена у 9 областях (Івано-Франківській, Дніпропетровській, Київській, Луганській, Полтавській, Одеській, Сумській, Харківській, Черкаській) України. Середня частка племінних кролів за 2002 ... 2023 роки зони Лісостепу становить 76%, а Степу 23%. Аналіз селекційних ознак, а саме виходу та живої маси молодяку кролів засвідчив високу варіабельність, яка залежить, від господарств. За цей час було реалізовано 10746 кролів, за наявного поголів'я для реалізації 62322 голови.

Ключові слова: кролівництво, породи, поголів'я, самки, самці, селекційні ознаки, регіони, природо-кліматичні зони.

Pochukalin A.Ye. Ukrainian breeding livestock (rabbit breeding)

Rabbit breeding is a branch of animal husbandry that provides the population with dietary meat and fur raw materials. Numerous studies have shown that the total number of rabbits in Ukraine is constantly decreasing, and it should be noted that the share of rabbits in agricultural enterprises is low. The aim of the work was to establish the dynamics of the controlled rabbit population, as well as its distribution in regions and natural and climatic zones. To solve it, the State Register of Breeding Subjects in Animal Husbandry (State Breeding Register) was used for the years 2002 ... 2023. The number of breeding rabbits for the studied period has a high wave-like shape with minimum values in 2018 (849 heads) and maximum values in 2013 (58375 heads). Among the farms that kept the maximum (over 53 thousand) number of rabbits, it should be noted that LLC «Krolikoff» of Cherkasy region. As for the subjects, their number has been constantly decreasing since 2002 and currently does not exceed 2 reproducers. Breeding plants for breeding rabbits of the white giant, Soviet chinchilla, silver and Californian breeds were maintained by the farm of the ZP «Mag» of Odessa region. The average number of rabbits under control over the 19-year period was 13,237, including 1,387 males and 4,463 females. The breeding population is located in 9 regions of Ukraine (Ivano-Frankivsk, Dnipropetrovsk, Kyiv, Luhansk, Poltava, Odessa, Sumy, Kharkiv, Cherkasy). The average share of breeding rabbits for 2002 ... 2023 in the Forest-Steppe zone is 76%, and in the Steppe 23%. Analysis of breeding traits, namely the yield and live weight of young rabbits, showed high variability, which depends on the farms. During this time, 10,746 rabbits were sold, with an available population of 62,322 heads.

Key words: rabbit breeding, breeds, livestock, females, males, breeding traits, regions, natural and climatic zones.

Постановка проблеми. Кролівництво – допоміжна галузь у забезпеченні населення продуктами тваринного походження. Хоча її частка у загальній структурі тваринництва не висока, вона постійно змінюється від спадів до підйомів. Серед переваг галузі, слід відмітити, швидкі темпи відтворення. Крім того, м'ясо кролів за своїми цінними властивостями є дієтичним, оскільки у ньому мінімізований вміст холестерину, а також має цінні органічні сполуки. Саме тому, важливим – є оцінка стану галузі кролівництва підконтрольної частини популяції у динаміці, оскільки саме вона формує цінний племінний матеріал для широко його використання на загальному масиві.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Лідерами з виробництва м'яса кролів у світі впродовж тривалого періоду залишаються Китай (44% або близько 1 млн т), Італія (19%), Іспанія (9%), Франція (7), Єгипет (6%). Україна за останніми даними виробляє орієнтовно 1% світового виробництва м'яса [1, с. 16].

Становлення галузі кролівництва в Україні датується 70-90-роками ХХ століття. У подальшому напрацьований технічний та науково-методичний потенціали розвитку галузі, завдяки яким було отримано 130-140 тисяч тон м'яса кролів у живій вазі. Однак кризові явища в агропромисловому комплексі вплинули на галузь, результатом чого відбулось скорочення поголів'я у 5-6 разів. З метою відродження галузі кролівництва Кабінетом Міністрів України схвалена «Державна програма розвитку та селекції кролівництва і звірівництва в Україні на 2005-2015 роки [2, с. 9; 3, с. 86].

Загальне поголів'я кролів в Україні впродовж 2009 ... 2011 років не перевищувало 5,62 млн голів, де частка сільськогосподарських підприємств становить 0,1%. Це дозволило реалізувати на забій 27,7 тис. т кролів у живій вазі. За 2021 рік кролів утримували в усіх регіонах України, а їх чисельність становила 1544 тис. голів, у тому числі у господарствах населення 1119,4 тис. голів [4, с. 56; 5, с. 70; 6, с. 423].

Постановка завдання. За допомогою Державного реєстру суб'єктів племінної справи у тваринництві (Державний племінний реєстр) встановити масив підконтрольного поголів'я, а також його розміщення у регіонах та природо-кліматичних зонах України. Крім того, динамікою проаналізувати частку самок і самців за роками та дати характеристику селекційним ознакам за досліджуваний період (2002 ... 2023 роки).

Вклад основного матеріалу дослідження. Чисельність племінних кролів за досліджуваний період має широку варіабельність з мінімальними у 2016 та 2018 роках, а максимальним у 2013 році значеннями (табл. 1). Лише у 2013 році їх кількість перевищує 50 тис. голів, у 2009 році 30 тис. голів, 2007 та 2008 роках 20 тис. голів. Слід відмітити, що у 2013 році господарство ТОВ «Кролікофф» Черкаської області мало 53285 голів новозеландської породи. Наявність суб'єктів племінної справи з 2003 року зменшується і наразі не перевищує 2-х репродукторів. Загалом впродовж 2002 р. ... 2023 р. було зареєстровано 4 племінні заводи з розведення кролів порід білий велетень, радянська шиншила, сріблясті та каліфорнійські, які належали ЗП Маг» Одеської області. Розрахунками встановлено, що середня чисельність підконтрольного поголів'я кролів за 19-річний період становила 13237 голів, у тому числі 1387 самців та 4463 самки.

Не менш важливим елементом селекційно-племінної роботи є розмір статеві-вікових груп популяції. Самці у загальній структурі займають найменшу частку, яка у середньому становить 9% з крайніми значеннями від 1% 2010 року до 23,8%

2007 року (рис. 1). Лише 2007 та 2008 років частка самців була максимальною (понад 20%), але надалі вона знижувалась і наразі не перевищує 4%. Кролематки залежно від років займали від 16,3% у 2010 році до 58,5% у 2016 році з середнім значенням 36%. Частка молодняку лише у 2004 році та 2013 році була меншою за 7%. Середнє його значення 35%, а максимальне за 2022 та 2023 роками, які становлять 70% та 73% відповідно.

Таблиця 1

Динаміка чисельності підконтрольного поголів'я

Рік	Кількість статусів	Підконтрольне поголів'я:			
		загальне	у тому числі:		
			самців	самок	молодняку
2002	10	11984	229	3040	4114
2003	11	8227	274	2640	3108
2004	7	11236	886	5517	769
2005	8	14029	2619	7460	2142
2006	7	15290	2818	7329	3499
2007	6	21490	5115	9923	4200
2008	6	27391	6043	11890	6650
2009	6	37854	6138	12158	15435
2010	3	14415	146	2350	7492
2011	1	3580	95	750	1820
2012	2	5576	113	1050	1850
2013	4	58375	693	12233	3546
2014	3	6383	314	2756	1590
2015	4	3833	235	2168	650
2016	1	1113	93	651	183
2018	1	849	91	258	500
2019	1	1480	89	591	800
2022	2	4019	186	1025	2808
2023	2	4374	172	1006	3196

Регіонально підконтрольна частина популяції розміщена у 9 областях України. Найменше за часом утримували племінних кролів господарства Івано-Франківської (лише 2002 року 1100 гол.), два роки Дніпропетровської (2005 року – 603 гол., 2006 року – 265 гол.), Полтавської (2002 року – 420 гол., 2003 року – 400 гол.) та три роки Сумської (2004 року – 600 гол., 2005 року – 482 гол., 2006 року – 108 гол.) областей. Далі, господарства Одеської з 2002 року до 2009 року (діапазон за чисельністю від 459 голів до 17376 гол.), Київської з 2002 року до 2011 року (діапазон від 3358 голів до 19347 голів), Черкаської з 2013 року до 2023 року (діапазон від 849 голів до 53985 голів) та Луганської з 2002 року до 2015 року (діапазон від 332 голів до 1740 голів) областей. Середній розмір частин популяції кролів у регіонах за ряд років (рис. 2) також варіабельний з кращими показниками Київської, Черкаської, Одеської областей.

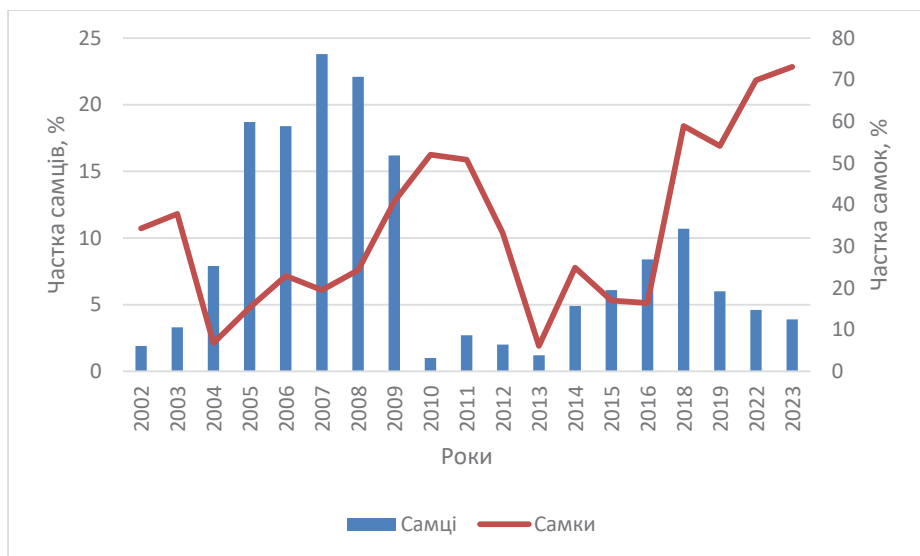


Рис. 1. Частка самців і самок у структурі підконтрольної популяції кролів

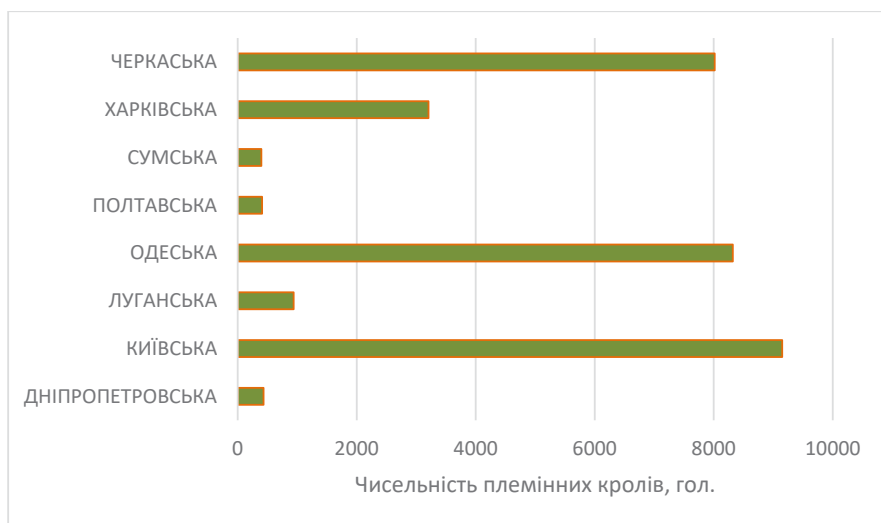


Рис. 2. Середня чисельність племінних кролів за ряд років у регіонах України

Розміщення підконтрольної частини популяції галузі кролівництва за природо-кліматичними зонами виявило тенденцію, згідно якої частка поголів'я зони Степу з 2004 року (пік зростання) зменшується з незначними коливаннями у 2012 та 2015 роках, що можна пояснити початком ведення бойових дій на тимчасово окупованій території (рис. 3). У зоні Полісся і Карпат племінне поголів'я було розміщене у 2003 році з часткою 13%. Середня частка племінних кролів за досліджуваній період зони Лісостепу становить 76%, а Степу 23%.

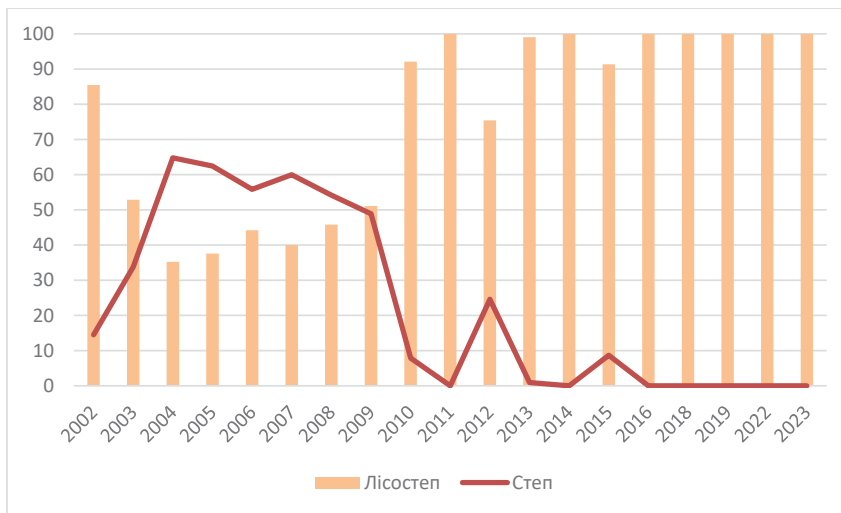


Рис. 3. Динаміка розміщення племінних кролів у природо-кліматичних зонах України

Аналіз селекційних ознак, а саме виходу та живої маси молодняку кролів засвідчив високу варіабельність, яка більшою мірою залежить від господарства (табл. 2). Найбільша амплітуда характерна для виходу молодняку від основної кролематки за рік, а найменша – за живою масою. Слід, також відмітити, збільшення значень селекційних ознак за роками.

Таблиця 2

Крайні значення селекційних ознак племінних кролів

Рік	Вихід молодняку від основної самки, голів:		Жива маса (кг) ремонтного молодняку у віці, міс:		
	за окріл	за рік	3	4	6
2002	3 ... 5	14 ... 16	1,8 ... 2,5	2,0 ... 3,2	3,5 ... 4
2003	3 ... 8	9 ... 25	1,8 ... 3,2	2,0 ... 4,1	3,4 ... 5,2
2004	6,5 ... 9	16,7 ... 40	2,2 ... 2,8	3,0 ... 3,5	3,9 ... 4,5
2005	5 ... 9	12,7 ... 27	2,3 ... 3	3,1 ... 3,5	4,5 ... 5
2006	4,2 ... 9	10,5 ... 27	2,2 ... 2,8	3,2 ... 4,3	4,5
2007	4,8 ... 9	11,1 ... 36	2,5 ... 2,8	3,2 ... 3,5	–
2008	4,2 ... 9	10,5 ... 36	2,7 ... 2,8	3,4 ... 3,5	3,7
2009	5,9 ... 9	11,4 ... 36	2,7 ... 3,6	3,4 ... 4,1	3,9 ... 5,3
2010	6,5 ... 7	9,9 ... 36	2,7 ... 2,8	3,4 ... 3,5	3,9
2011	8	28	2,5	3,3	–
2012	6,8 ... 7	14,6 ... 34	2,6 ... 3,5	3,2 ... 3,8	4
2013	6,1 ... 9	12,5 ... 45	2,5 ... 2,8	3,2 ... 3,4	3,9
2014	8	35 ... 47	2,5 ... 2,8	3,2 ... 3,4	–
2015	6 ... 8	18 ... 48	2,5 ... 2,7	3,2 ... 3,4	3,9 ... 4,8
2016	8	51	2,8	3,4	–
2019	–	–	2,7	3,4	–
2022	8,1 ... 8,2	56,7 ... 57	2,8 ... 2,9	3,4 ... 3,6	–
2023	8,5	59,5	2,8	3,4	–

Не менш важливою складовою у селекційній роботі з племінними господарствами – є реалізація молодняку. Впродовж 2002 ... 2023 років було реалізовано 10746 молодняку кролів. Понад 86% зазначеного поголів'я реалізовано з 2002 року до 2006 року. У той час поголів'я на продаж становило 62322 голів, у тому числі 2013 року – 41571 голова.

Висновки. Підконтрольна частина популяції кролів впродовж 2002 ... 2023 років зазнала суттєвих змін. Серед років з максимальними показниками за чисельністю, слід відмітити 2009 рік та 2013 рік. Регіональна поголів'я було розміщене у 9-ти областях України, серед яких слід виділити Київську, Черкаську та Одеську. За врахування природо-кліматичних зон племінні кролі у середньому розміщувались у Лісостепу (76%) та Степу (23%). За досліджуваний період реалізовано 10746 голів молодняку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Аксьонов Є. О. Розвиток кролівництва в Україні та світі. *Науково-технічний бюлетень ІТ НААН*. 2016. № 116. С. 15–21.
2. Вакуленко І. С. Етапи розвитку та наукове забезпечення звірівництва і кролівництва в Україні. *Науково-технічний бюлетень ІТ НААН*. 2008. № 97. С. 8–12.
3. Вакуленко І. С., Очковська Т. М. Перспективи та напрями розвитку галузі кролівництва в Україні. *Науково-технічний бюлетень ІТ НААН*. 2009. № 100. С. 86–90.
4. Гончаренко І. В., Вінничук Д. Т. Кролівництво: селекційно-технологічні аспекти. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія „Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва”*. 2012. Вип. 179. С. 54–59.
5. Почукалін А. Є. Стан тваринництва України: моніторинг за 2021 рік. Розведення і генетика тварин. 2022. Вип. 64. С. 69–83. DOI: <https://doi.org/10.31073/abg.64.07>
6. Сачук Р. М. Добробут хутрових звірів і кролів: сучасний стан та перспективи розвитку в Україні. *Науковий вісник ЛНАВМ імені С.З. Гжицького*. Львів, 2013. Т. 15. № 3 (57). Ч. 3. С. 422–426.

УДК 636.085:549.28-026.86

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.27>

ТОКСИЧНІ ВАЖКІ МЕТАЛИ КОРМІВ

Сичов М.Ю. – д.с.-г.н., професор,

завідувач кафедри годівлі тварин та технології кормів імені П.Д. Пшеничного,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
orcid.org/0000-0002-6319-9876

Ільчук І.І. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри годівлі тварин та технології кормів імені П.Д. Пшеничного,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
orcid.org/0000-0003-0961-6613

Осадча Ю.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри біології тварин,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
orcid.org/0000-0003-4126-2456

Пітера В.О. – д.філос.,

асистент кафедри годівлі тварин та технології кормів імені П.Д. Пшеничного,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
orcid.org/0000-0002-3390-2516

Вознюк Р.Р. – д.філос.,

асистент кафедри годівлі тварин та технології кормів імені П.Д. Пшеничного,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
orcid.org/0000-0003-4710-5371

Здоров'я та продуктивність тварин принципово залежать від збалансованої годівлі. У тваринництві якість кормів є визначальним фактором. Зрозуміло, що корм повинен бути адаптований до конкретних видів тварин, містити достатню кількість поживних речовин і не містити небажаних або заборонених речовин. Щоб забезпечити це, корми підпадають під суворі правила, які вимагають регулярного аналізу.

Важкі метали можуть бути шкідливими для тварин і викликати хронічне отруєння. Ці речовини можуть потрапити в корми для тварин через ґрунти, добрива або добавки.

Метали є природними складовими земної кори і через природну ерозію під дією води та вітру вони природним чином поширюються в навколишнє середовище з пилом або вимиваються в річки.

Важкі метали – це елементи металів з високою щільністю, які поступово накопичуються в ланцюгу живлення, негативно впливаючи на здоров'я тварин. Деякі метали є необхідними (Fe, I, Co, Zn, Cu, Mn, Mo, Se) для підтримки різних фізіологічних функцій і зазвичай додаються як кормові добавки для тварин. Інші метали (As, Cd, F, Pb, Hg) не мають встановлених біологічних функцій і вважаються забруднювачами або небажаними речовинами.

Важкі метали (наприклад, Fe, Co, Cu, Mn, Mo, Se, Zn, Cr та Cd, Hg, Pb, As) – це елементи, які мають високу щільність порівняно з водою та присутні в різних матрицях у залишкових кількостях. Їхня важкість та токсичність взаємопов'язані, оскільки важкі метали здатні викликати токсичність у низьких дозах.

Деякі метали є необхідними для підтримки різних біохімічних та фізіологічних функцій у тварин і не тільки. Потреби в цих елементах, таких як кобальт (Co), мідь (Cu), хром (Cr), залізо (Fe), марганець (Mn), молибден (Mo), селен (Se) та цинк (Zn), зазвичай низькі, і їх називають мікроелементами. Вони присутні в різних матрицях, хоча із різною біодоступністю та у різних концентраціях. Незамінні мікроелементи зазвичай додають як кормові добавки для тварин з метою підвищення продуктивності, зміцнення здоров'я

та оптимізації виробництва. Однак вищі концентрації цих елементів у кормах пов'язані з клітинними або системними порушеннями та можуть бути джерелом забруднення.

Ключові слова: важкі метали, мікроелементи, корми, годівля тварин, навколишнє середовище.

Sychov M.Yu., Ilchuk I.I., Osadcha Yu.V., Pitera V.O., Vozniuk R.R. Toxic heavy metals in feed

The health and productivity of animals depend fundamentally on a balanced diet. In animal husbandry, the quality of the feed is a determining factor. It goes without saying that the feed must be adapted to the specific animal species, provide sufficient nutrients and not contain undesirable or prohibited substances. To ensure this, the feed is subject to strict regulations that require regular analysis.

Heavy metals can be harmful to animals and cause inflammation. These substances can be present in animal feed through subsoil, fertilizers or additives.

Metals are natural components of the earth's crust and, through natural erosion by water and wind, they naturally spread into the environment in the form of powder or are washed into rivers.

Heavy metals are metal elements with high density that gradually accumulate in the food chain, negatively affecting the health of animals. Some metals are essential (Fe, I, Co, Zn, Cu, Mn, Mo, Se) to support various physiological functions and are already added as food additives to animal feeds. Other metals (As, Cd, F, Pb, Hg) have no established biological functions and are considered contaminants or undesirable substances.

Heavy metals (e.g. Fe, Co, Cu, Mn, Mo, Se, Zn, Cr and Cd, Hg, Pb, As) are elements that have a high density with water and are present in various matrices in residual amounts. Their heaviness and toxicity are interrelated, after heavy metals are able to cause toxicity at low doses.

Some metals are essential to support various biochemical and physiological functions in animals and not only. The requirements for these elements, such as cobalt (Co), copper (Cu), chromium (Cr), iron (Fe), manganese (Mn), molybdenum (Mo), selenium (Se) and zinc (Zn), are usually low and are called micronutrients. They are present in different matrices, albeit with different bioavailability, in different concentrations. Essential micronutrients are constantly given as nutritional supplements to animal feeds to promote health and optimize production. However, the greatest impact of higher concentrations of these elements is associated with cellular or systemic disorders and can be a source of pollution.

Key words: heavy metals, microelements, feed, animal nutrition, environment.

Постановка проблеми. Токсичність важких металів, у тому числі мікроелементів, залежить від кількох факторів, включаючи дозу, шлях впливу та види хімічних речовин, а також вік, стать, генетику та годівлю тварин[1]. Вони мають різні наслідки залежно від дози та часу споживання: гостре отруєння при високих дозах протягом короткого періоду та хронічне отруєння або біоаккумуляція при зниженому впливі протягом тривалого періоду.

Метали, такі як As, Cd, Pb, Hg не мають встановлених біологічних функцій і вважаються забруднювачами та небажаними речовинами в кормах для тварин. Крім того, As, Cd, Cr, Pb та Hg, які становлять значну небезпеку для здоров'я, мають високу токсичність, оскільки можуть спричиняти пошкодження органів навіть при невеликих концентраціях (Регламент 2002/32/ЄС).

Більше того, стосовно сільськогосподарських тварин, необхідна глобальна стратегія екології годівлі, щоб гарантувати як стан здоров'я тварин, так і стале виробництво. Екологія годівлі – це міждисциплінарний підхід, який в основному зосереджений на живих організмах, навколишньому середовищі та основі взаємодії між організмами (функція, механізм, розвиток) та навколишнім середовищем (біотичним та абіотичним) у процесі живлення. Враховуючи велику різноманітність важких металів у навколишньому середовищі, неможливо уникнути їх присутності в ланцюзі живлення та в навколишньому середовищі [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Законодавство та стандарти Європейського Союзу передбачають різні заходи для контролю підвищення рівня важких металів у навколишньому середовищі в результаті сільськогосподарської діяльності, промислових процесів, а також забруднення харчових продуктів. Тому зменшення надходження важких металів у навколишнє середовище, розрив ланцюга: «навколишнє середовище-корм-сільськогосподарські тварини-продукція тваринного походження» – є основним напрямком політики ЄС щодо охорони навколишнього середовища, оскільки це сприяє подальшому економічному зростанню зі зменшенням впливу на навколишнє середовище [3]. ЄС встановив комплексні правила щодо максимально дозволених концентрацій незамінних (Fe, I, Co, Cu, Mn, Zn, Mo, Se) та небажаних речовин (As, Cd, F, Pb, Hg). Крім того, було встановлено різні максимальні рівні включення незамінних мікроелементів у добавки для використання в годівлі тварин. Головною метою цих правил (Регламент ЄС № 1831/2003; Директива 2002/32/ЄС) є захист безпеки кормів та харчових продуктів, а також зменшення забруднення навколишнього середовища [4].

Враховуючи велику різноманітність важких металів у навколишньому середовищі та їх концентрацію в різних ланцюгах виробництва кормів, неможливо досягти нижчих рівнів забруднення, ніж межа виявлення для всіх елементів у всіх продуктах. Тому необхідно працювати на різних рівнях [5]. ЄС усвідомлює всі ці проблеми, і тому було прийнято кілька законів для контролю забруднення важкими металами.

Постановка завдання. Метою огляду було вивчення впливу важких металів на тварин через годівлю. Так як з кормами тварини отримують незамінні та небажані елементи металів, що може мати негативні наслідки на організм і здоров'я тварин та птиці.

Даний огляд спрямований на збільшення уваги до проблеми важких металів та пошуку контролю і усунення загроз які вони можуть становити.

Матеріали дослідження. Годівля тварин відіграє ключову роль не лише у забезпеченні потреб і, таким чином, запобіганні дефіциту поживних речовин, але й у покращенні здоров'я та добробуту тварин, продуктивності, безпеки харчових продуктів, а також у контролі забруднення навколишнього середовища. Усім тваринам потрібне мінеральне живлення, включаючи деякі важкі метали, які, як було доведено, є необхідними поживними речовинами. Мінерали, такі як Co, Cu, Fe, I, Mn, Mo, Se та Zn, входять до складу численних ферментів, що координують багато біологічних процесів і, отже, є необхідними для підтримки здоров'я та продуктивності тварин [6]. Незамінні метали виконують чотири важливі типи функцій: структурну, фізіологічну, каталітичну та регуляторну [7].

З точки зору мінерального живлення, а також для запобігання дефіциту мінералів, який може поставити під загрозу виробництво, комерційні корми часто доповнюють мінералами, щоб сприяти оптимальним темпам росту, функціональній біоактивності та антимікробним властивостям. Наприклад, Se природним чином присутній у багатьох продуктах, таких як дріжджі. Він відіграє вирішальну роль у розмноженні, синтезі ДНК, метаболізмі, гормональних процесах, захищає організм від інфекцій, окислювального пошкодження та має важливу біоактивну роль, пов'язану зі зниженням сприйнятливості до канцерогенів [8].

Нутриціоністи зазвичай балансують раціон тварин мінералами відповідно до максимально допустимих рівнів, встановлених рекомендаціями з живлення розробленими відповідними інституціями Європейського Союзу чи США. Тим не менш, максимально допустима кількість у кормі зазвичай перевищує мінімальну

потребу, що призводить до широкого розповсюдження мінералів у навколишньому середовищі. Наприклад, мінімальна потреба для Zn коливається від 50 до 100 мг/кг у різні фази росту, проте його часто використовують як добавку, підвищуючи рівень до 150 мг/кг, що є максимально допустимим рівнем, встановленим рекомендаціями (NRC, 2012).

Хоча чисті потреби в незамінних металах нижчі за рекомендований вміст у раціонах, для встановлення оптимальної концентрації в кормі необхідно враховувати різні аспекти: генетичний вплив, фактори годівлі, взаємодію між поживними речовинами, біодоступність та субклінічні токсичні ефекти. Оптимальне мінеральне живлення, яке представлено як діапазон між адекватною та недостатньою токсичною концентрацією в раціоні, встановленою дозою, також повинно враховувати непотрібні рівні, що виділяються в навколишнє середовище. Заборона на використання антибіотиків-стимуляторів росту (Регламент ЄС 1831/2003) у тваринництві призвела до вивчення альтернативних сполук, проте це збільшило використання деяких мінералів, як стимуляторів росту та для профілактики кишкових захворювань у свиней [9, 10].

Таким чином, високі дози Zn у формі преміксу широко використовуються в кількох в ряді країн. Zn є важливим для підтримки та відновлення цілісності бар'єру, захисту від патогенів та модуляції імунної системи, сприяючи виробленню антитіл проти кишкових патогенів. Крім того, Zn може зменшити діарею та збільшити темпи росту у поросят на відлученні [11, 12]. Хоча фармакологічне застосування Zn (2500-3000 мг Zn/кг), доступного за протоколами ветеринарної медицини, може зменшити кишкові розлади після відлучення поросят, з точки зору живлення та екології, кращою стратегією було б виявлення та боротьба з основною причиною діареї [13].

Мідь – ще один важливий мінерал, тісно пов'язаний з тваринництвом. Коли цей мікроелемент додається до раціону свиней на відгодівлі, це призводить до швидшого росту та кращого коефіцієнта конверсії корму [14]. У свиней при концентрації Cu від 150 до 250 мг/кг можуть збільшитись показники росту, не наражаючи тварин на ризик отруєння. Також у птахівництві Cu, Zn та Mn запобігають деяким захворюванням: Cu запобігає анемії, тоді як Zn та Mn діють як каталізатори в багатьох ферментативних та гормональних реакціях [15].

Для розробки сталої стратегії годівлі максимально допустимі рівні не слід вважати оптимальними, а мінеральні добавки слід вводити з точки зору бажаних лімітів, які повинні бути нижчими за встановлені законом [16].

У звичайних фермах мінерали можна додавати в різних формах. Неорганічні солі, такі як сульфати, карбонати, хлориди та оксиди, є найпоширенішими. При потраплянні в організм ці солі розщеплюються в травному тракті, утворюючи вільні іони, які потім абсорбуються [6]. Щоб забезпечити терапевтичний ефект деяких елементів на тварин, концентрації цих солей часто перевищують фізіологічні потреби, що призводить до підвищення виділення з калом [17].

Для оптимального мінерального живлення необхідно враховувати різні взаємодії між мінералами та компонентами раціону. Позитивні та негативні взаємодії поживних речовин включають вплив однієї поживної речовини на біодоступність іншої, включаючи засвоєння та використання. Наприклад, Cu взаємодіє переважно негативно з Mn, Zn та Fe [18].

Різні білки зв'язують та переносять певні мінерали, включаючи Fe, Cu та Ca, і тому недостатнє споживання білка може погіршити функцію цих поживних речовин [19]. Якість та кількість структурних вуглеводів може негативно впливати

на засвоєння кількох мінералів, включаючи Ca та Fe. У моногастричних тварин фітинова кислота, що міститься в зернових та бобових культурах, може зв'язувати мінерали в нерозчинні комплекси, тим самим зменшуючи засвоєння двовалентних елементів. Взаємодія вітамінів та мінералів також була описана в кількох метаболічних ситуаціях і все ще досліджується. Багато мікроелементів визнані окислювачами, які можуть погіршувати якість корму для тварин, зокрема під час тривалого зберігання при високих температурах [20].

Балансування раціону може бути корисним способом контролю, оскільки поживні речовини, що містяться в гної або в сполуках, походять з тієї фракції корму, яка не засвоюється тваринами. Потрібен збалансований раціон, з високою перетравністю, засвоюванням та використанням поживних речовин, зменшуючи їх виділення з калом та сечею. Наприклад, у свиней та птиці використання синтетичних амінокислот є дуже ефективним способом зменшення виділення азоту. На рівні ферми це призводить до значного скорочення імпорту багатих на білок кормів, таких як соєвий шрот. Включення ферментів до корму, які покращують біологічну доступність деяких специфічних поживних речовин, виявилось ефективним для багатьох видів. Годівля тварин відіграє важливу роль у контролі потоків поживних речовин на тваринницьких фермах [21]. Обґрунтоване використання мінеральних добавок мікроелементів може допомогти запобігти надмірному їх виділенню з калом. Максимально допустимий рівень не слід вважати ідеальним для потреб тварин, а для контролю кишкових захворювань слід використовувати альтернативні інноваційні сполуки замість антибіотиків, цинку та міді [22].

Висновки. За виробництва продукції тваринництва важкі метали представлені як життєво необхідними мікроелементами, так і небажаними речовинами. Хоча Європейський Союз запровадив комплексне регулювання контролю забруднення токсичними важкими металами, їх поширення у різних ланках не дозволяє уникнути їх присутності у ланцюзі живлення та у навколишньому середовищі. Раціон тварин можна скласти та збалансувати таким чином, щоб зменшити кількість незасвоєних мінеральних та інших поживних речовин.

Для розробки ефективних стратегій контролю забруднення важкими металами необхідно враховувати складні взаємозв'язки в процесах, широку мінливість ведення сільського господарства, ґрунтові та кліматичні умови. Слід запропонувати використання добавок мікроелементів з більшою точністю, щоб уникнути поширення забруднень у навколишнє середовище.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Tchounwou P. B., Yedjou C. G., Patlolla A. K., Sutton D. J. Heavy metals toxicity and the environment. *Experimental Neurology*. 2012. № 101. P. 133–164.
2. Raubenheimer D., Simpson S.J., Mayntz D. Nutrition, ecology and nutritional ecology: toward an integrated framework. *Functional Ecology*. 2009. № 23. P. 4–16.
3. Jarup L. Hazards of heavy metal contamination. *British Medical Bulletin*. 2003. № 68. P. 167–182.
4. Fink-Gremmels J. Animal feed contamination. Effects on livestock and food safety. *Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, Cambridge, UK*. 2012.
5. Aragay G., Pons J., Merkoçi A. Recent trends in macro-, micro-, and nanomaterial-based tools and strategies for heavy-metal detection. *Chemical Reviews*. 2011. № 111. P. 3433–3458.
6. Lopez-Alonso M. Trace minerals and livestock: not too much not too little. *ISRN Veterinary Science*. 2012. № 12. P. 1–18.

7. Suttle N. F. Mineral Nutrition of Livestock, 4th Edition. *Cabi, Oxfordshire, UK*. 2010.
 8. Dai S. Y., Jones B., Lee K-M., Li W., Post L., Herrman T. J. Heavy metal contamination of animal feed in Texas. *Journal of Regulatory Science*. 2016. № 01. P. 21–32.
 9. Rossi L., Dell'Orto V., Vagni S., Sala V., Reggi S., Baldi A. Protective effect of oral administration of transgenic tobacco seeds against verocytotoxic Escherichia coli strain in piglets. *Veterinary Research Communications*. 2014. № 38. P. 39–49.
 10. Rossi L., Di Giancamillo A., Reggi S., Domeneghini C., Baldi A., Sala V., Dell'Orto V., Coddens A., Cox E., Fogher C. Expression of verocytotoxic Escherichia coli antigens in tobacco seeds and evaluation of gut immunity after oral administration in mouse model. *Journal of Veterinary Sciences*. 2013. № 14. P. 263–270.
 11. Sales J. Effects of pharmacological concentrations of dietary zinc oxide on growth of post-weaning pigs: a meta-analysis. *Biological Trace Element Research*. 2013. № 152. P. 343–349.
 12. Walk C. L., Wilcock P., Magowan E. Evaluation of the effects of pharmacological zinc oxide and phosphorus source on weaned piglet growth performance, plasma minerals and mineral digestibility. *Animal*. 2015. № 9. P. 1145–1152.
 13. Rossi L., Pinotti L., Agazzi A., Dell'Orto V., Baldi A. Plant bioreactors for the antigenic hook-associated gK protein expression. *Italian Journal of Animal Science*. 2014. № 13. P. 23–29.
 14. Polen T., Voia O. S. Copper effect of feed supplementation on growth performance in fattening pigs. *Journal of Animal Science*. 2015. № 48. P. 28–30.
 15. Suleiman N., Ibitoye E. B., Jimoh A. A., Sani Z. A. Assessment of heavy metals in chicken feeds available in Sokoto, Nigeria. *Sokoto Journal of Veterinary Sciences*. 2015. № 13. P. 17–21.
 16. Eu I., Yang X. E., He Z. L., Mahmood Q. Assessing potential dietary toxicity of heavy metals in selected vegetables and food crops. *Journal of Zhejiang University*. 2007. № 8. P. 1–13.
 17. Lopez-Alonso M., Garcia-Vaquero M., Benedito J. L., Castillo C., Miranda M. Trace mineral status and toxic metal accumulation in extensive and intensive pigs in NW Spain. *Livestock Science*. 2012. № 146. P. 47–53.
 18. García-Vaquero M., Lopez-Alonso M., Benedito J. L., Hernandez J., Gutiérrez B., Miranda M. In uence of Cu supplementation on toxic and essential trace element status in intensive reared beef cattle. *Food and Chemical Toxicology*. 2011. № 49. P. 3358–3366.
 19. Collins J., Prohaska J. R., Knutson M. D. Metabolic crossroads of iron and cooper. *Nutrition reviews*. 2010. № 68. P. 133–177.
 20. Medardus J. J., Molla B. Z., Nicol M., Morrow M., Rajala-Schultz P., Kazwala R., Gebreyes W. A. In-feed use of heavy metal micronutrients in U.S. swine production systems and its role in persistence of multidrug-resistant Salmonellae. *Applied and Environmental Microbiology*. 2014. № 80. P. 2317–2325.
 21. Petersen S. O., Sommer S. G., Béline F., Burton C., Dach J., Dourmad J. Y., Leip A., Misselbrook T., Nicholson F., Poulsen H. D., Provolo G., Sørensen P., Vinnerås B., Weiske A., Bernal M-P., Böhm R., Juhász C., Mihelic R. Recycling of livestock manure in a whole-farm perspective. *Livestock Science*. 2007. № 112. P. 180–191.
 22. Rossi L., Fusi E., Boglioni M., Giromini C., Rebucci R., Baldi A. Effect of Zinc oxide and Zinc chloride on human and swine intestinal epithelial cell lines. *International Journal of Health. Animal Science and Food Safety*. 2014. № 2. P. 1–7.
-

УДК 638.1:591.133

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.28>

ВПЛИВ ПРОБІОТИЧНИХ СТИМУЛЮЮЧИХ ПІДГОДІВЕЛЬ НА ФІЗІОЛОГІЧНИЙ СТАН І ЗИМОСТІЙКІСТЬ БДЖОЛИНИХ СІМЕЙ

Скрипник С.В. – аспірант кафедри технології виробництва та переробки продукції тваринництва,
Вінницький національний аграрний університет
orcid.org/0000-0003-4333-7255

У післямедозбірний період організація підготовчих заходів до зимівлі бджолиних сімей ґрунтується на принципах раціональної годівлі, контролю фізіологічного стану бджіл та застосуванні профілактичних заходів проти захворювань, що можуть ускладнити перебіг зимового періоду. Комплексне застосування цих заходів сприяє формуванню сильних, життєздатних і стійких до стресових факторів сімей, здатних без ускладнень пройти зимівлю та забезпечити ефективний старт весняного розвитку. У статті наведено результати дослідження впливу пробіотичних добавок у складі стимулюючих підгодівель на фізіологічний стан бджолиних сімей в осінній період та під час зимівлі. У всіх групах виявлено природне зниження сили бджолиних сімей восени, однак у дослідних групах, де застосовували пробіотики веталайф та біосевен, цей процес відбувався повільніше. Відбулося загальне зниження сили бджолиних сімей на 5,1–6,4% менше, ніж у контролі. Особливо вираженим був позитивний вплив пробіотиків на кількість вищого розплоду. На кінець жовтня кількість запечатаного розплоду в групі з біосевен перевищувала контроль на 59,6–41,4% відповідно. Встановлено, що підгодівлі з пробіотиками сприяють формуванню сильнішого зимового клубу завдяки збільшенню кількості молодих бджіл. Упродовж зимового періоду дослідні групи бджолиних сімей мали нижчі витрати кормів. Споживання кормів було меншим, порівняно з контролем, на 12,3% у групі, де бджолам згодовували пробіотик веталайф, та на 17,7% у третій дослідній групі з біосевен. Також спостерігалось зменшення кількості підмору бджіл (на 27,6% і 37,6%), покращення фізіологічного стану (менша маса ректуму на 14,1–15,1%) та зниження частки калових мас. У контрольній групі спостерігались ознаки опроношеності, тоді як у дослідних вони були відсутні. Отримані результати свідчать про доцільність використання пробіотиків у підгодівлях для покращення підготовки бджіл до зимівлі, підвищення зимостійкості та збереження фізіологічного благополуччя бджолиних сімей. Найбільш виражений позитивний ефект показав пробіотик біосевен, що підтверджує доцільність використання його для осінньої підгодівлі з метою покращення зимостійкості та загального стану бджолиних сімей.

Ключові слова: бджоли, підгодівля, пробіотик, корми, сила сімей, розплід, зимівля.

Skrypnik S.V. Influence of probiotic stimulating feeds on the physiological state and winter hardness of bee families

In the post-honey collection period, the organization of preparatory measures for the wintering of bee colonies is based on the principles of rational feeding, control of the physiological state of bees and the use of preventive measures against diseases that can complicate the course of the winter period. The complex application of these measures contributes to the formation of strong, viable and stress-resistant colonies that are able to go through winter without complications and ensure an effective start to spring development. The article presents the results of a study of the effect of probiotic additives in the composition of stimulating top dressings on the physiological state of bee colonies in the autumn period and during wintering. In all groups, a natural decrease in the strength of bee colonies was found in the autumn, however, in the experimental groups where probiotics Wetalive and Bioseven were used, this process occurred more slowly. There was a general decrease in the strength of bee colonies by 5.1–6.4% less than in the control. The positive effect of probiotics on the number of brood reared was particularly pronounced. At the end of October, the number of sealed brood in the bioseven group exceeded the control by 59.6–41.4%, respectively. It was found that feeding with probiotics contributes to the formation

of a stronger winter club due to an increase in the number of young bees. During the winter period, the experimental groups of bee colonies had lower feed consumption. Feed consumption was lower, compared to the control, by 12.3% in the group where the bees were fed the probiotic Wetalife, and by 17.7% in the third experimental group with bioseven. There was also a decrease in the number of bee deaths (by 27.6% and 37.6%), an improvement in the physiological condition (less rectal mass by 14.1–15.1%) and a decrease in the proportion of fecal masses. Signs of overwintering were observed in the control group, while they were absent in the experimental ones. The results obtained indicate the feasibility of using probiotics in top dressing to improve the preparation of bees for wintering, increase winter hardiness and maintain the physiological well-being of bee colonies. The most pronounced positive effect was shown by the probiotic bioseven, which confirms the feasibility of using it for autumn top dressing to improve winter hardiness and the general condition of bee colonies.

Key words: bees, top dressing, probiotic, feed, colony strength, brood, wintering.

Постановка проблеми. У сучасних умовах розвитку аграрного сектору особливої актуальності набувають питання підвищення ефективності та стабільності бджільництва як важливої складової галузі сільського господарства. Зростаючі потреби в запиленні сільськогосподарських культур, а також попит на продукти бджільництва зумовлюють необхідність збереження, збільшення чисельності та продуктивності бджолиних сімей. Одним із пріоритетних напрямів забезпечення стабільного розвитку галузі є впровадження науково обґрунтованих методів годівлі бджіл, спрямованих на підтримку їхнього фізіологічного стану, зміцнення імунітету та зниження впливу несприятливих факторів довкілля [3].

Протягом останніх десятиліть підвищена смертність бджолиних сімей стала серйозною проблемою, що впливає на бджільництво в усьому світі. У 2024 році в Україні рівень смертності бджолиних сімей досяг суттєво вищого показника порівняно з попередніми роками і становив 20–25% [5]. Такий різкий ріст загибелі бджолиних сімей свідчить про погіршення умов утримання медоносних бджіл та є тривожним сигналом для галузі бджільництва. Основним чинником підвищеної смертності вважаються несприятливі погодні умови, які спостерігалися навесні та влітку 2024 року. Аномальні температурні коливання, тривалі періоди посухи, а також зменшення кількості опадів негативно вплинули на розвиток медоносної флори. Як наслідок, відбулося істотне скорочення площ з квітучими нектароносами, що значно обмежило медоносну базу для бджолиних сімей у період активного розвитку та збору нектару.

Склад і кількість поживних речовин, що надходять до організму медоносних бджіл, є критичними факторами, які визначають тривалість їхнього життя та загальний стан бджолиних сімей [15]. Згідно з даними дослідження Şahin et al. [32], медоносні ресурси протягом року зазнають значного скорочення внаслідок сезонних та кліматичних змін. Цей дефіцит природної флори безпосередньо впливає на репродуктивну здатність бджолиних маток, знижуючи рівень відкладання ними яєць та, як наслідок, чисельність бджолиних сімей.

Останніми десятиліттями в Україні суттєво зросли масштаби землекористування. Одним із можливих чинників такої динаміки є зростаюча інтенсифікація міжнародної торгівлі сільськогосподарською продукцією. У цьому контексті особливу стурбованість викликає поширення монокультур у сільськогосподарському виробництві, що, згідно з низкою досліджень, має негативний вплив на стан бджолиних сімей [8].

Завдяки значним площам посівів соняшнику частка соняшникового меду у загальному виробництві меду в Україні змінюється щороку, але залишається ключовим фактором рентабельності пасік [11]. За рахунок соняшнику пасічники

мають змогу наростити обсяг виробництва меду, щоб компенсувати відсутність акацієвого та липового меду, які не вдається зібрати через несприятливі погодні умови [2]. У середньому соняшниковий мед становить 48–50% загального обсягу меду, що є свідченням важливості соняшникових медозборів для українського бджільництва [30]. Найкраще використовують медозбір із соняшнику бджоли української степової породи, забезпечуючи високу продуктивність пасіки та стійкість бджолиних сімей до кліматичних викликів.

Хоча медозбір із соняшнику є одним із найважливіших, але й водночас найнапруженіших етапів у сезоні пасічника. Цей період характеризується інтенсивною роботою бджолиних сімей. Соняшник забезпечує високий вихід нектару впродовж відносно короткого часу і це вимагає максимальної мобілізації бджолиних ресурсів. Під час масового цвітіння цієї культури бджоли активно працюють найчастіше при високих температурах та обмеженій вологості повітря. Тому у період після цвітіння соняшнику спостерігається послаблення бджолиних сімей і це обумовлює необхідність запровадження ефективних підходів до підгодівлі бджіл з метою підготовки до зимового періоду.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Одноманітне харчування, притаманне монокультурним агроecosystemам, розглядається як один із ключових факторів стресу для медоносних бджіл. Відомо, що бджоли мають високу залежність від біохімічного складу й різноманітності нектаро- та пилюконосної флори, оскільки саме різноманіття квіткових ресурсів забезпечує їх необхідними поживними речовинами. Зниження доступності якісних кормових ресурсів спричинює порушення в харчуванні бджіл, зменшення продуктивності маток, зниження темпів вирощування розплоду, ослаблення імунітету та підвищену вразливість до хвороб [9]. Усі ці фактори в сукупності призводять до високої смертності бджіл і личинок, що, у свою чергу, негативно позначається на загальному стані бджолиних сімей наприкінці сезону. Така динаміка вказує на необхідність впровадження адаптивних заходів з підтримки життєздатності бджолиних сімей, зокрема, вдосконалення підходів до підгодівлі.

Повноцінне білкове живлення є необхідною умовою для забезпечення активного росту бджолою сім'ї. Основним джерелом білка для бджіл є пилок, який містить незамінні амінокислоти, ліпіди, вітаміни та мікроелементи [9]. Ці компоненти критично важливі для розвитку личинок, синтезу білків гемолімфи, нормального функціонування імунної системи, а також для підтримання фізіологічного балансу дорослих особин [19]. У зв'язку з цим зменшення доступності пилюконосних культур в умовах інтенсивного землеробства може мати суттєві негативні наслідки для загальної продуктивності й життєздатності бджолиних сімей. Обмежене харчування спричиняє зниження виживаності личинок, що проявляється у підвищеній смертності на ранніх стадіях розвитку. Крім того, дефіцит поживних речовин робить бджіл більш вразливими до патогенів та може спричинити їх втрату [36]. Коливання в якісному складі харчування личинок через різноманітність джерел надходження кормів також можуть впливати на метаболічну активність дорослих бджіл, що, у свою чергу, позначається на їх льотній активності [35]. Це має суттєве значення для формування достатніх запасів перги й нектару, необхідних для вирощування розплоду, та забезпечення виживання бджолиних сімей у зимовий період [19].

Додаткова підгодівля є поширеною практикою серед пасічників з метою підтримання життєздатності бджолиних сімей за умов дефіциту природних джерел

корму [35]. За обмеженого надходження природного нектару особливо важливо забезпечити бджолині сім'ї додатковим джерелом білкового живлення. Paray et al. [27] вивчали ефективність додавання бджолиного обніжжя з використанням знежиреного молока та соєвого борошна. Дослідження, проведені Agrawal et al. [13], підтверджують доцільність використання для підгодівлі бджіл дріжджів та сухого знежиреного молока.

Доведено також, що сильні сім'ї здатні вирощувати більший обсяг розплоду та виробляти більше меду порівняно зі слабшими сім'ями [8]. Сила бджолиної сім'ї, як зазначають Chaand et al. [20], прямо корелює з рівнем накопичених кормових запасів (перги, нектару та меду) у бджолиному гнізді. Результати роботи Sihag and Kaur [33] підтверджують позитивну залежність між кількістю запасів кормових ресурсів та рівнем вирощування розплоду й загальною силою сім'ї.

Незважаючи на високу поживну цінність пилку як джерела білка для медоносних бджіл (*Apis mellifera*), особливості фізіології їхньої травної системи обмежують ефективність його використання. Крім того, активність протеолітичних ферментів у середній кишці бджіл є обмеженою, що знижує ефективність перетравлення білків [24]. Ці обмеження у перетравленні білкових компонентів пилку впливають на загальний білковий баланс бджолиної сім'ї, особливо в періоди підвищеної потреби в білках, такі як вирощування розплоду або підготовка до зимівлі [18].

У зв'язку з цим, впровадження біологічно активних кормових добавок, зокрема пробіотиків, у практику підгодівлі бджіл набуває особливого значення. Пробіотики можуть покращити мікробіоту кишечника бджіл, оптимізуючи її кількісний та якісний склад, що сприяє кращому перетравленню кормів, підвищує засвоєння поживних речовин та зміцнює імунну відповідь організму [29, 34]. Застосування пробіотичних препаратів у технологіях підгодівлі бджіл дозволяє підвищити загальний стан бджолиних сімей, покращити темпи розвитку розплоду, зменшити рівень смертності бджіл, особливо під час зимівлі [10].

Особливий науковий інтерес викликає включення пробіотиків до складу стимулюючих підгодівель для медоносних бджіл в осінній період. Однією з ключових переваг таких добавок є їх здатність підвищувати інфекційну резистентність організму бджіл, активізувати імунологічні та фізіологічні функції сім'ї, не спричиняючи при цьому звикання чи негативних наслідків, пов'язаних із накопиченням патогенної мікрофлори та токсичних речовин [23]. На відміну від деяких хімічних препаратів, пробіотики не порушують мікробіологічну рівновагу кишківника і не залишають небезпечних залишкових речовин у продуктах бджільництва, що є особливо важливим для забезпечення безпечної та якісної продукції [26].

Особливої уваги заслуговують результати досліджень, присвячені використанню різних штамів мікроорганізмів у складі пробіотичних добавок для медоносних бджіл, зокрема виду *Bacillus*, *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecium*, а також дріжджі роду *Saccharomyces* [4, 31]. Ці мікроорганізми мають високу метаболічну активність, здатність до продукування ферментів, вітамінів, антимікробних речовин і біологічно активних метаболітів, позитивно впливаючи на мікробіоту кишківника бджіл [17]. Завдяки цьому вони також сприяють покращенню засвоєння поживних речовин, зміцненню імунної системи, стимуляції росту, підвищенню резистентності до патогенів та зниженню токсичності певних пестицидів [21].

Більшість дослідників дотримуються думки, що найбільш ефективними є пробіотики, до складу яких входять живі культури біфідобактерій та молочнокислих

бактерій, зокрема лактобактерій. Саме ці групи мікроорганізмів відіграють важливу роль у формуванні збалансованої мікробіоти, підтримці травної функції та загального фізіологічного гомеостазу бджолиної сім'ї [14]. Застосування таких пробіотичних препаратів є перспективним напрямом у підвищенні стійкості бджіл до стресових факторів довкілля та зменшенні втрат бджолиних сімей у період зимівлі [25, 28].

Організація підготовчих заходів у післямедозбірний період ґрунтується на принципах годівлі, контролю за станом сім'ї, а також застосуванні профілактичних засобів щодо хвороб, що можуть ускладнити зимівлю. Такий комплексний підхід дозволяє сформувати життєздатні, продуктивні сім'ї, які здатні витримати сезонний стрес під час зимівлі і активно включитися в роботу навесні [6, 7, 12].

Після завершення основного медозбору із соняшнику починається важливий етап в утриманні бджіл – це осіння підготовка бджолиних сімей до зимівлі. Одним із важливих завдань цього періоду є забезпечення нарощування значної маси робочих бджіл осінньої генерації. Саме від якісної підготовки бджолиних сімей восени значною мірою залежить їх успішна зимівля. Цей період відзначається зниженням медозбору, виснаженням медоносної бази та зменшенням активності бджіл. Тому важливо своєчасно впроваджувати ефективні заходи щодо стимуляції відкладання маткою яєць через проведення підгодівлі бджіл цукровим сиропом. Стимуляція росту і розвитку бджіл осіннього покоління забезпечує накопичення в жировому тілі запасних поживних речовин [8].

Проте, практика використання пробіотичних добавок у підгодівлі бджіл залишається недостатньо поширеною, а інформації щодо їх впливу на продуктивність сімей досить мало.

Метою дослідження є оцінка ефективності різних пробіотичних добавок щодо покращення продуктивних показників медоносних бджіл в осінній період та забезпечення їхньої зимостійкості.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводилися на бджолиних сім'ях української степової породи бджіл на пасіці Чернятинського фахового коледжу Вінницького національного аграрного університету. Для цього за принципом груп-аналогів сформували 3 групи сімей, по 10 у кожній. При формуванні груп враховували силу бджолиних сімей, кількість корму та запечатаного розплоду у стільниках, вік матки [1]. Утримання та догляд за бджолиними сім'ями були однаковими. Після відкачування меду із соняшника зі стельових годівниць проводили стимулюючу підгодівлю бджіл з 10 серпня по 3 вересня. Кожна бджолина сім'я отримала 6 л підгодівельної суміші по 1,5 л за одну підгодівлю. Бджоли контрольної групи отримували чистий цукровий сироп (1:1.5), другої дослідної – цукровий сироп + 2 г веталайф на 1 л сиропу, третьої дослідної – цукровий сироп + 2 г біосевену на 1 л сиропу.

Через кожних 12 днів вивчали вплив підгодівель на ріст та розвиток бджолиних сімей. Визначали кількість запечатаного розплоду за допомогою рамки-сітки, з величиною квадратів 5 x 5 см. У кожному квадраті вміщалося 100 личинок робочих бджіл. Силу бджолиних сімей визначали за кількістю вуличок (міжрамковий простір, вкритий бджолами) у гнізді [1].

У ході дослідження оцінку витрати корму бджолиними сім'ями протягом зимового періоду здійснювали шляхом зважування медових стільників восени (перед зимівлею) та навесні після першого очисного обльоту бджіл. Різниця між масою кормових запасів на початку і в кінці зимівлі визначалася як кількість спожитого

корму. Подальший перерахунок витрат здійснювали у розрахунку на одну вуличку бджіл та на сім'ю загалом.

Зважування стільників проводили після попереднього видалення бджіл. За наявності на стільниках розплоду для визначення маси корму застосовували спеціальну рамку-сітку з розрахунком, що кожен квадрат містить приблизно 45 г запечатаного меду. Додатково для обліку витрат корму використовували контрольні ваги, на які встановлювали вулики з бджолами. Зважування проводили на початку та в кінці зимівлі.

Оцінку калового навантаження задньої кишки бджіл проводили за загальноприйнятою методикою. Відбір проб здійснювали тричі з інтервалом 30 днів. Із кожної сім'ї відбирали по 40 робочих бджіл. Задні кишки бджіл препарували, після чого зважували їх на лабораторній вазі Axis AD 500. Отримані дані використовували для обрахунку середнього калового навантаження. Визначення маси кишкового вмісту проводили з інтервалом у 30 діб протягом усього періоду зимівлі.

Відхід бджіл у зимовий період оцінювали за масою підмору. Для цього збирали загиблих бджіл із дна вулика. Після завершення зимового періоду підмор висували та зважували для визначення масових втрат бджіл протягом зимівлі.

Опроношеність визначали під час проведення весняної ревізії за п'ятибальною системою: 1 бал – немає слідів проносу; 2 бали – слабкий пронос, за наявності не більше 10 проносних плям на 2 стільниках та чистих інших; 3 бали – середній пронос (10–30 плям на кожному стільнику); 4 бали – сильний пронос, коли кількість плям кожному стільнику від 30 до 100; 5 балів – дуже сильний пронос, кількість плям на кожному стільнику більше 100.

Виклад основного матеріалу. Після проведених підгодівель з додаванням пробіотиків проводили спостереження за підготовкою бджіл до зимівлі за даними контрольних обліків сили і кількості запечатаного розплоду. У всіх групах сила бджолиних сімей протягом осіннього періоду поступово зменшувалася, але з різною інтенсивністю.

Встановлено, що в усіх досліджуваних групах протягом осіннього періоду (вересень–жовтень) спостерігалось поступове зниження сили бджолиних сімей. Така динаміка є фізіологічно зумовленою та відповідає сезонному біоритму розвитку медоносної бджоли, що полягає у скороченні кількості розплоду та чисельності робочих бджіл перед зимівлею. Водночас слід зазначити, що інтенсивність цього зменшення була різною у контрольній та дослідних групах.

У контрольній групі спостерігалось інтенсивніше зниження сили сімей. Натомість у дослідних групах, які отримували пробіотичну підгодівлю, зменшення сили сімей відбувалося повільніше. Особливо помітним було збільшення кількості запечатаного розплоду в дослідних групах, що є важливим у формуванні зимового клубу з молодих, життєздатних бджіл.

Пробіотики сприяли уповільненню зменшення сили сімей восени. На початку спостереження сила бджолиних сімей була приблизно однакова у всіх групах: 7,5–7,6 вуличок. Надалі в усіх групах спостерігалось поступове зниження сили сімей. Однак, починаючи з 20 вересня, між групами прослідковується помітна різниця. У контрольній групі сила бджолиних сімей знижується швидше, тоді як у дослідних групах вона залишається вищою на 4,9% в групі ($p < 0,05$) за згодовування пробіотика веталайф та на 6,5% ($p < 0,01$) – у групі з біосевен. У контрольній групі сила сімей зменшилася майже на 20%, тоді як у другій дослідній – на 14,6%, третій дослідній – на 13,3% (табл. 1).

Таблиця 1

**Вплив стимулюючих підгодівель з пробіотиками
на осінній розвиток бджолиних сімей**

Дата обліку	Група					
	1-контрольна		2-дослідна		3-дослідна	
	сила сім'ї, вуличок	кількість розплоду, квадратів	сила сім'ї, вуличок	кількість розплоду, квадратів	сила сім'ї, вуличок	кількість розплоду, квадратів
15.08	7,6±0,04	105,5±1,21	7,5±0,07	104,4±0,65	7,5±0,09	103,4±0,44
27.08	7,4±0,04	54,1±0,91	7,3±0,05	53,5±0,64	7,3±0,08	53,8±0,52
08.09	7,2±0,03	32,8±0,52	7,2±0,05	35,1±0,45*	7,2±0,07	33,2±0,44
20.09	6,9±0,05	14,2±0,34	7,1±0,04*	14,7±0,26	7,1±0,06*	17,2±0,41**
02.10	6,6±0,05	5,2±0,15	6,8±0,03*	6,1±0,12**	6,9±0,05**	8,3±0,17***
14.10	6,2±0,04	2,9±0,13	6,6±0,02***	3,1±0,10	6,8±0,05***	4,1±0,11***
26.10	6,1±0,03	-	6,4±0,02***	-	6,5±0,03***	-

У період із 15.08 по 14.10 в усіх групах спостерігалось зменшення площі вирощеного розплоду. На початку спостереження значення були високими (103,4–105,5 квадрата), а в наступні місяці різко зменшилися. Уже у другій половині дослідження виявлено, що група з пробіотиком біосевен вирощувала більшу кількість розплоду в кінці активного сезону (8,3±0,17 квадрата 02.10 та 4,1±0,11 – 14.10), порівняно з контролем, відповідно на 59,6% ($p<0,001$) та на 41,4% ($p<0,001$). У групі, де бджолам у складі стимулюючої підгодівлі згодовували пробіотик беталайф, вирощеного розплоду було дещо менше порівняно з групою з біосевен, але більше, ніж у контролі.

Отримані результати підтверджують доцільність застосування пробіотичних добавок при стимулюючій підгодівлі в осінній період у технології підготовки бджолиних сімей до зимівлі для підвищення зимостійкості. На початку зимівлі, у жовтні, бджолині сім'ї контрольної групи споживали найбільшу кількість кормів, мінімальну – у третій дослідній. У листопаді витрата кормів у бджолиних сім'ях контрольної та дослідних груп зменшилася та коливалася в межах від 0,69 до 0,72 кг. У грудні витрати корму збільшилися в контрольній та дослідних групах (табл. 2).

У процесі зимівлі в січні і, особливо, в лютому в сім'ях витрати корму ще більше збільшуються. Порівняно з початковим терміном спостережень (жовтень) до березня рівень витрати корму збільшився в контрольній групі на 62,1%, у другій дослідній групі – на 46,5% ($p<0,001$), третій дослідній групі – 42,7% ($p<0,001$). Упродовж зимівлі загальні витрати корму у контрольній групі були найбільшими (5,35 кг), а використання пробіотичних препаратів дозволило знизити споживання корму на 12,3% ($p<0,001$) у другій дослідній групі та на 17,7% ($p<0,001$) – у третій дослідній групі, порівняно з контролем. Зменшення кормових витрат, ймовірно, зумовлено поліпшенням обмінних процесів в організмі бджіл під дією пробіотичних компонентів, що підтверджується іншими дослідженнями, які вказують на здатність пробіотиків стабілізувати кишкову мікрофлору [26].

Коригувальні підгодівлі з пробіотиками вплинули і на збереження маси бджолиних сімей, яка була краща у дослідних групах. Втрата маси бджіл у групі, де використовували у складі стимулюючої підгодівлі беталайф, була меншою на

27,6% ($p<0,01$), з біосевен – на 37,6% ($p<0,001$). Група бджолиних сімей з біосевен мала найменше підмору бджіл під час зимівлі. Зменшення кількості підмору є важливим індикатором благополучної зимівлі та меншого фізіологічного виснаження бджіл, а менше підмору у дослідних групах підтверджує захисну дію пробіотиків на імунну систему бджіл.

Таблиця 2

**Витрати корму та результати зимівлі бджолиних сімей
за стимулюючої підгодовлі з пробіотиками**

Дата	Група		
	1-контрольна	2-дослідна	3-дослідна
30.11	$0,87 \pm 0,034$	$0,86 \pm 0,027$	$0,82 \pm 0,023$
30.12	$0,72 \pm 0,029$	$0,70 \pm 0,031$	$0,69 \pm 0,017$
30.01	$1,05 \pm 0,026$	$0,85 \pm 0,044^*$	$0,80 \pm 0,029^{***}$
28.02	$1,30 \pm 0,031$	$1,02 \pm 0,028^{***}$	$0,92 \pm 0,021^{***}$
30.03	$1,41 \pm 0,033$	$1,26 \pm 0,027^*$	$1,17 \pm 0,025^{**}$
Разом	5,35	4,69	4,40
Маса сім'ї восени, г	$2273 \pm 4,3$	$2274 \pm 5,2$	$2271 \pm 3,1$
Маса сім'ї навесні, г	$2132 \pm 4,9$	$2172 \pm 5,7^{**}$	$2183 \pm 6,2^{***}$
Опроношеність, балів	1	-	-
Підмор бджіл, г	141	102	88

У контрольній групі було зафіксовано ознаки опроношеності на рівні 1 бала, тоді як у дослідних групах вони були відсутні. Це свідчить про позитивний вплив пробіотиків на стан шлунково-кишкового тракту бджіл.

У дослідженні було проаналізовано динаміку фізіологічних показників бджіл протягом зимового періоду. Основна увага приділялася середній масі робочої бджоли, масі ректуму та відсотковому вмісту калових мас. На початку січня маса бджоли в усіх групах була приблизно однаковою і становила в межах 110–111 мг. До кінця лютого у контрольній групі вона зросла до 125,5 мг, у другій дослідній групі – до 120,4 мг, у третій групі – до 119,2 мг. Хоча бджоли контрольної групи мали більшу масу, але це не свідчить про кращий фізіологічний стан, оскільки зростання маси супроводжувалося надмірним накопиченням екскрементів (табл. 3).

У контрольній групі частка калових мас у масі бджоли зросла з 26,1% до 35,4% упродовж дослідження (рис. 1). Натомість у дослідних групах цей показник на кінець лютого був нижчим – 31,7–31,8%, що на 3,3–3,4% менше.

Збільшення маси ректуму було найбільш вираженим у контрольній групі – з 29,1 мг на початку січня до 44,5 мг наприкінці лютого. У дослідних групах цей показник був значно нижчим: 38,2 мг – у другій (менше на 14,1% при $p<0,001$) та 37,8 мг – у третій, що менше на 15,1% ($p<0,001$) порівняно з контролем. Отримані дані вказують на ефективніше перетравлення корму при застосуванні пробіотиків та зниження ризику розвитку опроношеності.

Незважаючи на трохи меншу масу бджіл у дослідних групах, нижча маса ректуму та зменшення відсотку калових мас свідчать про кращий їх фізіологічний стан. Отримані дані узгоджуються з висновками інших дослідників [16, 22], які вказують на важливу роль симбіотичної мікрофлори у підтриманні здоров'я бджіл.

Таблиця 3

Зміни фізіологічних показників робочих бджіл під час зимівлі

Показник	Дата обліку		
	04.01.2023	30.01.2023	28.02.2023
1-контрольна			
Середня маса робочої бджоли, мг	111,4 ± 0,33	122,7 ± 0,34	125,5 ± 0,35
Маса ректуму, мг	29,1 ± 0,31	34,5 ± 0,24	44,5 ± 0,47
Вміст калових мас від маси бджоли, %	26,1 ± 0,22	28,1 ± 0,22	35,4 ± 0,29
2-дослідна			
Середня маса робочої бджоли, мг	110,2 ± 0,37	117,3 ± 0,42***	120,4 ± 0,32***
Маса ректуму, мг	25,4 ± 0,23***	26,9 ± 0,47***	38,2 ± 0,28***
Вміст калових мас від маси бджоли, %	23,1 ± 0,21*	22,9 ± 0,35***	31,7 ± 0,22***
3-дослідна			
Середня маса робочої бджоли, мг	110,7 ± 0,29	117,3 ± 0,58***	118,8 ± 0,78***
Маса ректуму, мг	26,0 ± 0,16***	26,7 ± 0,64***	37,8 ± 0,27***
Вміст калових мас від маси бджоли, %	23,5 ± 0,15	22,8 ± 0,51***	31,8 ± 0,35***

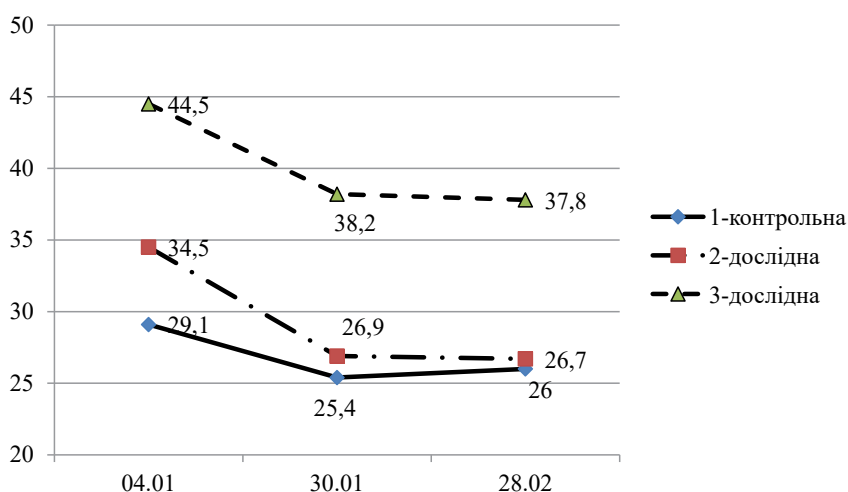


Рис. 1. Динаміка зміни калового навантаження прямої кишки бджіл залежно від пробіотика у складі підгодівельної суміші

Висновки. У дослідних групах з додаванням пробіотиків у стимулюючих підгодівлях в осінній період (веталайф і біосевен) зменшення сили бджолиних сімей відбувалося повільніше, ніж у контролі. Найменше зниження сили зафіксовано у групі з пробіотиком біосевен – на 13,3% проти 20% у контролі.

Кількість вирощеного розплоду в дослідних групах, особливо з біосевен, у кінці активного сезону була суттєво вищою (на 41,4–59,6% більше), що сприяло формуванню сильнішого зимового клубу з молодих бджіл.

Під час зимівлі витрати корму були на 12,3% менше у групі з веталайф і на 17,8% – з біосевен.

Збереження маси бджолиних сімей краща у дослідній групі з біосевен, де спостерігалось на 37,6% менше підмору, ніж у контролі, що свідчить про менше фізіологічне виснаження бджіл.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Броварський В.Д., Бриндза Ян, Отченашко В.В. Методика дослідної справи у бджільництві. Видавничий дім «Винниченко», 2017. 166 с.
2. Гаврилюк А. Частка соняшникового меду цього року буде більшою, ніж зазвичай. <https://agrotimes.ua/agromarket/chastka-sonyashnykovogo-medu-czogo-roku-bude-bilshoyu-nizh-zazvyhaj/>
3. Голубенко Т.Л., Разанова О.П., Капріца В.О. Ефективність мінерально-вітамінної добавки у розвитку бджолиних сімей восени та їх підготовці до зимівлі. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2024. № 139. Ч. 1. С. 182–189. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.139.1.24>
4. Коцюмбас І.Я., Жила М.І., Шкіль М.І. Пробиотики – необхідна складова при сучасних технологіях вирощування тварин. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького*. 2013. Т. 15. № 3(2). С. 174–181.
5. Матяш Т. Смертність бджіл в Україні у 2024 році становила 20–25%, – Інститут бджільництва. https://lb.ua/society/2025/01/06/653971_smernist_bdzhil_ukraini_2024_rotsi.html
6. Прудніков В.Г. Ефективність різних способів підготовки бджолиних сімей до зимівлі. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія : Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2017. Вип. 271. С. 244–248.
7. Разанов О.С. Вплив періоду підгодовлі бджіл цукровим сиропом у разі формування кормових запасів на зимовий період на силу бджолиних сімей та виробництво продукції бджільництва. *Бджільництво України*. 2025. Вип. 12. С. 83–88. DOI: [10.32782/beekeepingjournal.2024.12.11](https://doi.org/10.32782/beekeepingjournal.2024.12.11)
8. Разанова О.П., Голубенко Т.Л., Скоромна О.І. Шляхи підвищення конкурентоспроможності галузі бджільництва у контексті євроінтеграційних процесів : монографія. Видавництво: ТОВ «Друк», 2023. 279 с.
9. Разанова О.П., Скоромна О.І. Технологія виробництва продукції бджільництва: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Вінниця, 2020. 408 с.
10. Разанова О.П., Шульга Ю.І., Салюк О.О. Продуктивність бджолиних сімей у період підготовки до головного медозбору за впливу пробіотика. *Вісник Сумського національного аграрного університету (Тваринництво)*. 2022. Вип. 2 (49). С. 61–67. DOI: [10.32845/bsnau.lvst.2022.2.9](https://doi.org/10.32845/bsnau.lvst.2022.2.9)
11. Сидякіна О.В., Гамаюнова В.В. Сучасний стан та перспективи виробництва насіння соняшнику. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 131. С. 196–204. DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.131.25>
12. Шамро М.О., Шамро Л.П., Соловійова Т.М. Вплив способів створення запасів корму на вирощування бджіл у період осінньої ротації їх генерацій. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2015. № 3. С. 70–72.
13. Agrawal R., Bansal A., Saini A.S., Raj A., Kumar A., Saini S. Bee nutrition and artificial food. *The Pharmaceutical Innovation Journal*. 2023. Vol. 12 (6). № 1635–41.
14. Alberoni D., Gaggia F., Baffoni L., Di Gioia D. Characterization and potential probiotic evaluation of lactic acid bacteria from bees. *Annals of Microbiology*. 2016. Vol. 66(3). P. 751–761. <https://doi.org/10.1007/s13213-015-1154-2>

15. Amro A., Younis M., Ghania A. Physiological Effects of Some Pollen Substitutes Diets on Caged Honey Bee Workers (*Apis mellifera* L.). *International Journal of Environmental*. 2020. Vol. 9(1). P. 87–99. DOI:10.3126/ije.v9i1.27589
16. Anderson K.E., Maes, P. Social microbiota and social gland gene expression of worker honey bees by age and climate. *Scientific Reports*. 2022. Vol. 12. № 10690. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-14442-0>
17. Audisio M.C. Gram-positive bacteria with probiotic potential for the *Apis mellifera* L. honey bee: the experience in the northwest of Argentina. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*. 2017. Vol. 9. P. 22–31. <https://doi.org/10.1007/s12602-016-9224-1>
18. Aylanc V., Falcão S.I., Vilas-Boas M. Bee pollen and bee bread nutritional potential: Chemical composition and macronutrient digestibility under in vitro gastrointestinal system. *Food Chemistry*. 2023. Vol. 413. № 135597. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.135597>
19. Bryś M.S., Strachecka A. The Key Role of Amino Acids in Pollen Quality and Honey Bee Physiology – A Review. *Molecules* 2024. Vol. 29(11). № 2605. <https://doi.org/10.3390/molecules29112605>
20. Chaand D., Sharma D., Ganai S.A., Norboo T., Sharma S. Effect of colony strength on colony build up and foraging activity of *Apis mellifera* L. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 2017. Vol. 5(6). P. 1369–73.
21. Du Rand E.E., Stutzer Ch., Human H., Pirk Ch.W.W., Nicolson S.W. Antibiotic treatment impairs protein digestion in the honeybee, *Apis mellifera*. *Apidologie*. 2020. Vol. 51. P. 94–106. DOI: 10.1007/s13592-019-00718-4
22. Engel Ph., Bartlett K.D., Moran N.A. The Bacterium *Frischella perrara* Causes Scab Formation in the Gut of its Honeybee Host. *mBio*. 2015. Vol. 6. № 3. № e00193-15. doi: 10.1128/mBio.00193-15
23. Kwong W.K., Moran N.A. Gut microbial communities of social bees. *Nature Reviews Microbiology*. 2016. Vol. 14(6). P. 374–384. <https://doi.org/10.1038/nrmicro.2016.43>
24. Li Xin-Meng, Wang Ying, Lei Li, Zhang Ge, Xu Bao-Hua. Effects of Three Different Bee Pollen on Digestion, Immunity, Antioxidant Capacity, and Gut Microbes in *Apis mellifera*. *Insects*. 2025. Vol. 16(5). № 505. <https://doi.org/10.3390/insects16050505>
25. Mishukovskaya G., Giniyatullin M., Khabirov A., Khaziahmetov F., Naurazbaeva A., Tuktarov V. Effect of Probiotic Feed Additives on Honeybee Colonies Overwintering. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences*. 2020. Vol. 15(4). P. 284–290. DOI:10.3844/ajavsp.2020.284.290
26. Motta E.V.S., Moran N.A. The honeybee microbiota and its impact on health and disease. *Nature Reviews Microbiology*. 2023. Vol. 22(3). P. 122–137. doi: 10.1038/s41579-023-00990-3
27. Paray B.A., Kumari I., Hajam Y.A., Sharma B., Kumar R., Albeshr M.F., Farah M.A., Khan J.M. Honeybee nutrition and pollen substitutes: A review. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2021. Vol. 28(1). № 1167–76. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.11.053>
28. Ptaszyńska A.A., Borsuk G., Zdybicka-Barabas A., Cytryńska M., Małek W. Are commercial probiotics and prebiotics effective in the treatment and prevention of honeybee nosemosis? *Parasitology Research*. 2016. Vol. 115. P. 397–406. <https://doi.org/10.1007/s00436-015-4750-6>
29. Raymann K., Shaffer Z., Moran N.A. Antibiotic exposure perturbs the gut microbiota and elevates mortality in honeybees. *PLoS Biology*. 2017. Vol. 15(3). № e2001861. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2001861>
30. Rodriguez S. How Ukraine's Sunflower, Honey Production Are Intertwined. Czapp.com. 2023. URL: <https://www.czapp.com/analyst-insights/how-ukraines-sunflower-honey-production-are-intertwined/>

31. Sabaté D.C., Cruz M.S., Benítez-Ahrendts M.R., Audisio M.C. Beneficial effects of *Bacillus subtilis* subsp. *subtilis* Mori2, a honey-associated strain, on honeybee colony performance. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*. 2012. Vol. 4. P. 39–46. DOI: 10.1007/s12602-011-9089-0
 32. Şahin M., Topal E., Özsoy N.E.A. İklim Değişikliğinin Meyvecilik ve Arıcılık Üzerine Etkileri (The Effects of Climate Change on Fruit Growing and Beekeeping) İklim Değişikliğinin Meyvecilik ve Arıcılık Üzerine Etkileri. *Journal of Anatolian Natural Sciences*. 2015. Vol. 6(2). P. 147–54.
 33. Sihag R.C., Kaur G. Patterns of short and long-term responses of honey bee (*Apis mellifera* L.) colony to changes in its internal environment. *Journal of Ecology and The Natural Environment*. 2018. Vol. 10(6). P. 108–28. DOI:10.5897/JENE2017.0679
 34. Tarpy D.R., Mattila H.R., Newton I.L. G. Development of the honey bee gut microbiome throughout the queen-rearing process. *Applied and Environmental Microbiology*. 2015. Vol. 81(9). P. 3182–3191. <https://doi.org/10.1128/AEM.00307-15>
 35. Topal E., Mărgăoan R., Bay V., Takma Ç., Yücel B., Oskay D., Düz G., Acar S., Kösoğlu M. The Effect of Supplementary Feeding with Different Pollens in Autumn on Colony Development under Natural Environment and In Vitro Lifespan of Honey Bees. *Insects*. 2022. Vol. 13(7). № 588. doi: 10.3390/insects13070588
 36. Topal E., Yücel B., Tunca R.İ., Kosoğlu M. Effect of Feeding Honey Bees on Colony Dynamics. *Journal of Integrated Science and Technology*. 2019. Vol. 9(6). P. 2398–2408. DOI: 10.21597/jist.532124
-

УДК 633.2:631.5:631.559

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.29>

ЯКІСТЬ БОБОВО-ЗЛАКОВОГО КОРМУ ЗАЛЕЖНО ВІД ФАКТОРІВ ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОТЕПУ

Степанченко В.М. – доцент кафедри садівництва і виноградарства,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
orcid.org/0000-0002-8619-9748

У статті наведено результати досліджень з оцінки енергетичної ефективності вирощування багаторічних бобових і бобово-злакових травостоїв у Правобережному Лісостепу. Встановлено, що найвищий вихід валової та обмінної енергії забезпечує люцерно-конюшинова травосумішка, проте вирощування чистої люцерни посівної є більш енергетично вигідним з погляду енерговитрат на одиницю продукції. Зокрема, енергоємність 1 т кормових одиниць люцерни становила 3,08 ГДж, що менше, ніж у травосумішок. Наведено порівняльні показники з інших досліджень: при вирощуванні люцерни витрати енергії на 1 ц кормових одиниць і перетравного протеїну були на 7,9% і 28,1% меншими відповідно, ніж у люцерно-стоколосової сумішки.

Показано, що енергетичний коефіцієнт (співвідношення валової енергії врожаю до сукупних енерговитрат) був найвищим у люцерно-конюшиновій сумішки (8,52), тоді як для люцерни посівної – 7,70. Коефіцієнт енергетичної ефективності виробництва корму у люцерни становив 3,68, а в люцерно-конюшиновій сумішки – 3,92. Досліджено вплив добрив і стимуляторів росту: внесення фосфорно-калійного добрива ($P_{60}K_{60}$) покращувало енергетичну ефективність у варіантах з люцерною, а використання біологічного препарату на основі бульбочкових бактерій і регулятора росту емістиму С додатково підвищувало ці показники (до 7,81). Отримані результати свідчать про перспективність застосування біологічних технологій та раціонального підбору видового складу багаторічних трав для підвищення ефективності кормовиробництва в умовах сучасного агропромисловиробництва.

Встановлено, що застосування біопрепаратів (ризобіофіту, емістиму С) суттєво знижує енергоємність продукції, особливо 1 т сирого протеїну (до 13,6%). Показано, що мінеральні добрива (особливо повне NPK) підвищують валовий вихід енергії, але водночас знижують енергетичний коефіцієнт і підвищують енергоємність одиниці продукції. Найкращі результати щодо енергоефективності забезпечили сидерація гірчицею білою та застосування органо-мінерального добрива «екогран». Найвищий енергетичний коефіцієнт (8,52) зафіксовано для люцерно-конюшиновій травосумішки. Доведено, що біологізація технологій вирощування сприяє підвищенню енергоефективності кормовиробництва.

Ключові слова: травосумішки, бобовий і бобово-злаковий травостої, удобрення, продуктивність, якість корму, енергетична оцінка.

Stepanchenko V.M. The quality of legumes and grain forage depending on growing factors under the conditions of the Right Bank Forest-Steppe

The article presents the results of research on the assessment of energy efficiency in the cultivation of perennial legume and legume-grass mixtures in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. It was found that the highest output of gross and metabolizable energy was provided by the alfalfa-clover grass mixture. However, the cultivation of pure alfalfa was more energy-efficient in terms of energy input per unit of production. In particular, the energy intensity of 1 ton of feed units from alfalfa was 3.08 GJ, which was lower than that of the mixtures. Comparative indicators from other studies are presented: when cultivating alfalfa, energy costs per 100 kg of feed units and digestible protein were 7.9% and 28.1% lower, respectively, compared to the alfalfa-brome mixture.

It is shown that the energy coefficient (the ratio of the gross energy of the yield to total energy inputs) was highest in the alfalfa-clover mixture (8.52), while for pure alfalfa it was 7.70. The energy efficiency coefficient of feed production for alfalfa was 3.68, and for the alfalfa-clover mixture – 3.92. The impact of fertilizers and growth stimulants was studied: the application of

phosphorus-potassium fertilizer (P60K60) improved energy efficiency in the alfalfa variants, and the use of a biological preparation based on rhizobia and the growth regulator Emistim C further increased these indicators (up to 7.81). The results indicate the potential of using biological technologies and rational species composition selection of perennial grasses to improve the efficiency of forage production under modern agricultural conditions.

It was found that the use of biopreparations (Rhizobofit, Emistim C) significantly reduced the energy intensity of production, especially for 1 ton of raw protein (by up to 13.6%). It was shown that mineral fertilizers (especially full NPK) increased the gross energy output but simultaneously decreased the energy coefficient and increased the energy intensity per unit of production. The best results in terms of energy efficiency were achieved through green manuring with white mustard and the application of the organic-mineral fertilizer "Ekogran". The highest energy coefficient (8.52) was recorded for the alfalfa-clover grass mixture. It has been proven that the biologization of cultivation technologies contributes to increasing the energy efficiency of forage production.

Key words: grass mixtures, legume and legume-grass stands, fertilization, productivity, forage quality, energy assessment.

Постановка проблеми. Багаторічним бобово-злаковим травосумішкам належить вирішальна роль у забезпеченні тваринництва високобілковими повноцінними кормами: зеленими, сіном, сінажем, силосом, трав'яним борошном, гранулами.

Численні дослідження засвідчують, що розв'язання проблеми створення належної кормової бази без збільшення площ під бобово-злаковими травосумішками неможливе.

Останніми роками в різних країнах світу дедалі більшого розмаху набуває біологічне кормовиробництво, стратегія якого потребує принципово нових підходів, серед яких одним із найважливіших є якомога більше використання азотфіксації рослин, що безпечно для людей, не забруднює довкілля, відновлює й зберігає родючість ґрунту та сприяє одержанню дешевого екологічно чистого врожаю.

Зважаючи на перспективу біологічного розвитку кормовиробництва та його інтенсифікацію, першочерговим завданням є створення високопродуктивних бобово-злакових агроценозів, розширення посівів яких має стати стратегічним напрямом сьогодення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Поряд з економічною оцінкою будь-якого технологічного процесу в сільськогосподарському виробництві у грошовому виразі повинна бути оцінка його енергетичного балансу [1, 4]. Сільське господарство все більше використовує для свого виробництва сировини та енергії, бо створення кожного додаткового центра врожаю забезпечується за рахунок зростаючих вкладень енергії, носієм якої є не тільки органічні й мінеральні добрива, а й усі фактори родючості, які активно впливають на ріст і розвиток рослин. Енергетичний аналіз проводиться для визначення ступеня використання добрив, пестицидів, палива, різних типів тракторів, автомобілів, причіпного знаряддя, природних ресурсів, ґрунтово-кліматичних умов, та інших факторів, які впливають на родючість ґрунту та формування врожаю [6, 9].

В сучасних умовах особливої гостроти набуває економія енергоресурсів. Адже від енергоємності залежить собівартість корму, а отже, і собівартість кінцевого продукту [7]. Для підвищення біоенергетичної ефективності кормовиробництва важливо вирощувати ті культури, що забезпечують найвищий вихід обмінної енергії, найнижчі витрати матеріальних та енергетичних ресурсів. Зменшення цих витрат, особливо непоновлюваної енергії, при незмінній чи навіть вищій врожайності є одним з важливих завдань, об'єктивною передумовою ефективності кормовиробництва [2, 3].

Тому пріоритетне значення в кормовиробництві повинні мати енергозберігаючі рослини – багаторічні травосуміші сінокісного і пасовищного призначення [5, 8]. Низькі витрати енергоресурсів при вирощуванні багаторічних трав зумовлені переважно тим, що, по-перше, обробка ґрунту та посів відбуваються лише один раз за кілька років, а по друге – високі врожаї можна одержувати без внесення азотних добрив [10].

Мета роботи полягала у виявленні закономірностей формування видової структури та продуктивних властивостей багаторічних травостоїв залежно від підбору багаторічних трав, застосування бактеріального препарату та регулятора росту рослин, застосування мінеральних добрив, сидерату та органо-мінерального добрива, визначення якісних показників корму в умовах Правобережного Лісостепу.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у встановленні продуктивного потенціалу бобових та бобово-злакових травостоїв залежно від підбору багаторічних трав, використання бактеріального препарату та регулятора росту рослин, різних способів удобрення. Вперше в умовах південно-західного Лісостепу вивчено вплив на видовий склад, урожайність травостою та якість корму органо-мінерального добрива в порівнянні з мінеральними добривами та сидератом.

Показано доцільність сумісного використання біологічного препарату на основі бульбочкових бактерій ризобіфіту та регулятора росту рослин емістиму С з вмістом фітогормонів ауксинової та цитокінінової природи для обробки насіння люцерни посівної.

Встановлено економічну та енергетичну ефективність різних технологічних прийомів створення та використання багаторічних бобових і бобово-злакових травостоїв.

Дослідження проводилися в Правобережному Лісостепу – на НДЦ «Поділля» Закладу вищої освіти «Подільський державний університет». Середня температура повітря та кількість опадів за роки проведення досліджень в порівнянні з середніми багаторічними даними суттєво змінювалась але були сприятливою для формування травостою.

Дослідження проводились згідно загальноприйнятих методик по кормовиробництву і лукивництву.

Посів трав був проведений одночасно на всіх варіантах у першій декаді квітня 2019 року сумісно з вівсом на зелений корм з нормою висіву 100 кг/га. Для посіву було використане кондиційне насіння таких районованих сортів багаторічних трав: люцерна посівна Вінничанка, конюшина лучна Тернопільська-4, стоколос безостий Марс, костриця очеретяна Людмила. Спочатку висівали овес, а потім, вперек посіву вівса – багаторічні трави.

Облік урожаю проводився у фазі господарської стиглості багаторічних трав (у фазі початку колосіння злакових і бутонізації – початку цвітіння бобових трав).

Результати досліджень. Аналіз енергетичної ефективності створення і використання багаторічних травостоїв показав, що затрати енергії на вирощування люцерни посівної, люцерно-конюшинової та люцерно-злакових травосумішок були майже на одному рівні. Але найбільший вихід валової та обмінної енергії з урожаєм був з люцерно-конюшинової травосумішки – 125,99 та 57,87 ГДж/га відповідно. Найменший вихід валової та обмінної енергії забезпечила сумішка люцерни посівної з кострицею очеретяною 111,75 та 53,02 ГДж/га відповідно.

Найгірші показники в наших дослідженнях були при вирощуванні травосумішки люцерни посівної з кострицею очеретяною – 3,18 ГДж енергії. Крім цього,

потрібно також оцінювати і енергоємність одиниці вирощеної продукції, зокрема 1 т кормових одиниць та сирого протеїну. В умовах проведення досліджень на виробництво 1 т кормових одиниць люцерни посівної витрачали 3,08 ГДж енергії.

По енергоємності 1 т сирого протеїну беззаперечну перевагу мала люцерна посівна з показником 14,51 ГДж/т, тоді як на виробництво 1 т сирого протеїну з травосумішок затраталось 15,47–17,0 ГДж енергії (табл. 1).

Таблиця 1

**Енергетична ефективність створення і використання укісних травостоїв
(середнє за 2019–2023 рр.)**

Варіанти	Енергоємність 1 т, ГДж		Енергетичний коефіцієнт	Коефіцієнт енергетичної ефективності
	кормових одиниць	сирого протеїну		
Люцерна посівна, 8	3,08	14,51	7,70	3,68
Люцерна посівна, 4 + конюшина лучна, 4	3,04	15,89	8,52	3,92
Люцерна посівна, 6 + стоколос безостий, 2,3	3,00	15,47	7,92	3,77
Люцерна посівна, 6 + костриця очеретяна, 4,2	3,18	17,00	7,56	3,58
Люцерна посівна, 6 + стоколос безостий, 1,2 + костриця очеретяна, 2,1	3,04	15,77	7,85	3,73
Люцерна посівна, 8+ P ₆₀ K ₆₀	3,06	13,43	7,95	3,75
Люцерна посівна, 4 + конюшина лучна, 4 + P ₆₀ K ₆₀	3,06	15,40	7,55	3,65
Люцерна посівна, 6 + стоколос безостий, 2,3 + P ₆₀ K ₆₀	3,09	15,08	7,91	3,72
Люцерна посівна, 6 + костриця очеретяна, 4,2 + P ₆₀ K ₆₀	3,14	16,02	7,81	3,66
Люцерна посівна, 6 + стоколос безостий, 1,2 + костриця очеретяна, 2,1+ P ₆₀ K ₆₀	3,08	15,28	7,87	3,71

Таким чином, в умовах проведення досліджень для максимального виходу з 1 га сирого протеїну вирощувати люцерну посівну енергетично вигідніше, ніж травосумішки на основі люцерни, провівши дослідження з люцерною посівною і люцерно-стоколосовою травосумішкою на зрошуваних сірих лісових ґрунтах центрального Лісостепу, наводить дані, що на виробництво 1 ц. кормових одиниць люцерни витрати енергії становили 249,7–293,9 МДж, тоді як люцерно-стоколосової сумішки 275,2–314,9 МДж. Ще більша різниця спостерігалася по енергоємності 1 ц перетравного протеїну. Якщо по люцерні цей показник становив 1244,8–1741,4 МДж, то по сумішці – 1816,9–2335,4. Таким чином, енерговитрати на виробництво 1 ц кормових одиниць і перетравного протеїну при вирощуванні люцерни менші, ніж при вирощуванні люцерно-стоколосової сумішки, на 7,9 і 28,1%.

За умов високої ціни енергії, коли гостро стоїть проблема окупності її урожаєм, на перший план виступає енергетичний коефіцієнт, який показує кількість природної енергії, яку зв'язує за даного рівня виробництва кожна одиниця витраченої сукупної енергії. При вирощуванні люцерни цей показник становив 7,70, а при вирощуванні люцерно-конюшинової травосумішки – 8,52, люцерно-стоколосової травосумішки – 7,92, тоді як при вирощуванні сумішки люцерни посівної з кострицею очеретяною – 7,56. Коефіцієнт енергетичної ефективності виробництва корму (відношення акумульованої в урожаї обмінної енергії до сукупних її витрат) в люцерни становив 3,68, люцерно-конюшинової сумішки – 3,92, люцерно-стоколосової сумішки – 3,77, а люцерно-кострицевої сумішки – лише 3,58. Внесення фосфорно-калійних добрив ($P_{60}K_{60}$) сприяло незначному зростанню енергетичного коефіцієнту та коефіцієнту енергетичної ефективності при вирощуванні люцерни посівної, водночас дещо знижуючи ці показники при вирощуванні травосумішок.

Використання бактеріального препарату на основі бульбочкових бактерій та регулятора росту рослин емістиму С підвищувало енергетичну ефективність виробництва кормів при внесенні фосфорно-калійних добрив. На варіанті з внесенням $P_{60}K_{60}$ енергетичний коефіцієнт становив 7,29, при використанні емістиму С на цьому фоні енергетичний коефіцієнт зріс до 7,39, а при використанні бактеріального препарату на основі бульбочкових бактерій – до 7,81 (табл. 2).

Таблиця 2

**Показники енергетичної ефективності укісних травостоїв
залежно від обробки насіння (середнє за 2019–2023 рр.)**

Варіанти	Енергоємність 1 т		Енергетичний коефіцієнт	Коефіцієнт енергетичної ефективності
	кормових одиниць	сирого протеїну		
Люцерна посівна, 6 + стоколос безостий, 2,3	3,08	16,07	7,73	3,67
Люцерна посівна, 6 + стоколос безостий, 2,3 + інокулянт	2,97	15,14	7,98	3,80
Люцерна посівна, 6 + стоколос безостий, 2,3 + емістим	3,03	15,52	7,91	3,76
Люцерна посівна, 6 + стоколос безостий, 2,3 + інокулянт + емістим	2,91	14,14	8,25	3,92
Люцерна посівна, 6 + стоколос безостий, 2,3 + $P_{60}K_{60}$	3,31	16,19	7,29	3,44
Люцерна посівна, 6 + стоколос безостий, 2,3 + $P_{60}K_{60}$ + інокулянт	3,09	15,07	7,81	3,70
Люцерна посівна, 6 + стоколос безостий, 2,3 + $P_{60}K_{60}$ + емістим С	3,30	16,01	7,39	3,48
Люцерна посівна, 6 + стоколос безостий, 2,3 + $P_{60}K_{60}$ + інокулянт + емістим С	3,10	14,69	7,64	3,71

Характерною особливістю використання зазначених препаратів є сильніше зниження енергоємності 1 т сирого протеїну порівняно зі зниженням енергоємності

1 т кормових одиниць. Так, енергоємність 1 т кормових одиниць при використанні інокулянту знизилась з 3,08 до 2,97 ГДж або на 3,7%, а енергоємність 1 т сирого протеїну знизилась з 16,07 до 15,14 ГДж або на 6,1%. При одночасній обробці насіння ризобіфітом та емістимом С енергоємність 1 т кормових одиниць знизилась з 3,08 до 2,91 ГДж або на 5,8%, а енергоємність 1 т сирого протеїну знизилась з 16,07 до 14,14 ГДж або на 13,6%.

Оскільки щорічне внесення $P_{60}K_{60}$ дещо знижувало енергетичні показники вирощування люцерно-стоколосової травосумішки, то саме використання інокулянту і емістиму С здатне підвищити енергоефективність виробництва кормів.

В наших дослідженнях внесення фосфорно-калійних добрив ($P_{60}K_{60}$) та повного мінерального добрива ($N_{60}P_{60}K_{60}$) збільшувало валовий вихід енергії з урожаю з 114,91 ГДж до 127,08 та 132,73 ГДж відповідно. Але енергоємність 1 т кормових одиниць зростала на фосфорно-калійному фоні з 3,08 до 3,13 ГДж, а на фоні повного мінерального добрива ще помітніше – до 3,56 ГДж (табл. 3).

Таблиця 3

**Показники енергетичної ефективності укісних травостой
залежно від удобрення трав (середнє за 2019–2023 рр.)**

Варіанти	Енергоємність 1 т		Енергетичний коефіцієнт	Коефіцієнт енергетичної ефективності
	кормових одиниць	сирого протеїну		
Люцерна посівна, 6 + стоколос безостий, 2,3	3,08	15,74	7,76	3,70
Люцерна посівна, 6 + стоколос безостий, 2,3 + $P_{60}K_{60}$	3,13	14,93	7,67	3,63
Люцерна посівна, 6 + стоколос безостий, 2,3 + $N_{60}P_{60}K_{60}$	3,56	17,63	6,72	3,19
Люцерна посівна, 6 + стоколос безостий, 2,3 + екогран	3,10	15,44	7,70	3,66
Люцерна посівна, 6 + стоколос безостий, 2,3 + сидерат	3,03	15,69	7,89	3,77
Люцерна посівна, 6 + стоколос безостий, 2,3 + $P_{60}K_{60}$ + сидерат	3,26	15,99	7,37	3,47

Якщо на контролі (без використання зазначених препаратів та мінеральних добрив) енергетичний коефіцієнт та коефіцієнт енергетичної ефективності становили відповідно 7,73 та 3,67, при внесенні $P_{60}K_{60}$ – знижувалися до 7,29 та 3,44, відповідно то при використанні інокулянту на фоні $P_{60}K_{60}$ – підвищувалися до 7,81 та 3,70 відповідно.

В наших дослідженнях енергетичний коефіцієнт при внесенні фосфорно-калійних добрив та повного мінерального добрива знижувався з 7,76 до 7,67 та 6,72 відповідно.

Кращі показники енергоємності одиниці виробленої продукції, порівняно з внесенням фосфорно-калійних добрив і повного мінерального добрива, ми отримали при використанні сидерату гірчиці білої та органо-мінерального добрива екогран.

Зокрема, при внесенні екограну енергоємність 1 т кормових одиниць та сирого протеїну становила відповідно 3,10 та 15,44 ГДж, при використанні

сидерату – 3,03 та 15,69 ГДж відповідно. В цілому лише внесення екограну та фосфорно-калійних добрив зменшувало енергоємність виробництва 1 т сирого протеїну порівняно з контролем.

Але кращий енергетичний коефіцієнт (7,70) був при внесенні екограну, порівняно з використанням фосфорно-калійних добрив (7,67). Гірше окупувалась витрачена енергія при одночасному використанні сидерату та внесенні фосфорно-калійних добрив (7,37).

Висновки. В цілому можна зробити висновки, що в умовах проведення досліджень вирощувати багаторічні бобові і бобово-злакові трави енергетично вигідно. При цьому по енергоємності 1 т кормових одиниць деяку перевагу мали люцерно-конюшинова та люцерно-столокосова травосумішки. Однак перевага люцерни посівної по найнижчій енергоємності 1 т сирого протеїну беззаперечна.

Створення і використання укисних бобових та бобово-злакових травостоїв енергетично вигідне. Енергетичний коефіцієнт при створенні і використанні люцернового травостою становив 7,70, люцерно-конюшинового – 8,52, люцерно-столокосового – 7,92, люцерно-кострицевого – 7,56. Найнижча енергоємність виробництва 1 т кормових одиниць була на люцерно-столокосовому травостої – 3,0 ГДж, 1 т сирого протеїну була з одновидового посіву люцерни – 14,51 ГДж.

Не викликає сумніву і доцільність використання бактеріального препарату на основі бульбочкових бактерій ризобію та регулятора росту рослин емістиму С для підвищення енергоефективності виробництва кормів. Внесення фосфорно-калійних добрив та повного мінерального добрива знижувало енергетичний коефіцієнт вирощування люцерно-столокосової травосумішки.

Використання ризобію та емістиму С суттєво підвищувало енергетичну ефективність виробництва кормів з люцерно-столокосової травосумішки. Енергетичний коефіцієнт при інокуляції насіння зростав з 7,73 до 7,98, при використанні емістиму С – до 7,91, при сумісному використанні цих препаратів – до 8,25.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Андрійчук В.Г. Економіка аграрних підприємств: підруч. Вид. 2-ге, переробл. і допов. Київ, 2004. 624 с.
2. Динаміка продуктивності бобово-злакових травостоїв залежно від удобрення/ М.І. Бахмат та ін. *Зб. наук. праць ПДАТУ*. 2007. № 15. С. 8–10.
3. Брошак І.С., Сенік І.І. Особливості формування люцерново-злакового агрофітоценозу залежно від технологічних прийомів вирощування. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2015. № 58. Ч. 1. С. 8–12.
4. Вплив технологічних прийомів вирощування на динаміку ботанічного та видового складу люцерново-злакового агрофітоценозу потягом вегетаційного періоду/ В.С. Глова та ін. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького*. 2015. Т. 17, № 3 (63) С. 139–144.
5. Демидась Г.І., Демцюра Ю.В. Формування щільності сіяних агрофітоценозів залежно від видового складу багаторічних трав та рівня їх удобрення. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2016. № 1. С. 45–47.
6. Дєдов О. В. Біоенергетична оцінка технології створення різночасно достигаючих травостоїв для конвеєрного виробництва кормів. *Корми і кормовиробництво. Аграрна наука*. 1998. № 41. С. 24–27.
7. Вплив способів сівби та просторового розміщення компонентів на хімічний склад фітомаси двохкомпонентних люцерно-злакових сумішок в умовах Лісо-степу Правобережного/ К.П. Ковтун та ін. *Корми і кормовиробництво*. 2018. № 85. С. 94–100.

8. Вплив передпосівної обробки насіння бобового компонента на щільність пагонів люцерново-злакового агрофітоценозу/ К.П. Ковтун та ін. *Збірник наукових праць ПДАТУ. Сільськогосподарські науки*. 2017. № 26. ч. 1. С. 80–86.
 9. Медведовський О. К., Іваненко, П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Навч. посіб. Київ, 1988. 205 с.
 10. Сеник І.І. Кормова продуктивність озимих кормових агрофітоценозів залежно від елементів технології вирощування. *Подільський вісник*. 2019. № 32. С. 68–72.
-

УДК 636.4.082

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.30>

ВІДТВОРЮВАЛЬНІ ЯКОСТІ ТА РІВЕНЬ ЇХ ДИСКРЕТНОСТІ У СВИНОМАТОК РІЗНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ЦІННОСТІ

Халак В.І. – к.с.-г.н., с.н.с.,

завідувач лабораторії тваринництва,

Державна установа Інститут зернових культур

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0000-0002-4384-6394

Бордун О.М. – к.с.-г.н., с.д.,

завідувач лабораторії тваринництва і кормовиробництва,

Інститут сільського господарства Північного Сходу

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0000-0001-6144-771X

Засуха Л.В. – д.с.-г.н., с.д.,

старший науковий співробітник лабораторії інноваційних технологій

та експериментальних тваринницьких об'єктів,

Інститут свинарства і агропромислового виробництва

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0000-0001-7481-1242

Луник Ю.М. – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри технології виробництва і переробки продукції дрібних тварин,

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій

імені С.З. Гжицького

orcid.org/0000-0001-5893-5923

Ільченко М.О. – к.с.-г.н., с.д.,

доцент кафедри біології продуктивності тварин

імені академіка О.В. Квасницького,

Полтавський державний аграрний університет

orcid.org/0000-0003-0163-1384

Шаферівський Б.С. – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри біології продуктивності тварин

імені академіка О.В. Квасницького,

Полтавський державний аграрний університет

orcid.org/0000-0001-5742-5016

Сябро А.С. – д.філос.,

ст. викладач кафедри технології виробництва продукції тваринництва,

Полтавський державний аграрний університет

orcid.org/0000-0001-6808-2223

В статті наведено результати досліджень відтворювальних якостей та рівень їх дискретності у свиноматок різної експлуатаційної цінності. Дослідження проведено в умовах племінного репродуктора з розведення свиней великої білої породи Державного підприємства «Дослідне господарство Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН», а також лабораторії тваринництва та кормовиробництва зазначеної наукової установи. Результати досліджень свідчать, що свиноматки великої білої породи французької селекції характеризуються високими показниками тривалості життя (42,2 міс;

$C_v=18,55\%$), тривалості племінного використання (33,2 міс; $C_v=25,43\%$), а за багатоплідністю (11,6 гол; $C_v=8,99\%$) та масою гнізда на час відлучення у віці 30 діб (76,9 кг; $C_v=8,11\%$) належать до класу еліта. Селекційний індекс відтворювальних якостей свиноматки (СІВЯС) у тварин підконтрольної популяції дорівнює $93,29 \pm 0,662$ бала ($C_v=7,24\%$), індекс «експлуатаційна цінність свиноматки» (Kh_1) – $80,86 \pm 1,939$ бала ($C_v=24,47\%$). Достовірну різницю між групами свиноматок протилежних категорій експлуатаційної цінності встановлено за тривалістю життя, тривалістю племінного використання, тривалістю сервіс-періоду, кількістю одержаних опоросів, кількістю одержаних живих поросят, багатоплідністю, масою гнізда на час відлучення у віці 30 діб та селекційним індексом відтворювальних якостей свиноматки (СІВЯС). Коефіцієнт дискретності (D) у тварин різної експлуатаційної цінності варіює у межах від 0,932 до 0,965. Кількість достовірних коефіцієнтів парної кореляції між індексом « Kh_1 », тривалістю життя, тривалістю племінного використання та відтворювальними якостями становить 62,50%.

Ключові слова: свиноматка, порода, тривалість життя, тривалість племінного використання, відтворювальні якості, експлуатаційна цінність, коефіцієнт дискретності, мінливість, кореляція.

Khalak V.I., Bordun O.M., Zasukha L.V., Lunyk Yu.M., Ilchenko M.O., Shaferivskyy B.S., Siabro A.S. Reproductive qualities and their level of discreteness in sows of different operational value

The article presents the results of studies of reproductive qualities and the level of their discreteness in sows of different operational value. The study was conducted in the conditions of a breeding reproducer for breeding Large White breed pigs of the State Enterprise «Research Farm of the Institute of Agriculture of Northern East of NAAS», as well as the laboratory of animal husbandry and feed production of the specified scientific institution. The results of the research show that sows of the Large White breed of French selection are characterized by high life expectancy (42.2 months; $C_v=18.55\%$), duration of breeding use (33.2 months; $C_v=25.43\%$), and in terms of multiparity (11.6 goals; $C_v=8.99\%$) and litter weight at the time of weaning at the age of 30 days (76.9 kg; $C_v=8.11\%$), they belong to the elite class. The selection index of reproductive qualities of the sow (SIRQS) in animals of the controlled population is 93.29 ± 0.662 points ($C_v=7.24\%$), the index of «operating value of the sow» (Kh_1) is 80.86 ± 1.939 points ($C_v=24.47\%$). A significant difference between groups of sows of opposite categories of operational value was established in terms of life expectancy, duration of breeding use, duration of service period, number of farrowings obtained, number of live piglets obtained, multiparity, litter weight at the time of weaning at the age of 30 days, and the selection index of reproductive qualities of the sow (SIRQS). The discreteness coefficient (D) in animals of different operational value varies from 0.932 to 0.965. The number of reliable pairwise correlation coefficients between the index « Kh_1 », life expectancy, duration of breeding use and reproductive qualities is 62.50%.

Key words: sow, breed, life expectancy, duration of breeding use, reproductive qualities, operational value, discreteness coefficient, variability, correlation.

Постановка проблеми. Збільшення виробництва високоякісної свинини обумовлене впливом як генетичних так і паратипових факторів. А тому, останнім часом в племінних заводах і репродукторах з розведення свиней універсального, м'ясного та сального напрямків продуктивності, а також промислових комплексів інтенсивно ведеться робота щодо покращення умов утримання та годівлі тварин різних статевовікових груп [1, с. 18-20; 2, с. 112-117; 3, с. 27-32; 4, с. 26-32; 5, с. 33-47]. Важливими питаннями, які суттєво впливають на економіку галузі агроформування є дослідження тривалості життя, тривалості племінного використання та експлуатаційної цінності свиней зарубіжної селекції, впровадження ефективних методів оцінки племінної цінності свиноматок, кнурів-плідників та ремонтного молодняку, а саме методів індексної селекції та ДНК – технологій [6, с. 157-161; 7, с. 255-262; 8, с. 91-99; 9, с. 53-62; 10, с. 9-19].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Результати досліджень Сухна Т. В. свідчать, що найбільшою живою масою у віці 4 та 6 місяців характеризується

молодняк свиней з генотипом MC4R-AG при високому рівні годівлі ($P < 0,01$), проте ця група відрізнялась і найбільшою товщиною шпиків ($P < 0,05$). На середньодобові прирости гібридних ремонтних свинок за весь період вирощування від народження до віку восьми місяців було встановлено вплив взаємодії організованих факторів (рівень годівлі + генотип; $P = 2,78 \cdot 10^{-5}$). Взаємодія факторів генотипу та годівлі під час вирощування свинок мала суттєвий вплив на ряд показників ознак відтворювальної здатності свиноматок, а саме: на багатоплідність ($P = 0,001$), масу приплоду поросят при народженні та відлученні ($P = 1,18 \cdot 10^{-5}$ та $P = 9,02 \cdot 10^{-5}$), середню масу поросяти при народженні ($P = 9,87 \cdot 10^{-5}$ та $P = 4,95 \cdot 10^{-7}$), вирівняність гнізда при народженні та відлученні ($P = 0,002$ та $P = 5,58 \cdot 10^{-5}$), кількість відлучених поросят у гнізді ($P = 0,042$), середньодобовий приріст поросят від народження до 28 днів ($P = 2,43 \cdot 10^{-6}$) [11, с. 177; 12, с. 95-100; 13, с. 162-168]. Автор зазначає, що свинки, яких вирощували на нормованому раціоні і мали генотип MC4R-AG, перевищували показники тварин з генотипом MC4R-GG на 20,1% за масою гнізда при народженні ($P = 0,008$) та на 9,3 % за середньою масою поросяти при народженні ($P = 0,035$). Після відлучення поросят свиноматки з генотипом MC4R-AG (нормована годівля під час вирощування) переважали групу з генотипом MC4R-GG за середньою масою поросяти при відлученні на 8,3% ($P = 0,001$), та за середньодобовим приростом від народження до 28 діб – на 8,0% ($P = 0,003$).

Про вплив генетичних факторів, умов утримання та годівлі на продуктивність свиней різних порід та поєднань свідчать роботи Балацького В. М. та ін. [14, с. 513-525], Ващенко П. А. та ін. [15, с. 47-57], Крамаренко С. та ін. [16, с. 21-26; 17, с. 3-8; 18, с. 45-53], Саєнко, А. М. та ін. [19, с. 136-143], Крамаренко С. С. [20, с. 433], Zhang J. et. al. [21, с. 694-706].

Постановка завдання. Головною метою роботи було дослідити відтворювальні якості та визначити рівень їх дискретності у свиноматок великої білої породи французької селекції різної експлуатаційної цінності. Для досягнення цієї мети було поставлено наступні завдання:

- за даними первинної зоотехнічної документації та результатів наших досліджень визначити експлуатаційну цінність свиноматок та провести формування тварин піддослідних груп (I – висока експлуатаційна цінність, II – середня експлуатаційна цінність, III – низька експлуатаційна цінність);

- дослідити відтворювальні якості свиноматок різної експлуатаційної цінності та розрахувати коефіцієнт дискретності (D) за тривалістю життя, тривалістю племінного використання, тривалістю сервіс-періоду, а також показниками відтворювальних якостей свиноматок піддослідних груп розраховували;

- розрахувати силу та напрямок кореляційних зв'язків між абсолютними показниками відтворювальних якостей та індексом «Kh₁»;

- визначити критерії відбору високопродуктивних тварин за індексом «Kh₁».

Матеріали і методи досліджень. Експериментальну частину роботи та аналіз одержаних даних виконано в умовах племінного репродуктора з розведення свиней великої білої породи Державного підприємства «Дослідне господарство Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН», лабораторії тваринництва та кормовиробництва Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН, а також лабораторії тваринництва Державної установи Інститут зернових культур. Роботу виконано згідно двох програм наукових досліджень Національної академії аграрних наук України, а саме: № 31 «Генетичне

поліпшення сільськогосподарських тварин, їх відтворення та збереження біорозмаїття» («Генетика, збереження та відтворення біоресурсів у тваринництві») та № 30 «Система організаційно-технологічних рішень з адаптації тварин до зміни клімату за виробництва продукції тваринництва («Кліматично-адаптивне та органічне тваринництво»).

Оцінку свиноматок проводили з урахуванням наступних кількісних ознак: тривалість життя, міс; тривалість племінного використання, міс; тривалість сервіс-періоду, діб; одержано опоросів усього; народилося живих поросят усього, гол.; багатоплідність, гол.; маса гнізда на час відлучення у віці 30 діб, кг; збереженість поросят до відлучення у віці 30 діб, %. Комплексну оцінку тварин проводили за селекційним індексом відтворювальних якостей свиноматки (СІВЯС):

$$СІВЯС = (6,0 \times X_1) + \left[9,34 \times \left(\frac{X_2}{X_3} \right) \right] \quad (1)$$

де: СІВЯС – селекційний індекс відтворювальних якостей свиноматки, бала; X_1 – багатоплідність, гол.; X_2 – маса гнізда поросят при відлученні, кг; X_3 – вік при відлученні, діб [22, с. 17-183; 23, с. 30-41].

Експлуатаційну цінність свиноматки (Kh_i) визначали за методикою Халака В. І. (2, 3):

$$Kh_i = \left[\frac{(W \times P) + F}{G + F} \right] + N, \quad (2)$$

$$F = S + K, \quad (3)$$

де: Kh_i – індекс «експлуатаційна цінність свиноматки», бала; W – тривалість племінного використання (від початку першої поросності до останнього відлучення поросят), міс; G – тривалість життя свиноматки (від народження до останнього відлучення поросят), міс; P – кількість опоросів; S – тривалість сервіс-періоду (від дати останнього відлучення до плідного осіменіння), діб; K – тривалість періоду від дати останнього осіменіння до встановлення поросності свиноматки шляхом ультразвукової діагностики (УЗД), діб, N – одержано живих поросят усього, гол. [24, с. 3-7]. Категорію свиноматок (висока, середня, низька експлуатаційна цінність) визначали на основі розрахунку середнього значення, а також середнього квадратичного відхилення індексу Kh_i . Для тварин I, II і III даний показник дорівнював $X + (0,67 \times \sigma)$, $X \pm (0,67 \times \sigma)$, $X - (0,67 \times \sigma)$ відповідно.

Коефіцієнт дискретності (D) тривалості життя, тривалості племінного використання та відтворювальних якостей свиноматок піддослідних груп розраховували за формулою:

$$D = 1 - \frac{S_1 \times S_2 \dots \times S_m}{\sigma_1 \times \sigma_2 \dots \times \sigma_m} \quad (4)$$

де: S_p , S_2 , ..., S_m , σ_p , σ_2 , ..., σ_m – середньоквадратичне відхилення по групі (S) та загальній вибірці відповідно за кожною ознакою.

Умови годівлі та утримання свиноматок піддослідних групи відповідали зоотехнічним нормам. Основні біометричні показники (середня арифметична ($\bar{X}$), похибка середньої арифметичної (Sx), середнє квадратичне відхилення (σ), похибка середнього квадратичного відхилення ($S\sigma$); коефіцієнт варіації (Cv , %),

похибка коефіцієнта варіації (S_{cv} , %), коефіцієнт парної кореляції (r), похибка коефіцієнта парної кореляції (Sr) розраховували за загальноприйнятими методиками [25, с. 380; 26, с. 211; 27, с. 172] з використанням програмованого модуля «Аналіз даних» в Microsoft Excel.

Виклад основного матеріалу дослідження. Установлено, що тривалість життя свиноматок великої білої породи французької селекції ($n=104$) становить $42,2 \pm 0,76$ міс ($Cv=18,55$ %), тривалість племінного використання – $33,2 \pm 0,82$ міс ($Cv=25,43$ %). За період племінного використання від тварин зазначеної виробничої групи одержано $6,5 \pm 0,15$ опоросів ($Cv=23,80$ %), живих поросят усього – $75,7 \pm 1,80$ гол ($Cv=33,39$ %). Середні показники багатоплідності свиноматок становить $11,6 \pm 0,10$ гол ($Cv=8,99$ %), маси гнізда на час відлучення у віці 30 діб – $76,9 \pm 0,61$ кг ($Cv=8,11$ %), збереженості поросят до відлучення у віці 30 діб – $88,3 \pm 0,59$ %. Селекційний індекс відтворювальних якостей свиноматки (СІВЯС) у тварин підконтрольної популяції коливається у межах від 77,04 до 115,40 балів, індекс «експлуатаційна цінність свиноматки» (Kh_1) дорівнює $80,86 \pm 1,939$ бала ($Cv=24,47$ %).

З урахуванням внутріпородної диференціації свиноматок за індексом Kh_1 установлено, що тварини I піддослідна групи переважали ровесниць II і III груп за тривалістю життя на 10,5 ($td=10,71$; $P<0,001$) і 16,6 міс ($td=13,07$; $P<0,001$), тривалістю племінного використання – 11,2 ($td=9,49$; $P<0,001$) і 17,8 міс ($td=16,03$; $P<0,001$) (табл. 1).

Різниця між свиноматками зазначених груп за тривалістю сервіс-періоду становить 1,8 ($td=1,97$; $P>0,05$) і 4,5 діб ($td=3,87$; $P<0,001$), кількістю одержаних опоросів – 2,0 ($td=11,11$; $P<0,001$) і 3,6 ($td=18,94$; $P<0,001$), кількістю одержаних живих поросят – 25,6 ($td=14,30$; $P<0,001$) і 45,1 гол ($td=27,00$; $P<0,001$), багатоплідністю – 0,3 ($td=1,25$; $P>0,05$) і 0,6 гол ($td=2,30$; $P<0,05$), масою гнізда на час відлучення у віці 30 діб – 2,6 ($td=1,67$; $P>0,05$) і 4,6 кг ($td=2,58$; $P<0,05$), селекційним індексом відтворювальних якостей свиноматки (СІВЯС) – 0,9 ($td=0,81$; $P>0,05$) і 3,42 бала ($td=2,97$; $P<0,01$). Максимальний показник збереженості поросят на час відлучення у віці 30 діб виявлено у тварин III піддослідної групи. Він дорівнює $92,7 \pm 0,91$ %, що 2,4 ($td=1,28$; $P>0,05$) і 6,4 % ($td=5,37$; $P<0,001$) більше порівняно з тваринами II і I піддослідних груп відповідно.

Результати розрахунку коефіцієнта дискретності (D) тривалості життя, тривалості племінного використання та відтворювальних якостей свиноматок піддослідних груп наведено в таблиці 2.

Установлено, що свиноматки I, II і III піддослідних груп характеризуються достатньо високим рівнем фенотипової консолідації за тривалістю життя, тривалістю племінного використання та відтворювальних якостей. Про це свідчать значення коефіцієнта дискретності (D), який у тварин різної експлуатаційної цінності коливається у межах від 0,932 до 0,965.

Коефіцієнт парної кореляції між індексом « Kh_1 », тривалістю життя, тривалістю племінного використання та відтворювальними якостями коливається у межах від -0,162 до +0,999 (табл. 3).

Достовірні коефіцієнти парної кореляції встановлено між наступними парами ознак: індекс « Kh_1 » × тривалість життя ($r=+0,880$; $t=39,75$); індекс « Kh_1 » × тривалість племінного використання ($r=+0,864$; $t=34,45$); індекс « Kh_1 » × одержано опоросів усього ($r=+0,935$; $t=75,75$); індекс « Kh_1 » × народилося поросят живих усього ($r=+0,999$; $t=5092,45$); індекс « Kh_1 » × багатоплідність ($r=+0,254$; $t=2,29$).

Таблиця 1

Тривалість життя, тривалість племінного використання та відтворювальні якості свиноматок різної експлуатаційної цінності

Показники, одиниці виміру	Біометричні показники	Експлуатаційна цінність		
		висока	середня	низька
		градації індексу «К _н », бала		
		95,49-134,67	67,73-93,54	49,68-67,47
		група		
		I	II	III
	n	30	45	29
Тривалість життя, міс	$\bar{X} \pm S_x$	51,4±0,79	40,9±0,60	34,8±1,00
	$\sigma \pm S_\sigma$	4,33±0,559	4,08±0,430	5,40±1,020
	$C_v \pm S_{C_v} \%$	8,42±1,087	9,97±1,051	15,51±2,931
Тривалість племінного використання, міс	$\bar{X} \pm S_x$	43,0±0,82	31,8±0,85	25,2±0,76
	$\sigma \pm S_\sigma$	4,51±0,582	5,72±0,603	4,14±0,782
	$C_v \pm S_{C_v} \%$	10,48±1,354	17,98±1,896	16,42±3,103
Тривалість сервіс-періоду, діб	$\bar{X} \pm S_x$	12,0±0,65	13,8±0,71	16,5±0,97
	$\sigma \pm S_\sigma$	3,56±0,459	4,80±0,506	4,94±0,933
	$C_v \pm S_{C_v} \%$	29,67±3,833	34,78±3,668	29,93±5,657
Одержано опоросів усього	$\bar{X} \pm S_x$	8,4±0,15	6,4±0,11	4,8±0,12
	$\sigma \pm S_\sigma$	0,85±0,109	0,75±0,079	0,65±0,122
	$C_v \pm S_{C_v} \%$	10,11±1,306	11,71±1,235	13,54±2,559
Народилося поросят живих усього, гол.	$\bar{X} \pm S_x$	98,5±1,43	72,9±1,08	53,4±0,87
	$\sigma \pm S_\sigma$	7,86±1,015	7,27±0,767	4,69±0,886
	$C_v \pm S_{C_v} \%$	7,97±1,029	9,97±1,051	8,78±1,659
Багатоплідність, гол.	$\bar{X} \pm S_x$	11,7±0,22	11,4±0,11	11,1±0,14
	$\sigma \pm S_\sigma$	1,23±0,158	0,92±0,097	1,11±0,209
	$C_v \pm S_{C_v} \%$	10,51±1,357	8,07±0,851	10,00±1,890
Кількість поросят на час відлучення у віці 30 діб, гол	$\bar{X} \pm S_x$	10,1±0,14	10,3±0,10	10,3±0,13
	$\sigma \pm S_\sigma$	0,78±0,100	0,67±0,070	0,74±0,139
	$C_v \pm S_{C_v} \%$	7,72±0,997	6,50±0,685	7,18±1,357
Маса гнізда на час відлучення у віці 30 діб, кг	$\bar{X} \pm S_x$	78,7±1,37	76,1±0,76	74,1±1,15
	$\sigma \pm S_\sigma$	7,52±0,971	5,15±0,543	6,20±1,172
	$C_v \pm S_{C_v} \%$	9,55±1,233	6,76±0,713	8,36±1,580
Збереженість поросят до відлучення, %	$\bar{X} \pm S_x$	86,3±0,78	90,3±0,61	92,7±0,91
СІВЯС, бала	$\bar{X} \pm S_x$	94,64±0,804	93,74±0,768	91,22±0,837
	$\sigma \pm S_\sigma$	7,17±0,926	5,15±0,543	5,77±1,090
	$C_v \pm S_{C_v} \%$	7,57±0,978	5,49±0,579	6,32±1,194

Таблиця 2

Коефіцієнти дискретності (D) тривалості життя, тривалості племінного використання та відтворювальних якостей свиноматок піддослідних груп

Показники, одиниці виміру	Середньо-квдратичне відхилення кількісної ознаки	Група		
		I	II	III
Тривалість життя, міс	S_1	4,33	4,08	5,40
	G_1	7,83	7,83	7,83
Тривалість племінного використання, міс	S_2	4,51	5,72	4,14
	G_2	8,45	8,45	8,45
Тривалість сервіс-періоду, діб	S_3	3,40	4,94	16,81
	G_3	9,58	9,58	9,58
Одержано опоросів усього	S_4	0,85	0,75	0,65
	G_4	1,56	1,56	1,56
Народилося поросят живих усього, гол.	S_5	7,86	7,27	4,69
	G_5	18,38	18,38	18,38
Багатоплідність, гол.	S_6	1,23	0,75	1,13
	G_6	1,04	1,04	1,04
Маса гнізда на час відлучення у віці 30 діб, кг	S_7	7,52	14,01	6,20
	G_7	6,24	6,24	6,24
Коефіцієнт дискретності (D)		0,965	0,944	0,932

Таблиця 3

Коефіцієнт парної кореляції між індексом «Kh₁», тривалістю життя, тривалістю племінного використання та відтворювальними якостями свиноматок

Ознака		Біометричні показники	
x	y	r±Sr	tr
Kh ₁ , бала	1	+0,880±0,0221***	39,75
	2	+0,863±0,0250***	34,45
	3	-0,162±0,0956	1,70
	4	+0,935±0,0123***	75,75
	5	+0,999±0,0002***	5092,45
	6	+0,254±0,0936*	2,29
	7	+0,076±0,0976	0,78
	8	+0,177±0,0951	1,86

Примітка: 1 – тривалість життя, міс; 2 – тривалість племінного використання, міс; 3 – тривалість сервіс-періоду, діб; 4 – одержано опоросів усього; 5 – народилося поросят живих усього, гол.; 6 – багатоплідність, гол.; 7 – Кількість поросят на час відлучення у віці 30 діб, гол.; 8 – Маса гнізда на час відлучення у віці 30 діб, кг; * – $P < 0,05$; *** – $P < 0,001$

Висновки

1. Установлено, що свиноматки великої білої породи французької селекції характеризуються високими показниками довготривалої адаптації (тривалість життя становить 42,2 міс ($C_v=18,55\%$), тривалість племінного використання – 33,2 міс ($C_v=25,43\%$), а за багатоплідністю (11,6 гол; $C_v=8,99\%$) та масою гнізда на час відлучення у віці 30 діб (76,9 кг; $C_v=8,11\%$) належать до класу еліта. Селекційний індекс відтворювальних якостей свиноматки (СІВЯС) у тварин підконтрольної популяції дорівнює $93,29 \pm 0,662$ бала ($C_v=7,24\%$), індекс «експлуатаційна цінність свиноматки» (Kh_1) – $80,86 \pm 1,939$ бала ($C_v=24,47\%$).

2. Достовірну різницю між групами свиноматок протилежних категорій експлуатаційної цінності установлено за тривалістю життя, тривалістю племінного використання, тривалістю сервіс-періоду, кількістю одержаних опоросів, кількістю одержаних живих поросят, багатоплідністю, масою гнізда на час відлучення у віці 30 діб та селекційним індексом відтворювальних якостей свиноматки (СІВЯС).

3. Коефіцієнт дискретності (D) у тварин різної експлуатаційної цінності варіює у межах від 0,932 до 0,965.

4. Кількість достовірних коефіцієнтів парної кореляції між індексом « Kh_1 », тривалістю життя, тривалістю племінного використання та відтворювальними якостями становить 62,50 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ващенко П. А., Сухно Т. В. Вплив рівня годівлі та генотипу за геном меланокортину 4 на відтворювальні якості свиноматок. *«Сучасні аспекти технології виробництва і переробки продукції тваринництва та їх перспективи»*, матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції 21–22 бер. 2024 р. Миколаїв: МНАУ, 2024. С. 18–20.

2. Vashchenko P. A., Zhukorskyi O. M., Saenko A. M., Khokhlov A. M., Usenko S. O., Kryhina N. V., Sukhno T. V., Tsereniuk O. M. The influence of feeding level on the growth of pigs depending on their genotype. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2023. Вип. 14, № 1. С. 112–117. <https://doi.org/10.15421/022317>

3. Волощук, В. М., Повод, М. Г. Вплив умов утримання на репродуктивні якості свиноматок. *Свинарство : міжвід. темат. наук. зб. Інституту свинарства і АПВ НААН України*. 2013. Вип. 62. С. 27–32.

4. Коробань, М. П., Лихач, В. Я. Відгодівельні якості молодняка свиней сучасних генотипів за різних вагових кондицій в умовах промислової технології. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2023. Вип. 41. С. 26–32. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-4.4>

5. Вощенко І. Б., Повод М. Г. Ефективність різних методів розведення свиней материнських та батьківських ліній в умовах індустріального підприємства. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво*. 2024. Вип. 1. С. 33–47. <https://doi.org/10.32782/bsnau.lvst.2024.1.5>

6. Balatsky, V., Oliinychenko, Y., Sarantseva, N., Getya, A., Saienko, A., Vovk, V., Doran, O. Association of single nucleotide polymorphisms in leptin (LEP) and leptin receptor (LEPR) genes with backfat thickness and daily weight gain in Ukrainian Large White pigs. *Livestock Science*, 2018. Vol. 217. P. 157–161. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.09.015>

7. Bižienė, R., Morkūnienė, K., Mišeikienė, R., Pečiulaitienė, N., Makštutienė, N., Šlyžius, E. Effects of single nucleotide polymorphism markers on the carcass and fattening traits in different pig populations. *Journal of Animal and Feed Sciences*. 2018. Vol. 27. P. 255–262. <https://doi.org/10.22358/jafs/95020/2018>

8. Dai, S., & Long, Y. Genotyping analysis using an RFLP assay. *Methods in molecular biology* (Clifton, N.J.). 2015. Vol. 1245. P. 91–99. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-1966-6_7
9. Balatsky V. N., Oliinychenko Y. K., Buslyk T. V., Bankovska I. B., Korinnyi S. N., Saienko A. M., Pochernyaev K. F. Associations of QTL Region Genes of Chromosome 2 with Meat Quality Traits and Productivity of the Ukrainian Large White Pig Breed. *Cytology and Genetics*. 2021. Vol. 55, No. 1. P. 53–62. <https://doi.org/10.3103/S0095452721010023>
10. Халак В. І., Церенюк О. М., Гришина Л. П., Ільченко М. О. Відтворювальні якості та рівень їх фенотипної консолідації у свиноматок різної експлуатаційної цінності. *Свинарство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Інституту свинарства і АПВ НААН*. 2021. Випуск 75–76, С. 9–19. <https://doi.org/10.37143/0371-4365-2021-75-76-01>
11. Сухно Т. В. Вплив гена рецептора меланокортину 4 та паратипових факторів на ріст і відтворювальну здатність свиней : дис. ... к. с.-г. наук : 204. Полтава, 2024. 177 с.
12. Сухно, Т. В. (2024). Оцінка молодняку свиней різних генотипів за селекційними індексами та показниками росту. *Scientific Progress & Innovations*, 27(1), P. 95–100. <https://doi.org/10.31210/spi2024.27.01.16>
13. Сухно, Т. В., Шостя, А. М., Ващенко, П. А. Розробка технологічних підходів щодо ведення свинарства при отриманні та дорощуванні приплоду. *Scientific Progress & Innovations*. 2021. Vol. 3. P. 162–168. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.03.20>
14. Balatsky V. N., Oliinychenko Y. K., Saienko A. M., Buslyk T. V., Bankovska I. B., Peka M. Yu., Doran O. Associations of Polymorphisms in Leptin and Leptin Receptor Genes with Meat Quality in Pigs of the Ukrainian Large White Breed. *Cytology and Genetics*. 2022. Vol. 56, N.6. P. 513–525. <https://doi.org/10.3103/S0095452722060020>
15. Vashchenko, P., Balatsky, V., Pochernyaev, K., Voloshchuk, V., Tsybenko, V., Saenko, A., Oliinychenko, Y., Buslyk, T., Rudoman, H. Genetic characterization of the Mirgorod pig breed, obtained by analysis of single nucleotide polymorphisms of genes. *Agricultural Science and Practice*. 2019. Vol. 6 (2), 47–57. <https://doi.org/10.15407/agrisp6.02.047>
16. Kramarenko S., Lugovoy S., Lykhach A., Kramarenko A., Lykhach V. Порівняльний аналіз відтворювальних ознак та кластерний аналіз свиней різних порід. *НВ ЛНУ ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2018. Т. 20. № 84. С. 21–26. <https://doi.org/10.15421/nvlvet8404>
17. Kramarenko, S., Lugovoy, S., Lykhach, A., Kramarenko, A., Lykhach, V., Slobodianyk, A. Вплив генетичних та негенетичних факторів на відтворювальні ознаки свиноматок української м'ясної породи. *НВ ЛНУ ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2019. Т. 21, № 90. С. 3–8. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9001>
18. Kramarenko, A., Kramarenko, S., Lugovoy, S., Atamanyuk, I. Кореляція між гетерозиготністю за мікросателітами ДНК та ознаками відтворення свиноматок великої білої породи. *НВ ЛНУ ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2021. Т. 23 № 95. С. 45–53. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9506>
19. Сасенко, А. М., Балацький, В. М. Зв'язок генотипів за локусами ESRI, PRLR, GH та IGF2 з репродуктивними ознаками та окремими показниками власної продуктивності свиноматок великої білої породи типу УВБ-3. *Свинарство : міжвідомчий тематичний науковий збірник Інституту свинарства і АПВ НААН*. 2015. Вип. 66. С. 136–143.
20. Крамаренко, С. С., Ващенко, П. А., Цибенко, В. Г., Крамаренко, О. С. Аналіз впливу генетичних та не генетичних факторів на живу

масу поросят при народженні та відлученні: Формування нової парадигми розвитку агропромислового сектору в XXI столітті : колективна монографія: 2 ч. 2021. Львів-Торунь, Ліга-Прес. 433 с. ISBN: 978-966-397-240-4. <https://doi.org/10.36059/978-966-397-240-4-15>

21. Zhang, J., Li, J., Wu, C., Hu, Z., An, L., Wan, Y., Fang, C., Zhang, X., Li, J., Wang, Y. The Asp298Asn polymorphism of melanocortin-4 receptor (MC4R) in pigs: evidence for its potential effects on MC4R constitutive activity and cell surface expression. *Animal Genetics*. 2020. Vol. 51, № 5, P. 694–706. <https://doi.org/10.1111/age.12986>

22. Церенюк О. М., Хватов Ф. І., Стрижак Т. А. Ефективність селекційних і оціночних індексів материнської продуктивності свиней. *Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва НААН*. Харків, 2010. № 102. С. 173–183.

23. Акімов О. В., Церенюк О. М., Вовк В. О., Черевта Ю. В. Аналіз стану відтворення стада у ДП «ДГ «ім. 9 Січня» та заходи щодо його покращення. *Свинарство і агропромислове виробництво : міжвідом. темат. наук. зб. / Ін-т свинарства і АПВ НААН*. Полтава, 2023. Вип. 2. № 80. С. 30–41. [https://doi.org/10.37143/2786-7730-2023-2\(80\)02](https://doi.org/10.37143/2786-7730-2023-2(80)02)

24. Khalak, V. I. A new method for assessing the operational value of sows. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*. 2025. Вип. 8. № 1. С. 3–7. <https://doi.org/10.32718/ujvas8-1.01>

25. Генетика з біометрією. Практикум / Повод М. Г. та ін.; за ред. професора Т. І. Нежлукченко. Херсон. 2015. 380 с.

26. Аналіз біометричних даних у розведенні та селекції тварин: навчальний посібник / Крамаренко С. С., Луговой С. І., Лихач А. В., Крамаренко О. С. Миколаїв: МНАУ, 2019. 211 с.

27. Петровська І. Р., Салига Ю. Т., Вудмаска І. В. Статистичні методи в біологічних дослідженнях: навчально-методичний посібник. Київ. 2022. 172 с.

УДК 638.144

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.31>

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ СТИМУЛЮЮЧИХ ПІДГОДІВЕЛЬ У БДЖІЛЬНИЦТВІ

Чорний Д.О. – аспірант кафедри технології виробництва та переробки продукції тваринництва,

Вінницький національний аграрний університет

orcid.org/0009-0002-1035-071X

Разанова О.П. – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри технології виробництва та переробки продукції тваринництва,

Вінницький національний аграрний університет

orcid.org/0000-0001-5552-9356

У сучасному бджільництві стимулюючі підгодовлі відіграють ключову роль у забезпеченні стабільного розвитку та продуктивності бджолиних сімей протягом усього сезону. Традиційні підходи (вуглеводні сиропи, білкові суміші) залишаються актуальними, але сучасні виклики зі зміною клімату, зростаючого інфекційного тиску, нестабільності кормової бази вимагають використання інноваційних добавок. У статті проведено комплексний аналіз ефективності застосування стимулюючих підгодівель у медоносному бджільництві з використанням різних типів біологічно активних добавок, зокрема пробіотиків, білкових та мікробіологічних добавок, фітобіотиків і ефірних олій. Розглянуто сезонні особливості живлення бджолиних сімей, коли додаткова підгодівля є необхідною для нарощування сили сімей після зимівлі, вирошеного розплоду у весняно-літній період та підготовки до зимівлі восени. Аналіз літературних джерел та експериментальних даних показав позитивний вплив оптимально підібраних доз добавок на інтенсивність відкладання маткою яєць, збільшення площі розплоду, підвищення льотної активності робочих бджіл, а також збільшення виробництва меду, воску і перги. Додаткове застосування стимулюючих добавок сприяє покращенню стану кишкової мікрофлори, позитивно впливаючи на травлення й імунітет бджіл. Незважаючи на загальну ефективність використання різних добавок у складі підгодівельних сумішей, дані статті підкреслюють необхідність подальших досліджень щодо визначення оптимальних режимів введення, дозування та комбінування добавок з урахуванням регіональних та кліматичних особливостей. Отримані результати можуть стати основою для розробки рекомендацій, спрямованих на підвищення життєздатності та продуктивності бджолиних сімей, що є важливим у веденні бджільництва.

Ключові слова: бджоли, підгодівля, пробіотики, білкові добавки, фітобіотики, мікробіологічні препарати, продуктивність, здоров'я сімей, медозбір, зимостійкість.

Chornyi D.O., Razanova O.P. Effectiveness of the use of stimulating feedings in beekeeping

In modern beekeeping, stimulating feeding plays a key role in ensuring stable development and productivity of bee colonies throughout the season. Traditional approaches (carbohydrate syrups, protein mixtures) remain relevant, but modern challenges with climate change, increasing infectious pressure, and instability of the feed base require the use of innovative additives. The article presents a comprehensive analysis of the effectiveness of using stimulating feed supplements in honey bee farming through the application of various types of biologically active additives, including probiotics, protein and microbiological supplements, phytobiotics, and essential oils. The study considers the seasonal feeding patterns of bee colonies, particularly when additional feeding becomes essential—for example, to build colony strength after wintering, support brood rearing during the spring-summer period, and prepare for overwintering in autumn. A review of the literature and experimental data revealed the positive effects of optimally selected doses of supplements on the queen's egg-laying rate, the expansion of brood areas, the enhancement of foraging activity among worker bees, and the increased production of honey, wax, and bee bread. The additional use of stimulating additives contributes to the improvement of gut microflora, positively impacting digestion and the bees' immunity. Despite the overall

efficiency of various additives in feed mixtures, the article highlights the need for further research to determine optimal administration regimes, dosages, and combinations of supplements, taking into account regional and climatic characteristics. The findings may serve as a foundation for developing recommendations aimed at enhancing the vitality and productivity of bee colonies, which is crucial for sustainable beekeeping.

Key words: bees, feeding, probiotics, protein supplements, phytobiotics, microbiological preparations, productivity, colony health, honey harvest, winter hardiness.

Постановка проблеми. Бджільництво відіграє важливу роль у забезпеченні продовольчої безпеки та збереженні біорізноманіття. Бджоли є основними запилювачами багатьох сільськогосподарських культур, що сприяє підвищенню врожайності фруктів, овочів, ягід та інших рослин. За даними Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (FAO), світове виробництво меду становить приблизно 1,5 млн тонн на рік, і на частку України припадає близько 5% цього обсягу. З 2008 року Україна займає перше місце з виробництва меду серед країн Європи, з валовим збором до 75 тис. тонн на рік [5].

Продукти бджільництва, такі як мед, віск, прополіс та бджолина отрута, мають значну цінність для здоров'я людини та широко використовуються у харчовій, медичній та косметичній промисловості. В Україні утримується близько 2,2–2,3 млн бджолиних сімей, проте сучасне бджільництво стикається з низкою серйозних проблем, які негативно впливають на стан бджолиних сімей та їхню продуктивність. У 2024 році смертність бджіл в Україні становила 20–25%, що значно вище за попередні роки [1]. Це пояснюється несприятливими погодними умовами навесні й влітку, що призвело до скорочення площ медоносних рослин. Серед основних чинників, що призводять до зменшення чисельності бджіл, потрібно виділити поширення хвороб та паразитів (вароатоз, нозематоз, американо-американський та європейський гнильці), використання пестицидів у сільському господарстві, втрату природних місць існування та зміну клімату. Ці фактори призводять до ослаблення бджолиних сімей, зниження їхньої стійкості до хвороб та зменшення медозбору [37].

В умовах зростаючого антропогенного навантаження на довкілля та інтенсифікації сільського господарства особливого значення набувають заходи, спрямовані на підтримку здоров'я та продуктивності бджіл. Одним із ефективних методів підвищення стійкості бджолиних сімей та їхньої продуктивності є використання стимулюючих підгодівель. Такі підгодовілі забезпечують бджіл необхідними поживними речовинами, вітамінами, мінералами та біологічно активними сполуками, сприяючи зміцненню імунної системи, покращенню травлення, підвищенню репродуктивної функції та загальної життєздатності [2].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Існуючі методи стимуляції бджіл, що базуються на застосуванні традиційних вуглеводних та білкових підгодівель, не завжди забезпечують бажаний результат. Тому все більшої уваги приділяється розробці та впровадженню нових, більш ефективних підходів для стимуляції бджолиних сімей з використанням сучасних біотехнологічних препаратів.

Різні рецепти поживних сумішей – цукрових сиропів, пилкових паст, білково-вітамінних добавок, випробовувалися у багатьох країнах світу з врахуванням їх прийнятності для бджіл, поживної цінності, засвоюваності та вартості [7, 31].

Низка наукових праць присвячена експериментальній перевірці ефективності стимулюючих підгодівель [3, 6]. Загалом результати цих досліджень підтверджують, що додаткова підгодовіля бджіл у відповідні періоди позитивно впливає на їх

розвиток [34]. Зокрема, використання стимулюючих підгодівель навесні сприяє активнішому вирощуванню розплоду, підвищує льотну активність бджіл та продуктивність сімей загалом [4]. Такі підгодівлі допомагають сім'ям швидше наростити силу до головного медозбору, що позначається на підвищенні обсягу зібраного меду [30]. Восени стимулюючі підгодівлі направлені на підтримку бджіл при підготовці до зимівлі за рахунок подовження періоду яйцекладки, виведення якісних «зимових» бджіл та накопичення достатніх кормових запасів.

Попри наявність значної кількості досліджень, присвячених застосуванню стимулюючих підгодівель у бджільництві, низка важливих аспектів цієї проблематики залишається недостатньо вивченою. Зокрема, у науковій літературі мало інформації щодо ефективності різних типів стимулюючих добавок в умовах зміни клімату, регіональних особливостей медоносної бази та технологій ведення галузі. Тому потребує подальшого дослідження вплив зазначених добавок на динаміку розвитку бджолиних сімей протягом усього продуктивного сезону, включаючи підготовку до медозбору, літню активність та період осіннього нарощування бджіл.

Постановка завдання. У дослідженнях вивчали ефективність використання різних видів стимулюючих підгодівель, включаючи пробіотики, білкові добавки, мікробіологічні препарати та фітобіотики, та визначення їхнього впливу на здоров'я, розвиток та продуктивність бджолиних сімей.

Виклад основного матеріалу. Навесні після зимівлі харчові потреби бджолиних сімей стають особливо критичними для успішного розвитку та продуктивності. У цей період бджолам потрібні корми, багаті на вуглеводи та білки, щоб підтримувати приріст розплоду та відновлювати виснажені за зимівлю запаси енергії [10, 16]. Нектар і мед є основними джерелами вуглеводів, а пилок забезпечує необхідними білками для розвитку молодих бджіл [9, 19]. Вміст білка в пилку залежить від виду рослини і коливається в межах від 16 до 42%.

У період активної яйценосності матки потреба у поживних речовинах зростає і це вимагає додаткової підгодівлі. Стимулююча підгодівля навесні суттєво впливає на здатність сім'ї розвиватися та нарощувати силу, забезпечуючи бджіл необхідними речовинами. Протягом літніх місяців бджоли активно працюють над збором вуглеводних та білкових кормів. Підвищені температури збільшують потребу бджіл у воді, яка потрібна для підтримки осмотичного гомеостазу у дорослих бджіл і для розведення накопиченого меду для приготування корму для розплоду [28]. Наявність медоносних ресурсів залежить від умов навколишнього середовища, що вимагає від пасічників ретельного моніторингу кормового забезпечення бджолиних сімей. Коли природного корму достатньо, то бджоли задовольняють свої харчові потреби, однак у несприятливі періоди потрібно проводити підгодівлю. Високоякісні цукрові сиропи та білкові добавки забезпечують необхідними вуглеводами та білками [22].

Період підготовки бджолиних сімей до зими є вирішальним для їх виживання під час зимівлі. У цей період проводиться додаткова підгодівля сумішшю сахарози та води для забезпечення достатніх запасів корму на зиму [26]. Погодні умови суттєво впливають на кормові потреби бджіл протягом року. Короткочасні зміни погоди можуть безпосередньо перешкоджати польоту бджіл і пошуку корму, а також опосередковано впливати на успішність пошуку корму через вплив на медоносні рослини [36].

У разі низької нектаропроductивності медоносів знижується льотна активність бджіл [25], тому при цьому потрібна додаткова підгодівля для забезпечення

харчових потреб бджіл. Стан та сила бджолиних сімей також відіграють важливу роль у визначенні потреб у годівлі [20].

Використання мікробіологічних добавок, особливо пробіотиків, у годівлі бджіл привертає значну увагу останніми роками [11, 14, 29]. Ці добавки спрямовані на покращення здоров'я бджіл шляхом модуляції мікробіоти кишківника, поліпшення травлення, зміцнення імунітету та підвищення стійкості до патогенів [21, 24]. Ефективність їх використання залежить від пробіотичних штамів та умов навколишнього середовища.

Одним із перспективних напрямів використання пробіотиків – це для покращення травлення бджіл і підвищення їх імунітету. Разанова О.П. зі співавторами провели ряд експериментів із додаванням пробіотичних препаратів до цукрового сиропу під час весняної підгодівлі бджіл. За їх результатами встановлено оптимальну дозу пробіотика (1,5 г/л), оскільки саме за цієї дози спостерігався найкращий розвиток бджолиних сімей. Пробіотична підгодівля істотно прискорила будівництво стільників та нарощування бджіл без шкоди для їх розвитку, забезпечивши помітно сильніші сім'ї до початку медозбору. Зокрема, бджоли на 37,9% більше побудували стільників, вирощено запечатаного розплоду – на 4,2% і на початок головного медозбору сила сімей була сильнішою на 20,3%. Важливо, що додавання пробіотика не виявило негативного впливу на розвиток бджіл і маса личинок та новонароджених бджіл у бджолиних сім'ях не відрізнялася від контрольних показників [15]. Крім того, у дослідних групах бджолиних сімей було відмічено підвищення воскової продуктивності на 34–50% та медової продуктивності – на 17,5–20,6%, а також більше накопичення перги – на 25,9–66,6%. Таким чином, застосування пробіотичних препаратів у весняній підгодівлі суттєво прискорює розвиток бджолосімей, збільшує їхню силу та підвищує продуктивність за рахунок більшого виходу продуктів (воску, меду, перги). Сильніші сім'ї краще у поєднанні з пробіотичною підгодівлею перезимовували і втрати бджіл під час зимівлі були меншими.

Отримання більшої кількості бджіл є важливим для продуктивності сімей, адже більше робочих бджіл зможуть брати участь у зборі нектару та пилку. Інше дослідження оцінювало доцільність згодовування навесні бджолам цукрового сиропу з пробіотиками Веталайф і Біосевен. Результати показали, що обидва пробіотики суттєво підвищують кількість вирощеного розплоду і збільшення площі запечатаного розплоду становив 31,9% у групі з препаратом Веталайф та на 37,1% – у групі з Біосевен. Відповідно, до кінця весняного розвитку сила сімей значно перевищувала контрольні значення – на 21,6% більше бджіл при використанні Веталайф і на 30,7% – за пробіотика Біосевен [13].

Дослідження [23] щодо впливу пробіотиків Vetafarm Probotic і Protexin Concentrate на медоносних бджіл, інфікованих *Nosema ceranae*, показали ефективність їх застосування у бджільництві залежно від дозування і типу пробіотика (табл. 1).

Використання у бджільництві пробіотичного препарату ApiVrach+ PcheloNormoSil підвищувало льотну активність бджіл на 43,6%, матка інтенсивніше відкладала яйця, тому бджоли виростили у 4 рази більше розплоду. При цьому відповідно сила бджолиної сім'ї збільшилася у 1,5 рази і від бджолиних сімей отримано на 19,2% більше меду [29].

У періоди обмеженого збору корму на кінець літа та початок осені, коли у природі відсутній медозбір, бджолам до складу стимулюючих підгодівель додають пробіотики. Ця практика спрямована на пом'якшення негативних наслідків

харчового стресу та підтримку сили бджолиних сімей. Пробиотики, що складаються з корисних мікроорганізмів, досліджувалися з метою поліпшення балансу мікробіоти кишківника та підвищення імунітету. Дослідження Besharati M. et al. [21] показало значне збільшення кількості лактобацил у кишківнику бджіл, що пов'язано з поліпшенням травлення та стійкістю до хвороб. Проте, Anderson et al. [18] за результатами досліджень зробили висновок про те, що неприродні пробиотики, які продаються як корисні ліки для медоносних бджіл, суттєво не змінювали склад мікробіому кишківника і не зменшували поширеність патогенів. Автори підкреслили, що застосування таких пробиотиків не змогло попередити дисбактеріоз кишківника, спричинений антибіотиками, що свідчить про обмежені переваги таких добавок.

Таблиця 1

Вплив пробиотиків на інфекцію *Nosema ceranae*

Тип пробиотика	Дозування, мг/мл	Зниження кількості спор, %	Рівень виживання, %	Рівень погіршення стану сімей, %
Vetafarm Probiotic	2.50	67.3%	81.6%	21.5%
Protexin Concentrate	0.25	52.1%	75.4%	29.3%
Protexin Concentrate	1.25	74.5%	87.2%	15.9%
Protexin Concentrate	2.50	81.2%	85.7%	18.7%
Vetafarm Probiotic	3.75	78.9%	87.6%	16.5%
Контрольна група (без обробки)	0.00	0%	54.3%	50.2%

Джерело: створено автором на основі даних [23]

Окрім пробиотиків, активно досліджується введення різних біологічно активних добавок до корму бджіл, що містять вітаміни, амінокислоти, мікроелементи, екстракти лікувальних трав тощо. Такі добавки покликані усунути можливий дефіцит мікронутрієнтів та підвищити загальну резистентність бджіл і продуктивність бджолиних сімей. Прикладом є комплексні препарати Антивір і Стимовіт. Стимовіт – це полікомпонентна добавка, яка містить амінокислоти, вітаміни та мікроелементи, вона розроблена для стимуляції росту сили бджолиних сімей, а також може слугувати профілактикою вірусних хвороб бджіл. Антивір – препарат, спрямований переважно на підвищення стійкості бджіл до вірусних інфекцій. Обидва препарати згодовували бджолиним сім'ям перший раз навесні (у період нарощування сили) та вдруге восени (перед зимівлею) для комплексного ефекту. У результаті було виявлено помітне покращення деяких показників у цих сім'ях. Так, до серпня сила сімей, які отримували підгодовівку з Антивіром, була на 8,8% більшою, а зі Стимовітом – на 10,5%. Обидві добавки стимулювали маток до більш інтенсивної яйцекладки, що призвело до збільшення кількості вирощеного розплоду. Порівняння цих двох препаратів показало перевагу Стимовіту. Сім'ї, які підгодовувалися Стимовітом, виростили на 3,3% більше розплоду і принесли на 4,7% більше меду порівняно з групами, що отримували Антивір [12]. Це може бути пов'язано з тим, що комплекс амінокислот та вітамінів безпосередньо впливає на фізіологію бджіл, тоді як противірусний ефект Антивіру більше проявляється в умовах наявності інфекційного навантаження. Водночас, ці відмінності

між добавками невеликі, і обидва препарати довели свою ефективність для стимуляції розвитку бджолиних сімей. Варто зазначити, що восени підгодівля Антивіром і Стимовітом також дала позитивний результат щодо зимостійкості бджіл. Ці сім'ї краще перезимували і їх сила була вищою.

Окрім згаданих напрямів, проводилися дослідження інших стимулюючих підгодівель. Випробовувалися дослідниками фітопрепарати (екстракти трав) з властивостями стимуляторів, імуномодуляторів та наноматеріали. В одному з досліджень додавання наночасток діоксиду церію до цукрового сиропу показало зменшення загибелі бджіл і поліпшення показників якості меду та воску за рахунок антиоксидантних властивостей цього препарату [8]. Хоча ці напрямки є новітніми і потребують подальших досліджень, попередні результати також свідчать на користь стимулюючих підгодівель.

У бджільництві часто використовуються фітобіотики, що включають продукти рослинного походження, такі як ефірні олії, рослинні екстракти та пробіотики. Ефірні олії відомі своїми ароматичними властивостями та біологічно активними сполуками. Їх застосування в бджільництві спрямоване на сприяння розвитку бджолиних сімей, поліпшення здоров'я та збільшення виробництва меду. Дослідження Pătruică S. et al. [32] показали, що бджолині сім'ї, які отримували цукровий сироп з додаванням ефірних олій чебрецю та базилика, значно збільшили кількість вирощеного розплоду (на 12,2–50%). Це посилення розвитку розплоду прямо корелювалося з більшим виробництвом меду. Те ж дослідження показало, що ефірні олії орегано та м'яти також позитивно вплинули на розвиток бджолиних сімей, хоча трохи менше, ніж чебрець та базилік. Збільшення кількості вирощеного розплоду та виробництва меду підкреслюють потенціал цих ефірних олій як стимуляторів у практиці годівлі бджіл. Важливо зазначити, що ефективність ефірних олій може змінюватися залежно від їх типу, методу екстракції та способу застосування. Деякі ефірні олії можуть виявляти токсичність для бджіл, залежно від дозування та методу застосування [32]. Тому необхідно дотримуватися рекомендованих доз включення цих добавок до раціону годівлі бджіл.

Дослідниками було перевірено ефективність препарату БіВіт, що містить збалансований комплекс вітамінів і мінералів. Підгодівлю здійснювали в кінці літа – на початку осені, після закінчення головного медозбору. У дослідних сім'ях завдяки БіВіту вдалося подовжити роботу маток і стимулювати бджіл до виведення додаткового розплоду пізнього покоління. Було зафіксовано, що до кінця серпня матки підготованих сімей відкладали на 1,7% більше яєць, а до середини вересня ця різниця зросла до 20% [2]. Завдяки цьому в цих сім'ях було вирощено більше молодих бджіл. Це безпосередньо вплинуло на успішність зимівлі і після зимового періоду відмічено вищу збереженість бджіл. Більше того, з'ясувалося, що бджоли, які отримували БіВіт, ощадливіше витрачали кормові запаси взимку і споживання корму було на 9,5% меншим.

Для вирощування розплоду та підтримання сильної бджолиної сім'ї необхідний у достатній кількості білковий корм (перга, пилок), що містить протеїни, жири, вітаміни і мікроелементи. Хоча білкові добавки можуть приносити значну користь бджолиним сім'ям, особливо в періоди відсутності у природі медозбору, їх ефективність залежить від типу добавки, дозування, регіональних факторів та часу введення. Пасічники повинні це враховувати та звертатися до останніх досліджень, щоб приймати обґрунтовані рішення щодо використання білкової підгодівлі.

У періоди, коли природного пилку бракує, застосовують для підгодівлі білкові пасти та заміники пилку на основі соєвого борошна, дріжджів, сухого молока, яєчного порошку [27]. Доповнення раціону бджіл такими білковими підгодівлями значно покращує розвиток сімей. Так, в експерименті з кількома варіантами білкових підгодівель найвищі показники приросту розплоду і чисельності бджіл були виявлені в групах, які отримували багатший на протеїн корм [17]. Отримані результати свідчать, що забезпечення бджолиних сімей додатковим білковим кормом здатне стимулювати яйцекладку матки та вирощування розплоду, що закладає основу для сильніших і продуктивніших сімей. Підгодівля пилком з високим вмістом протеїну восени сприяє вирощуванню більшої кількості молодих бджіл до зимівлі та підвищує виживаність бджолиних сімей [35].

Водночас, дослідження ефективності білкових добавок показують неоднозначні результати. Peirson et al. [33] виявили, що використання білкових добавок сприяло збільшенню темпу вирощування розплоду на 15% на початку весни і залежали від регіону. У регіонах із тривалими зимами пасічники успішно використовують білкові добавки MegaBee для підтримки сили бджолиних сімей на початку весни, в яких у цей період виявлено збільшення площі розплоду на 20%. Деякі дослідження показали зменшення чисельності бджіл на 12% у бджолиних сім'ях, які отримували протеїнові добавки за відсутності білкового дефіциту [33]. Тому отримані результати викликають занепокоєння щодо потенційного негативного впливу таких добавок на тривалість життя бджіл.

Висновки. Використання пробіотичних препаратів, білкових добавок, мікробіологічних добавок та фітобіотиків у бджільництві сприяє покращенню здоров'я та продуктивності бджолиних сімей. Ефективність цих добавок залежить від дозування, умов навколишнього середовища та регіональних факторів. Перспективи подальших досліджень полягають у вдосконаленні складу стимулюючих підгодівель і режимів їх застосування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Волокіта В. В Україні померло до 25% бджіл у 2024 році: втрати бджільництва сягають 30%. URL: <https://epravda.com.ua/biznes/v-ukrajini-pomerlo-do-25-bdzhil-u-2024-roci-vtrati-bdzhilnictva-syagayut-30-801702/> (дата звернення: 14.04.2025)
2. Голубенко Т.Л., Разанова О.П., Капріца В.О. Ефективність мінерально-вітамінної добавки у розвитку бджолиних сімей восени та їх підготовці до зимівлі. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2024. № 139. Ч. 1. С. 182–190. doi: 10.32782/2226-0099.2024.139.1.24
3. Гуцол А.В., Ковальський Ю.В., Ковальська Л.М., Гуцол Н.В. Вплив пробіотиків на ріст, розвиток і господарсько-корисні ознаки медоносних бджіл. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2017. Т. 19. № 74. С. 235–238.
4. Дмитрук І.В., Суховуха С.М. Ріст і розвиток бджолиних сімей при використанні органічних кислот і пробіотиків. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2016. Т. 18, № 2. С. 85–89.
5. Духницький Б.В., Духницький В.Б. Оцінка ролі України на світовому ринку меду. *Економіка АПК*. 2020. Т. 27. № 2. С. 6–19. doi: 10.32317/2221-1055.202002077
6. Ковальський Ю.В., Гутий Б.В., Федак В.В., Ковальська Л.М., Дружб'як А.Й. Вплив якості корму на розвиток і продуктивність бджолиних маток. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотех-*

нологій імені С. З. Гжицького. Серія : Сільськогосподарські науки. 2021. Т. 23, № 95. С. 71–75. doi:10.32718/nvlvet-a9510

7. Міщенко О.А., Литвиненко О.М., Боднарчук Г.Л., Криворучко Д.І., Афара К.Д. Забезпечення потреб бджолої сім'ї в білковому кормі. *Бджільництво України*. 2023. Вип. 1(9). С. 79–82. doi: 10.46913/beekeepingjournal.2022.9.10

8. Нікітіна Л.М., Засєкін Д.А., Жолобак Н.М., Постоєнко В.О., Єфіменко Т.М., Односум Г.В. Біологічна ефективність колоїдного (нанорозмірного) діоксиду церію у бджіл *Apis mellifera*. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2022. Вип. 4. С. 148–157. doi: 10.31210/visnyk2022.04.18

9. Новгородська Н.В., Разанова О.П., Лютка Г.І. Оптимізація забезпечення безперервного нектароносного конвеєра у бджільництві. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. Вип. 3 (22). С. 72–84. doi: 10.37128/2707-5826-2021-3-6

10. Разанов С.Ф., Недашківський В.М., Мельник В.О. Ефективність білкової підгодівлі бджолиних сімей за ґрунтування їх сили до запилення озимого ріпаку. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2020. № 1. С. 105–110. doi: 10.33245/2310-9270-2020-157-1-105-110

11. Разанова О.П. Використання пробіотика «Біосевен» для підвищення життєздатності бджіл. *Аграрна наука та харчові технології*. 2019. Вип. 2 (105). С. 115–121.

12. Разанова О.П. Influence of stimulating feeding with complex preparations on the development of bee colonies. *Știința Agricolă*. 2021. № 1. С. 123–128, doi: 10.5281/zenodo.5090724.

13. Разанова О.П., Голубенко Т.Л. Продуктивність бджолиних сімей за стимулюючої підгодівлі комплексними препаратами. *Аграрна наука та харчові технології*. 2018. Вип. 4 (103). С. 130–138.

14. Разанова О.П., Скрипник С.В. Вплив пробіотичних препаратів на розвиток бджолиних сімей у весняний період. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво*. 2022. Вип. 2 (49). С. 54–60. doi: 10.32845/bsnau.lvst.2022.2.8

15. Разанова О.П., Шульга Ю.І., Салюк О.О. Продуктивність бджолиних сімей у період підготовки до головного медозбору за впливу пробіотика. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво*. 2022. Вип. 2 (49). С. 61–67. doi : 10.32845/bsnau.lvst.2022.2.9

16. Adamchuk L.O., Boiarchuk S.V., Lavrinenko K.V., Dvykaliuk R.M., Martseniuk N. Development of bee colonies based on early spring feeding according to the developed scheme. *Animal Science and Food Technology*. 2019. Vol. 10(2). P. 5–11. doi: 10.31548/animal2019.02.005

17. Ahmad S., Khan K. A., Khan S. A., Ghramh H. A., Gul A. Comparative assessment of various supplementary diets on commercial honey bee (*Apis mellifera*) health and colony performance. *PLoS One*. 2021. Vol. 16(10). № e0258430. doi: 10.1371/journal.pone.0275146

18. Anderson K.E., Allen N.O., Copeland C.D. A longitudinal field study of commercial honey bees shows that non-native probiotics do not rescue antibiotic treatment, and are generally not beneficial. *Scientific Reports*. 2024. Vol. 14. № 1954. doi: 10.1038/s41598-024-52118-z.

19. Ansaloni L.S., Kristl J., Domingues C.E.C., Gregorc A. An Overview of the Nutritional Requirements of Honey Bees (*Apis mellifera* Linnaeus, 1758). *Insect*. 2025. Vol. 16 (1). № 97. doi: 10.3390/insects16010097.

20. Arias-Calluari K., Colin T., Latty T., Myerscough M., Altmann E.G. Modelling daily weight variation in honey bee hives. *PLOS Computational Biology*. 2023. Vol. 19(3). № e1010880. doi: 10.1371/journal.pcbi.1010880.

21. Besharati M., Bavand R., Paya H., Lackner M. Comparative effect of probiotic and antibiotic on honey bees colony functional traits. *The EuroBiotech Journal*. 2024. Vol. 8(1). doi: 10.2478/ebtj-2024-0001.

22. Brown A., Rodriguez V., Pfister J., Perreten V., Neumann P., Retschnig G. The dose makes the poison: feeding of antibiotic-treated winter honey bees (*Apis mellifera*) with probiotics and b-vitamins. *Apidologie*. 2022. Vol. 53. P. 18–19. doi: 0.1007/s13592-022-00927-4
23. Borges D., Guzman-Novoa E., Goodwin P.H. Effects of prebiotics and probiotics on honey bees (*Apis mellifera*) infected with the microsporidian parasite *Nosema ceranae*. *Microorganisms*. 2021. Vol. 9(3). P. 481. doi: 10.3390/microorganisms9030481.
24. Damico M.E., Beasley B., Greenstein D., Raymann K. Testing the effectiveness of a commercially sold probiotic on restoring the gut microbiota of honey bees: a field study. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*. 2023. doi: 10.1007/s12602-023-10203-1.
25. Forster C.Y., Middleton E.J.T., Gloag R., Hochuli D.F., White T.E., Latty T. Impact of empty flowers on foraging choice and movement within floral patches by the honey bee, *Apis mellifera*. *Insectes Sociaux*. 2023. Vol. 70. P. 413–422. doi: 10.1007/s00040-023-00934-3
26. Frizzera D., Del Fabbro S., Ortis G., Zanni V., Bortolomeazzi R., Nazzi F., Annoscia D. Possible side effects of sugar supplementary nutrition on honey bee health. *Apidologie*, 2020, Vol. 51, P. 594–608. doi: 10.1007/s13592-020-00745-6
27. Kim H., Frunze O., Maigoro A.Y., Lee M.L., Lee J.H., Kwon H.W. Comparative study of the effect of pollen substitute diets on honey bees during early spring. *Insects*. 2024. Vol. 15(2). № 101. doi: 10.3390/insects15020101.
28. Kovac H., Käfer H., Stabentheiner A. The energetics and thermoregulation of water collecting honeybees. *Journal of Comparative Physiology A*. 2018. Vol. 204. P. 783–790. doi: 10.1007/s00359-018-1278-9
29. Lyubimov A. I., Vorobieva S. L., Tronina A. S., Yudin V. M. Efficiency of probiotic supplements in the dynamics of economically useful indicators of honey-bee colonies. *BIO Web of Conferences*. 2021. Vol. 36. № 05014. DOI:10.1051/bioconf/20213605014.
30. Oskay D. Effects of diet composition on consumption, live body weight and life span of worker honey bees (*Apis mellifera* L.). *Applied Ecology and Environmental Research*. 2021. Vol. 19. P. 4421–4430. doi: 10.15666/aeer/1906_44214430.
31. Paray B.A., Kumari I., Hajam Y.A., Sharma B., Kumar R., Albeshr M.F., Khan J.M. Honeybee nutrition and pollen substitutes: a review. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2021. Vol. 28(1). P. 1167–1176. doi:10.1016/j.sjbs.2020.11.053
32. Pătruică S., Lazăr R. N., Buzamăt G., Boldea M. Economic benefits of using essential oils in food stimulation administrated to bee colonies. *Agriculture*. 2023. Vol. 13(3). № 594. doi: 10.3390/agriculture13030594.
33. Peirson M., Ibrahim A., Ovinge L.P., Hoover S.E., Guarna M.M., Melathopoulos A., Pernal S.F. The effects of protein supplementation, fumagillin treatment, and colony management on the productivity and long-term survival of honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *PLoS ONE*. 2024. Vol. 19(3). № e0288953. doi: 10.1371/journal.pone.0288953.
34. Sultana N., Reza M.E., Alam M.N. Evaluating the efficiency of supplementary feeding as a management strategy for enhancing honeybee (*Apis mellifera* L.) colony growth and productivity. *Frontiers in Bee Science*. 2024. № 2. doi: 10.3389/frbee.2024.1386799.
35. Topal E., Mărgăoan R., Bay V., Takma Ç., Yücel B., Oskay D., Düz G., Acar S., Kösoğlu M. The effect of supplementary feeding with different pollens in autumn on colony development under natural environment and in vitro lifespan of honey bees. *Insects*. 2022. Vol. 13. № 588. doi: 10.3390/insects13070588.
36. Vincze C., Leelössy Á., Zajác E., Mészáros R. A review of short-term weather impacts on honey production. *International Journal of Biometeorology*. 2025. Vol. 69. P. 303–317. doi: 10.1007/s00484-024-02824-0
37. Ye M., Li X., Yang F., Zhou B. Beneficial bacteria as biocontrol agents for American foulbrood disease in honey bees (*Apis mellifera*). *Journal of Insect Science*. 2023. Vol. 23(2). № 6. doi: 10.1093/jisesa/iead013.

УДК 638.13:591.111.1

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.32>

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ПІДГОДІВЛІ З КОМПЛЕКСНОЮ БІОЛОГІЧНО АКТИВНОЮ ДОБАВКОЮ У ПЕРІОД ПІДГОТОВКИ ДО ВЕСНЯНОГО РОЗВИТКУ МЕДОНОСНИХ БДЖІЛ

Чудак Р.А. – д.с.-г.н., професор,

професор кафедри технології розведення, виробництва та переробки продукції дрібних тварин,

Вінницький національний аграрний університет

orcid.org/0000-0003-4318-6979

Разанова О.П. – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри технології виробництва та переробки продукції тваринництва,

Вінницький національний аграрний університет

orcid.org/0000-0001-5552-9356

Огороднічук Г.М. – к.с.-г.н., доцент,

завідувач кафедри технології розведення, виробництва та переробки продукції дрібних тварин,

Вінницький національний аграрний університет

orcid.org/0000-0002-9008-4927

Разанов О.С. – к.с.-г.н.,

науковий співробітник лабораторії екології,

Навчально-науковий центр «Інститут бджільництва імені П.І. Прокоповича»

orcid.org/0000-0003-0676-5795

Успішна зимівля бджолиних сімей та їх інтенсивний весняний розвиток є вирішальними факторами для досягнення високої продуктивності пасік. Одним із ключових напрямів підвищення життєздатності бджолиних сімей у цей період є застосування ефективних стимулюючих підгодівель. Особливу увагу привертає використання комплексних вітамінно-мінеральних добавок, які сприяють збереженню фізіологічного стану бджіл, покращують травлення та обмін речовин, а також забезпечують підвищення репродуктивної активності бджолиних маток. У статті висвітлено результати дослідження впливу вітамінно-мінеральної добавки «BiVit» у складі стимулюючої підгодівлі на репродуктивну активність бджолиних маток, фізіологічний стан робочих бджіл та загальний розвиток бджолиних сімей у ранньовесняний період. Мета дослідження полягала у визначенні впливу вітамінно-мінеральної підгодівлі на розвиток бджолиних сімей та яйценосність маток у ранньовесняний період. Дослідження проведено у двох групах: контрольній (підгодівля цукровим сиропом) та дослідній (цукровий сироп з «BiVit»). У дослідній групі отримано вищі показники яйценосності маток (на 3,4–10,1%), більші площі запечатаного розплоду (до 10%), менші втрати живої маси робочих особин та зниження маси неперетравлених залишків у товстій кишці за зимівлю. Додавання добавки також сприяло економнішому використанню кормів під час зимівлі та забезпечило ранній початок весняного розвитку сімей. Ранній очисний обліт та активне збирання обніжжя у дослідній групі вказують на прискорений початок весняного розвитку. Це забезпечує готовність сімей до використання нектаропродукції ранньоквітучих медоносів, зокрема ріпаку озимого, період цвітіння якого у 2024 році припав на другу половину квітня. Отримані результати підтверджують ефективність використання вітамінно-мінеральної добавки у технології підготовки бджолиних сімей до весняного розвитку та медозбору.

Ключові слова: медоносні бджоли, сила сімей, підгодівля, вітамінно-мінеральна добавка, зимівля, розплід, яйценосність, розвиток сімей.

Chudak R.A., Razanova O.P., Ohorodnichuk H.M., Razanov O.S. Effectiveness of application of fertilization with complex biologically active supplement during the period of preparation for spring development of honey bees

Successful wintering of bee colonies and their intensive spring development are decisive factors for achieving high productivity of apiaries. One of the key areas of increasing the viability of bee colonies during this period is the use of effective stimulating top dressings. Particular attention is drawn to the use of complex vitamin and mineral supplements that help maintain the physiological state of bees, improve digestion and metabolism, and also ensure increased reproductive activity of queen bees. The article highlights the results of a study of the effect of the vitamin and mineral supplement «BiVit» as part of the stimulating top dressing on the reproductive activity of queen bees, the physiological state of worker bees and the general development of bee colonies in the early spring period. The purpose of the study was to determine the effect of vitamin and mineral top dressing on the development of bee colonies and egg production of queens in the early spring period. The study was conducted in two groups: control (supplementation with sugar syrup) and experimental (sugar syrup with «BiVit»). The experimental group obtained higher egg production rates of queens (by 3.4–10.1%), larger areas of sealed brood (up to 10%), lower losses of live weight of workers and a decrease in the mass of undigested residues in the large intestine during wintering. Adding the additive also contributed to a more economical use of feed during wintering and ensured an early start of spring development of colonies. Early cleaning flight and active collection of snow in the experimental group indicate an accelerated start of spring development. This ensures the readiness of colonies to use nectar production of early-flowering honey plants, in particular winter rapeseed, the flowering period of which in 2024 fell on the second half of April. The results obtained confirm the effectiveness of using vitamin-mineral supplements in the technology of preparing bee colonies for spring development and honey collection.

Key words: honey bees, colony strength, feeding, vitamin-mineral supplement, wintering, brood, egg production, colony development.

Постановка проблеми. Бджільництво має важливе економічне значення не тільки завдяки збільшенню виробництва та якості сільськогосподарської рослинницької продукції, але й завдяки комерціалізації таких продуктів бджільництва, як мед, прополіс, апітоксин (бджолина отрута), маточне молочко та віск [10].

Для забезпечення життєздатності, репродукції та ефективної адаптації до впливу стресових факторів медоносні бджоли потребують повноцінного харчування, що включає вуглеводи, білки, ліпіди та мікроелементи. Основними джерелами таких поживних речовин є нектар і пилок: нектар постачає до організму бджіл переважно вуглеводи, тоді як пилок забезпечує білки та інші життєво важливі сполуки. Такий комплекс харчових компонентів є ключовим для підтримання фізіологічних функцій, імунної відповіді та загального стану здоров'я бджолиної сім'ї.

Враховуючи всі харчові потреби медоносних бджіл, зокрема, необхідність у добре збалансованому раціоні, а також численні виклики, пов'язані з близькістю до сільськогосподарських угідь і впливом різноманітних стресових факторів, підтримання здорових і продуктивних бджолиних сімей стає дедалі складнішим завданням для бджолярів. У зв'язку з цим, на фоні зростаючого попиту на сильніші та більш продуктивні сім'ї, застосування різних добавок у практиці бджільництва набуває все більшого поширення в усьому світі, особливо за умов обмеженої доступності природних ресурсів [9, 19].

Крім того, для досягнення оптимального рівня здоров'я і продуктивності бджолиних сімей при застосуванні добавок необхідно враховувати низку чинників, зокрема, особливості використання медоносної бази, кліматичні умови, сезонну динаміку.

Winkler et al. [20] зазначають, що за останні десятиліття глобальні масштаби землекористування зросли значно більше, ніж передбачалося раніше, що, ймовірно, пов'язано з інтенсифікацією світової торгівлі сільськогосподарською

продукцією. Одним із негативних наслідків таких процесів є поширення великомасштабного монокультурного землеробства, яке має суттєвий вплив на бджільництво, зокрема спричиняє зниження нектаропродуктивності [13].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Одноманітні джерела нектару та білкових продуктів розглядаються як один із потужних факторів стресу для медоносних бджіл. Бджоли критично залежать від доступності різноманітних квіткових ресурсів, які є визначальними для нормального розвитку та життєздатності бджолиних сімей [18]. Різноманіття джерел пилку та нектару має вирішальне значення, оскільки поживний склад рослинного корму суттєво варіюється залежно від виду і може змінюватися вміст білків, амінокислот, ліпідів, вуглеводів, вітамінів та інших життєво важливих елементів [12].

Останніми роками у світі викликає занепокоєність висока смертність медоносних бджіл яка суттєво вплинула на галузь, що обумовлює необхідність розробки та впровадження ефективних стратегій вирішення даної проблеми. За даними Інституту бджільництва, в Україні у 2024 році рівень загибелі бджіл становив 20–25%. Особливе занепокоєння викликає значне зростання кількості випадків загибелі бджолиних сімей унаслідок отруєнь – вони становлять близько 60% від загальної кількості втрат, що робить їх основною причиною смертності бджіл в Україні протягом останніх років. За словами науковців, 2024 рік виявився особливо складним для бджільництва через різкі кліматичні зміни [7]. Весняні заморозки в період цвітіння білої акації, яка є одним із головних джерел нектару на початку сезону, та літня посуха, що негативно вплинула на врожай сояшника, істотно обмежили нектарозабезпеченість бджолиних сімей. У результаті бджоли не отримали достатньої кількості поживних речовин для повноцінного розвитку, що зумовило високий рівень їх загибелі, який у різних регіонах коливався в межах 15–20%, а подекуди досягав 23–27% (табл. 1).

Таблиця 1

Інформація про масову загибель бджіл в Україні у 2024 році

Область	Кількість постраждалих пасік	Кількість загинувших бджолосімей	Кількість частково постраждалих бджолиних сімей
Вінницька	2	115	0
Івано-Франківська	2	5	5
Київська	15	0	1000
Миколаївська	11	0	865
Одеська	32	848	727
Полтавська	4	0	83
Рівненська	3	0	30
Сумська	4	0	70
Тернопільська	2	1	29
Харківська	1	0	46
Черкаська	1	142	16
Чернігівська	1	0	34
Всього	78	1111	2905

Найбільше виявлено постраждалих пасік у Київській, Миколаївській, Одеській областях. За результатами моніторингу стану пасік виявлено, що на Вінниччині загинуло 115 бджолиних сімей, в Одеській області – 848 сімей, Черкаській – 142 сім'ї. У Київській області Кількість частково постраждали 1000 бджолиних сімей, Одеській 727, Миколаївській області – 865 сімей.

Результати досліджень Hu et al. [14] свідчать, що джерело вуглеводного живлення суттєво впливає на тривалість життя та активність потомства робочих бджіл. Зокрема, тривалість життя були нижчими у групі, що отримувала цукровий сироп, порівняно з групами, які споживали медово-водний розчин або природний нектар. Отримані дані становлять важливу теоретичну основу для практичного застосування, зокрема можуть бути використані пасічниками при виборі оптимальних добавок з метою підтримання здоров'я та продуктивності медоносних бджіл. Для бджіл використовують підгодовівлі різними кормами та добавками. Практикується застосування добавок на основі натурального меду з різнотрав'я у вигляді канді та медової сити. Засуха та ін. довели, що найефективніше підгодовувати бджолині сім'ї навесні за середньодобових температур $+6...+15^{\circ}\text{C}$ медовою ситою з біологічно активною добавкою Бівіта+ [5].

Недашківський та Разанов [8] виявили збільшення виробництва білкового корму бджолиними сім'ями за підгодовівлі бджіл глюкозно-фруктозним сиропом. Зокрема, бджоли виробили більше бджолиного обніжжя на 89,7%, перги – на 78,6% та гомогенату трутневих личинок – на 23,7%.

Kumar і Agrawal [15] провели дослідження, у якому медоносним бджолам згодовували суміш, що складалася з 16,7% знежиреного соєвого борошна, 16,7% пивних дріжджів, 8,3% Parched Gram, 8,3% протеїнового гідролізату, 33,3% цукру та 16,7% глюкози. За їхніми даними, сім'ї показали значно вищу продуктивність та виростили більшу площу розплоду.

Включення пробіотиків до складу стимулюючих підгодовілей для бджіл практикується у бджільництві, оскільки важливою їхньою властивістю є здатність підвищувати протиінфекційну стійкість організму та активізувати функціональні можливості бджолиних сімей без виникнення звикання, накопичення патогенних мікроорганізмів та токсичних речовин [6]. Використання пробіотиків, особливо тих, що містять молочнокислі бактерії, ефективним є для підтримки здоров'я медоносних бджіл і пом'якшення негативного впливу пестицидів, позитивно впливає на ріст і розвиток сімей, що призводить до збільшення виробництва меду, покращення заготівлі пилку та збільшення кількості вирощеного розплоду [17].

Для заповнення дефіциту необхідних нутрієнтів у періоди відсутності природного медозбору використовують комплексні корми. Дослідження показують, що додавання вітамінів до підгодовілейних сумішей позитивно впливає на фізіологічні процеси бджіл [16]. Використання комплексних кормових сумішей з додаванням вітамінів дозволяє підтримувати оптимальний рівень харчування для забезпечення продуктивності сімей, їхнього нормального розвитку та здатності до успішної зимівлі [4]. Боярчук С.В. та ін. [1] у своїх дослідженнях підтвердили підвищення льотної пилкозбиральної активності бджіл, а також збільшення сили бджолиних сімей та кількості розплоду при використанні білково-вуглеводних підгодовілей для запилення плодового саду. Водночас, Ведмідь та ін. [3] встановили, що згодовування бджолиним сім'ям цукрового сиропу з біологічно активними речовинами, такими як «Глютам 2БМ» та «Наностимулін», сприяє інтенсифікації яйценосності.

Мета дослідження – дослідити вплив вітамінно-мінеральної підгодівлі на розвиток бджолиних сімей та яйценосність маток у ранньовесняний період.

Матеріал і методи дослідження. Науково-господарський дослід у бджолиних сім'ях було проведено відповідно до загальноприйнятих методик у бджільництві [2]. Для забезпечення достовірності результатів усі піддослідні сім'ї на початку досліді були вирівняні за силою, кількістю кормів та сформовані із відводків з однорічними матками-сестрами. Для проведення дослідження було сформовано дві групи бджолиних сімей за принципом пар-аналогів по 10 сімей у кожній. На момент формування відводки контрольної та дослідної груп у бджолиних сім'ях було по 2,5 кг бджіл, 8,0 кг кормового меду, запечатаного розплоду на 2 стільниках (160 квадратів) та 2 стільники з відкритим розплодом.

Умови утримання сімей у контрольній та дослідній групах були ідентичними, за винятком використання вітамінно-мінеральної добавки БіВіт у складі підгодівель для дослідних сімей.

Підгодівлю бджіл різними складом суміші здійснювалися восени та ранньої весни. Для цього бджолам згодовували цукровий сироп, який готувався з води і цукру у співвідношенні 1:1,5. Бджолам дослідної групи бджолиних сімей до цукрового сиропу додатково додавали вітамінно-мінеральну добавку БіВіт. Вітамінно-мінеральна добавка БіВіт у складі містить вітаміни: B1, B2, B3, B5, C, A, D, E, PP, макро- і мікроелементи: магній, залізо, кальцій, калій, мідь, кобальт, марганець, молібден, цинк, фтор. Для приготування препарату вміст пакетів з добавкою розчиняли у 50 мл теплої води, отримуючи концентрат, призначений для 50 бджолиних сімей. Згодом 1 мл цього концентрату змішували з 250 г цукрового сиропу, і бджолам згодовували по 50 г готового розчину на одну вуличку. Підгодівлю проводили невеликими порціями по 450 мл, через день, 7 разів, використовуючи стельову годівницю. Осінню підгодівлю бджіл проводили одразу після відкачування меду із соняшника.

Ефективність використання добавки у підгодівельній суміші визначали за показниками зимостійкості бджіл та весняного розвитку бджолиних сімей.

Яйценосність бджолиних маток визначалася на даними обліку кількості запечатаного розплоду, який проводився у ранньовесняний період, починаючи з 24 лютого по 2 квітня. Облік проводився через кожні 12 днів за допомогою рамки-сітки з розміром квадрата 5×5 см. Спочатку обраховували повні квадрати, потім – неповні, які сумували і переводили у повні. Далі математичним шляхом обраховували кількість яєць із розрахунку, що в 1 квадраті 100 бджолиних комірок.

Динаміку розвитку бджолиних сімей за площею запечатаного розплоду. Бджіл попередньо струшували зі стільників, після чого за допомогою рамки-сітки визначали площу розплоду за кількістю квадратів.

Силу бджолиних сімей оцінювали за кількістю вуличок у бджолиному гнізді.

Статистичну обробку одержаних цифрових даних проводили за допомогою програми MS Excel. При порівнянні досліджуваних показників та їх міжгрупових різниць використовували t-критерій Стюдента. Результати середніх значень вважали статистично значущими за $p < 0,05$.

Виклад основного матеріалу. Зимовий безоблітний період у річному циклі життєдіяльності бджолиної сім'ї є одним із критичних, оскільки його результати безпосередньо впливають на подальший весняно-літній розвиток сімей та їхню загальну продуктивність. Це залежить від правильної організації зміни осінньої генерації робочих бджіл.

Однією з умов успішної зимівлі бджолиних сімей є обмежена участь робочих бджіл осінньої генерації від переробки корму та вирощування пізнього розплоду, що значно знижує їхню життєздатність, призводить до передчасного зношення організму та підвищеного рівня відходу в зимовий період. Особливо виснажливою для молодих бджіл є функція вигодовування розплоду, яка негативно позначається на якісному складі зимового клубу та ослаблює бджолині сім'ї у весняний період.

У цьому контексті особливого значення набуває раціональна організація осінніх стимулюючих підгодівель. Результати численних досліджень і практичний досвід бджолярів свідчать про доцільність використання комплексних підгодівель, що містять біологічно активні компоненти [9]. Такі речовини здатні акумулюватися у жировому тілі бджіл, формуючи резерви, які необхідні для збереження метаболічної активності та забезпечення тривалої життєздатності бджолиної сім'ї в умовах зимівлі.

За результатами досліджень проведена осіння підгодівля бджіл цукровим сиропом з вітамінно-мінеральною добавкою БіВіт позитивно вплинула на хід зимівлі бджіл (табл. 2).

Таблиця 2

**Результати зимівлі бджіл за підгодівлі цукровим сиропом
з вітамінно-мінеральною добавкою БіВіт**

Показник	Група і варіанти підгодівлі	
	контрольна – цукровий сироп	дослідна – цукровий сироп + БіВіт
Сила сімей весною, вуличок	9,6±0,28	11,4±0,19
Витрати корму за зимовий період, кг	6,6±0,13	6,1±0,21
Навантаження задньої кишки екскрементами, мг	26,5±0,22	25,7±0,34
Маса робочих бджіл восени, мг	104,2±3,54	104,9±4,05
Маса робочих бджіл після зимівлі, мг	101,4±1,18	102,8±1,24

Результати досліджень показали, що бджолині сім'ї другої дослідної групи проявляли вищу активність й одразу після очисного обльоту вони почали приносити обніжжя, що свідчить про ранній початок весняного розвитку. Водночас, у бджолиних сім'ях першої групи, які в осінній період отримували підгодівлю у вигляді цукрового сиропу без біологічно активних добавок, спостерігалася значно вища витрата кормів – до 60,0% від загального запасу на зимівлю.

Застосування вітамінно-мінеральної добавки у складі підгодівлі в осінній період позитивно вплинуло на економне використання кормових ресурсів. Це пояснюється покращенням засвоєння поживних речовин з вуглеводного корму, що, у свою чергу, зменшило навантаження на травну систему бджіл, зокрема товсту кишку. У результаті, маса неперетравлених залишків у товстій кишці робочих бджіл першої групи становила в середньому 26,5±0,22 мг, тоді як у другій групі – 25,7±0,34 мг, що менше на 3,0%.

При зимівлі бджолиних сімей на волі сприятливо позначається на стані бджолиних сімей. Тут необхідно зазначити, що з появою теплих днів бджоли мають можливість здійснювати ранні очисні обльоти та прискорений розвиток бджолиних сімей навесні. Це сприяє збереженню функціональних якостей робочих бджіл у сім'ях. Жива маса робочих бджіл наприкінці зимівлі також була показником

повноцінності їхнього фізіологічного стану. Результати вивчення зміни маси у робочих бджіл у розрізі груп показало, що вони відрізняються наприкінці зимівлі. Найбільше зниження живої маси зафіксовано у бджіл першої групи – на 3,2 мг (від 104,2 до 101,0 мг), тоді як у другій групі втрата становила лише 2,1 мг.

Важливим показником готовності сімей до весняного розвитку був також рівень вирощування розплоду. Вивчення впливу добавки на рефлекс вирощування бджолиного розплоду у бджолиних сім'ях показало, що у групах різним. Вже на кінець березня площа запечатаного розплоду у другій групі перевищувала аналогічний показник у першій групі на 7,7%, що свідчить про вищу активність у розвитку сімей, які отримували біологічно збагачену підгодовівлю (табл. 3).

Таблиця 3

**Вплив добавки БіВіт у цукровому сиропі
на рефлекс вирощування розплоду бджолиними сім'ями**

Група і вид підгодовлі	Кількість запечатаного розплоду, квадратів			Сума за три обліки
	1.03	12.03	24.03	
Контрольна – цукровий сироп	91,0±0,48	172,0±1,18	183,0±2,32	446
Дослідна – цукровий сироп + БіВіт	98,0±0,57	188,0±2,14	197,0±2,07	483

До другого терміну обліку кількість запечатаного розплоду була вищою на 8,1%, до третього терміну ця відмінність склала 7,7%. При цьому кратність збільшення даного параметра порівняно з даними на початкову дату склала по контрольній групі у 2,01 раза, по дослідній – у 2,01 раза. Всього за березень бджолині сім'ї виростили по 446–483 квадрати розплоду. У дослідній групі зазначений показник вищий на 37 квадратів, або на 8,3%.

Для того щоб можна отримати товарний мед з весняних медоносів, то бджолині сім'ї повинні бути сильними, з достатньою кількістю розплоду та молодими робочими бджолами. У зв'язку з потеплінням період цвітіння ріпаку озимого в умовах Вінниччини у 2024 році припав на другу половину квітня. Отже, показники, які забезпечують можливість отримання максимальної продуктивності бджіл, мали б бути високими до першої декади квітня. Високий рівень кількості вирощеного розплоду, а також маси сім'ї навесні неможливо досягти без стимулюючих підгодовілей. Тому нами були проведені стимулюючі підгодовілі бджолиних сімей у кінці лютого.

Вивчення динаміки сили бджолиних сімей за варіантами досліду показало, що через 21 добу, до другого терміну спостережень, цей показник відрізняється у розрізі груп (табл. 4).

Результати вивчення інтенсивності відкладання бджолиною маткою яєць показали, що вони мають таку саму закономірність, як в динаміці запечатаного розплоду. Слід підкреслити, що на цей показник дуже вплинула застосовувана стимулююча підгодовля з включенням добавки (табл. 5). Так, за результатами проведених досліджень встановлено, що вищий рівень середньодобової яйценосності був у дослідній групі, де у складі стимулюючої підгодовілі використовували цукровий сироп у комплексі з вітамінно-мінеральною добавкою БіВіт.

На початку дослідження інтенсивність яйценосності бджолиних маток у дослідній групі становила 948,4±8,54 яєць/добу, що на 31,2 яєць/добу (або

на 3,4%) перевищувало показник контрольної групи. Це свідчить про ранню позитивну реакцію маток на наявність у підгодівлі повноцінного вітамінно-мінерального комплексу. Надалі, впродовж досліджуваного періоду, перевага дослідної групи зберігалася та навіть зростала. Станом на другу дату обліку показник у дослідній групі досяг $1795,4 \pm 11,23$ яєць/добу, що на 9,2% більше за контроль. На третю дату обліку розрив збільшився до 114,5 яєць/добу (5,1%), а на четверту дату становив вже 228,8 яєць/добу (10,1%) на користь дослідної групи.

Таблиця 4

**Сила бджолиних сімей за проведення стимулюючої підгодівлі
з вітамінно-мінеральною добавкою БіВіт**

Група і вид підгодівлі	Дати обліку, вуличок			
	24.02	17.03	8.04	у % до контролю
Контрольна – цукровий сироп	$7,2 \pm 0,21$	$9,5 \pm 0,39$	$12,8 \pm 0,25$	100,0
Дослідна – цукровий сироп + БіВіт	$7,2 \pm 0,17$	$12,8 \pm 0,28$	$15,1 \pm 0,31$	118

Таблиця 5

**Інтенсивність яйценосності бджолиних маток у сім'ях за проведення
стимулюючої підгодівлі з вітамінно-мінеральною добавкою БіВіт, яєць/добу**

Група і вид підгодівлі	Дати обліку			
	24.02	8.03	20.03	2.04
Контрольна – цукровий сироп	$917,2 \pm 9,15$	$1644,2 \pm 10,98$	$2224,7 \pm 13,42$	$2257,6 \pm 12,36$
Дослідна – цукровий сироп + БіВіт	$948,4 \pm 8,54$	$1795,4 \pm 11,23$	$2339,2 \pm 10,37$	$2486,4 \pm 11,22$

Таким чином, зростання інтенсивності яйценосності у бджолиних маток дослідної групи протягом дослідного періоду було стабільним і перевищувало відповідні показники контрольної групи в межах 3,4–10,1%.

Дані вивчення розвитку бджолиних сімей з динаміки запечатаного розплоду представлені таблиці 6.

Таблиця 6

**Динаміка запечатаного розплоду у бджолиних сім'ях за проведення
стимулюючої підгодівлі з вітамінно-мінеральною добавкою БіВіт, квадратів**

Група і вид підгодівлі	Дати обліку			
	8.03	20.03	2.04	14.04
Контрольна – цукровий сироп	$111,4 \pm 1,22$	$197,3 \pm 5,14$	$263,8 \pm 8,15$	$272,4 \pm 8,54$
Дослідна – цукровий сироп + БіВіт	$112,1 \pm 2,17$	$215,6 \pm 4,36$	$281,3 \pm 9,23$	$299,7 \pm 5,48$

На перший термін спостереження бджолині сім'ї контрольної та дослідної груп мали однаковий рівень вирощування розплоду. Так, у контрольній групі він становив 111,4 квадратів, у дослідній групі – 112,1 квадратів. Про вплив на рефлекс вирощування розплоду стимулюючих підгодівель вказувало на те, що за термінами спостережень вони відрізнялися в розрізі досліджених груп. Так у другому терміні спостережень спостерігалось суттєве зростання обсягу запечатаного розплоду у дослідній групі – до $215,6 \pm 4,36$ квадратів, що на 18,3 квадратів, або на 9,3% більше порівняно з контролем. Позитивна динаміка зберігалася і надалі. Так, станом на 2 квітня площа розплоду в дослідній групі перевищувала аналогічний показник контрольної групи на 17,5 квадратів, або на 6,7%. На завершальному етапі спостереження різниця між групами ще більше зростає. У дослідній групі площа запечатаного розплоду досягла $299,7 \pm 5,48$ квадратів, що на 27,3 квадратів, або на 10% перевищувало показник контрольної групи.

Висновки. Додавання вітамінно-мінеральної добавки «БіВіт» до стимулюючої підгодівлі бджолиних сімей позитивно впливає на фізіологічний стан бджіл та розвиток сімей у ранньовесняний період. У дослідній групі спостерігалось зростання площі запечатаного розплоду, яка на всіх етапах обліку перевищувала показники контрольної групи на 6,7–10,0%.

Інтенсивність яйценосності маток у дослідних сім'ях була вищою протягом усього періоду дослідження після весняної підгодівлі.

Проведення осінньої підгодівлі з «БіВіт» забезпечило кращу якість зимівлі бджіл. У дослідній групі відзначалося економніше використання кормів, менша маса неперетравлених залишків у товстій кишці (на 3,0% менше), а також менші втрати живої маси робочих бджіл за період зимівлі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Боярчук С.В., Адамчук Л.О., Пилипко К.В. Ефективність підгодівлі бджіл за використання на запиленні плодів культур. *Animal science and food technology*. 2020. Vol. 11. № 3. С. 5–21.
2. Броварський В.Д., Бриндза Ян, Отченашко В.В. Методика дослідної справи у бджільництві. Видавничий дім «Винниченко», 2017. 166 с.
3. Ведмідь І.В., Шеремета В.І., Каплуненко В.Г. Стимуляція яйценосності бджолиних маток біологічно активними речовинами. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво*. 2014. Вип. 2(1). С. 200–204.
4. Голубенко Т.Л., Разанова О.П., Капріца В.О. Ефективність мінерально-вітамінної добавки у розвитку бджолиних сімей восени та їх підготовці до зимівлі. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2024. № 139. Ч. 1. С. 182–189. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.139.1.24>
5. Засуха Ю. В., Адамчук Л. О., Антонів А. Д. Біологічно активні підгодівлі бджолиних сімей у весняний період. *Наукові доповіді НУБіП України. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2022. № 2 (96). <https://doi.org/10.31548/dopovid2022.02.006>
6. Ковальчук І.І., Андрощулік Р.Л. Застосування пробіотиків для підвищення життєздатності бджіл. Publishing House «Baltija Publishing». 2023. С. 41–59. DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-316-3-3>
7. Матяш Т. Смертність бджіл в Україні у 2024 році становила 20–25%, – Інститут бджільництва. https://lb.ua/society/2025/01/06/653971_smertnist_bdzhil_ukraini_2024_rotsi.html (дата звернення: 10.04.2025).
8. Недашківський В.М., Разанов С.Ф. Вплив весняного поповнення кормових запасів бджолиних сімей на виробництво ними квіткового пилку, перги та гомоге-

нату трутневих личинок. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2020. № 4. С. 157–162. doi: 10.31210/visnyk2020.04.19

9. Разанова О.П., Голубенко Т.Л. Продуктивність бджолиних сімей за стимулюючої підгодовівлі комплексними препаратами. *Аграрна наука та харчові технології*. 2018. Вип. 4 (103). С. 130–138.

10. Разанова О.П., Голубенко Т.Л., Скоромна О.І. Шляхи підвищення конкурентоспроможності галузі бджільництва у контексті євроінтеграційних процесів : монографія. Видавництво: ТОВ «Друк», 2023. 279 с.

11. Разанова О.П., Шульга Ю.І., Салюк О.О. Продуктивність бджолиних сімей у період підготовки до головного медозбору за впливу пробіотики. *Вісник Сумського національного аграрного університету (Тваринництво)*. 2022. Вип. 2 (49). С. 61–67. DOI: 10.32845/bsnau.lvst.2022.2.9.

12. Ansaloni L.S., Kristl J., Domingues C.E.C., Gregorc A. An Overview of the Nutritional Requirements of Honey Bees (*Apis mellifera* Linnaeus, 1758). *Insects*. 2025. Vol. 16(1). № 97. doi: 10.3390/insects16010097

13. de Groot G.S., Aizen M.A., Sáez A., Morales C.L. Large-scale monoculture reduces honey yield: The case of soybean expansion in Argentina. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2021. Vol. 306. № 107203. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107203>

14. Hu Y., Lu F., Yang H., Pan Q., Wu X. Effect of artificial sugar supplement on the lifespan and learning memory ability of honey bee (*Apis cerana*) worker bee offspring. *Journal of Economic Entomology*. 2024. Vol. 117(5). P. 1723–1728. doi: 10.1093/jeet/toae176

15. Kumar R., Agrawal O.P. Comparative performance of honeybee colonies fed with artificial diets in Gwalior & Panchkula region. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 2014. Vol. 2(4). № 104–7.

16. Moumeh B., Dolores Garrido M., Diaz P., Peñaranda I., Linares M. B. Chemical analysis and sensory evaluation of honey produced by honeybee colonies fed with different sugar pastes. *Food Science and Nutrition*. 2020. Vol. 8. P. 5823–5831. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1843>

17. Pradeep S., Thangaraj Edward J.Y.S., Angappan S., Murugaiyan S., Ramasamy S.V., Boopathi N.M. Lactic Acid Bacteria: A Probiotic to Mitigate Pesticide Stress in Honey Bee. *Probiotics Antimicrob Proteins*. 2025. Mar 17. doi: 10.1007/s12602-025-10507-4

18. Razanova O., Kucheriavy V., Tsaruk L., Lotka H., Novgorodska N. Productive flight activity of bees in the active period in the conditions of Vinnytsia region. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*. 2021. Vol. 9 (4). № 2138. DOI: 10.31893/jabb.21038.

19. Tawfik A.I., Ahmed Z.H., Abdel-Rahman M.F., Moustafa A.M. Influence of winter feeding on colony development and the antioxidant system of the honey bee, *Apis mellifera*. *Journal of Apicultural Research*. 2020. Vol. 59(5). P. 752–763. <https://doi.org/10.1080/00218839.2020.1752456>

20. Winkler K., Fuchs R., Rounsevell M., Herold M. Global land use changes are four times greater than previously estimated. *Nature Communications*. 2021. Vol. 12. № 2501. DOI:10.1038/s41467-021-22702-2

УДК 636.4:636.086

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.33>

ВПЛИВ АМІНОКИСЛОТ З РОЗГАЛУЖЕНИМ АЛІФАТИЧНИМ БІЧНИМ ЛАНЦЮГОМ (ВСАА) НА ІНТЕНСИВНІСТЬ РОСТУ МОЛОДНЯКУ СВИНЕЙ

Шило В.С. – аспірант кафедри годівлі та технології кормів імені П.Д. Пшеничного, Національний університет біоресурсів і природокористування України
orcid.org/0009-0008-2003-1281

Отченашко В.В. – д.с.-г.н., професор, професор кафедри годівлі та технології кормів імені П.Д. Пшеничного, Національний університет біоресурсів і природокористування України
orcid.org/0000-0003-0336-9340

Використання синтетичних амінокислот в годівлі свиней дозволяє зменшити витрати на годівлю та виведення азоту, зберігаючи за цього високу інтенсивність росту. Такі амінокислоти, як L-лізин, L-треонін, DL-метіонін, L-триптофан і L-валін, сьогодні широко використовуються у свинарстві. Однак, питання щодо їх нормування та оптимального співвідношення все ще залишається дискусійним. Після валіну, ізолейцин є наступною обмежуючою амінокислотою у раціонах свиней на основі кукурудзяно-соевого борошна. Однак, хоч валін і ізолейцин обмежують використання раціонів з кукурудзяно-соевим борошном з низьким вмістом сирого протеїну, лейцин зазвичай є в надлишку через його високу концентрацію в кукурудзі та її побічних продуктах. ВСАА структурно подібні та мають спільні початкові етапи катаболізму, тому надлишок однієї з цих амінокислот, особливо лейцину, може призвести до посилення деградації всіх трьох амінокислот. Для визначення оптимального рівня введення синтетичного ізолейцину у раціон молодняку свиней необхідно чітко розуміти метаболізм ВСАА, їх взаємодію між собою та вплив на інтенсивність росту свиней. Тому метою даного огляду був аналіз впливу ВСАА на інтенсивність росту молодняку свиней. Літературні дані демонструють переконливі докази виникнення негативних наслідків згодовування молодняку свиней високих рівнів лейцину, якщо рівень ізолейцину та/або валіну у раціоні є граничним або нижчим розрахункових потреб. Однак такий вплив на організм свиней за умови використання раціонів з достатнім або високим рівнем ізолейцину і валіну є менш відчутним. Крім того, також немає чіткого визначення того, де саме знаходиться точка розриву, тобто, за якого SID співвідношення лейцину до лізину порушується. Подібним чином, інші співвідношення між ВСАА не повністю вивчені. Крім того, описані у літературі дані засвідчили складність метаболізму амінокислот у молодняку свиней і важливість урахування потенційних взаємодій між амінокислотами під час проведення досліджень з визначення їх рекомендованих рівнів.

Ключові слова: ВСАА, валін, лізин, лейцин, ізолейцин, свині, інтенсивність росту, метаболізм.

Shylo V.S., Otchenashko V.V. The effect of branched-chain amino acids (BCAAs) on growth rate of young pigs

The use of synthetic amino acids in pig feeding allows to reduce feed costs and nitrogen excretion, while maintaining high growth rates. Amino acids such as L-lysine, L-threonine, DL-methionine, L-tryptophan and L-valine are widely used in pig production today. However, the question of their rationing and optimal ratio is still debatable. After valine, isoleucine is the next limiting amino acid in pig diets based on corn-soybean meal. However, although valine and isoleucine limit the use of corn-soybean meal diets with a low crude protein content, leucine is usually in excess due to its high concentration in corn and its by-products. BCAAs are structurally similar and have common initial stages of catabolism, therefore, an excess of one of these amino acids, especially leucine, can lead to increased degradation of all three amino acids. To determine the optimal level of synthetic isoleucine in the diet of young pigs, it is necessary to clearly understand the metabolism of BCAAs, their interaction with each other and the effect

on the growth rate of pigs. Therefore, the aim of this review was to analyze the effect of BCAAs on the growth rate of young pigs. Literature data demonstrate convincing evidence of negative consequences of feeding young pigs' high levels of leucine if the level of isoleucine and/or valine in the diet is marginal or below the calculated requirements. However, such effects on the body of pigs are less noticeable when using diets with sufficient or high levels of isoleucine and valine. In addition, there is also no clear definition of where exactly the breakpoint is, i.e. at what SID the leucine to lysine ratio is disturbed. Similarly, other ratios between BCAAs have not been fully studied. In addition, the data described in the literature have demonstrated the complexity of amino acid metabolism in young pigs and the importance of considering potential interactions between amino acids when conducting studies to determine their recommended levels.

Key words: BCAA, valine, lysine, leucine, isoleucine, pigs, growth rate, metabolism.

Актуальність теми дослідження. Складання раціонів з низьким вмістом сирого протеїну за підтримки достатнього запасу амінокислот шляхом додавання синтетичних амінокислот є загальноприйнятою практикою в годівлі свиней [1]. Використання синтетичних амінокислот зменшує витрати на годівлю та виведення азоту, зберігаючи за цього високу інтенсивність росту свиней [2]. Сьогодні L-лізин, L-треонін, DL-метіонін, L-триптофан і L-валін широко використовуються у свиноводстві. Після валіну, ізолейцин, ймовірно, є наступною обмежуючою амінокислотою у раціонах свиней на основі кукурудзяно-соевого борошна. Однак, хоч валін і ізолейцин обмежують використання раціонів з кукурудзяно-соевим борошном з низьким вмістом сирого протеїну, лейцин зазвичай є в надлишку через його високу концентрацію в кукурудзі та її побічних продуктах [3, 4]. ВСАА, такі як лейцин, ізолейцин і валін структурно подібні та мають спільні початкові етапи катаболізму. Таким чином, надлишок однієї з цих амінокислот, особливо лейцину, може призвести до посилення деградації всіх трьох амінокислот.

Постановка проблеми. Для визначення оптимального рівня введення синтетичного ізолейцину у раціон молодняку свиней необхідно чітко розуміти метаболізм ВСАА, їх взаємодію між собою та вплив на інтенсивність росту свиней. Тому метою даного огляду був аналіз впливу ВСАА на інтенсивність росту молодняку свиней.

Дослідження виконано в рамках державної наукової теми Міністерства освіти і науки України 04493706 № 0124U000924

Результати досліджень. У літературі надана досить обширна інформація щодо оцінки потреби молодняку свиней у окремих амінокислотах [5, 6]. Проте було проведено обмежену роботу з оцінки взаємодії між ВСАА в організмі поросят, що може мати важливі наслідки для інтерпретації результатів випробувань, які окремо оцінюють потребу в них. Крім того, рівнями ВСАА часто маніпулюють шляхом зміни профілів інгредієнтів раціонів, що змінює реакцію на ВСАА з іншими амінокислотами та поживними речовинами, такими як клітковина, і може сприяти варіабельності спостережуваних реакцій [7].

Щодо дослідження впливу на продуктивність молодняку свиней різних рівнів та співвідношень ВСАА Керн В.Д. з колегами [8] провели вивчення використання для поросят з початковою масою тіла 7 кг раціонів зі зростаючими рівнями висушених розпиленням клітин крові, які є інгредієнтом з дуже високою концентрацією лейцину і валіну та низькою концентрацією ізолейцину. Раціони містили 2,5 або 5,0 % клітин крові і доповнювалися L-ізолейцином або без нього. Свині, яких годували раціонами з 2,5 % клітин крові збагаченими або ні L-ізолейцином, мали подібні середньодобовий приріст, середньодобове споживання корму і співвідношення приросту маси тіла до корму. Однак свині, яких годували раціонами з 5 % клітин крові без L-ізолейцину, характеризувалися нижчими

зазначеними параметрами продуктивності. Включення L-ізолейцину до раціону з 5 % клітин крові призвело до ефективності, подібної до раціону 2,5 % клітин крові. Ці результати свідчать про те, що раціони з помірними рівнями лейцину можна згодовувати молодняку свиней без негативного впливу на інтенсивність росту за умови, що рівень ізолейцину введений понаднормово. Раціони з 136 % SID лейцин:лізин (2,5 % клітин крові) не впливали на продуктивність, а раціони з 150 % SID лейцин:лізин (5 % клітин крові) знижували інтенсивність росту свиней. Важливо зауважити, що 136 % SID лейцин:лізин раціони мали ізолейцин:лейцин на рівні або вище нормативного (52 % або 66 %), тоді як у раціоні з 150 % лейцин:лізин без додавання L-ізолейцину його рівень був нижче нормативного (46 % ізолейцин:лейцин).

У підсумку досліджень потреби свиней в ізолейцині, Htoo J. [9] зауважив, що в експериментах, де раціони для свиней містили високий вміст клітин крові і, як наслідок, високий SID лейцин:лізин, тобто більше 150 %, оцінені потреби SID ізолейцин:лізин були значно вищими, ніж у дослідженнях, де SID лейцин:лізин проводився на більш помірних рівнях (раціони, що не містять продуктів крові), незалежно від маси тіла свиней та їх генетичних особливостей. Дані 12 досліджень були об'єднані для створення рівняння регресії для оцінки потреби SID ізолейцин:лізин на основі SID лейцин:лізин. Рівняння припускає, що зі збільшенням рівня лейцину потреба в ізолейцині зростає пропорційно. Наприклад, у раціоні зі 110 % SID лейцин:лізин потреба в SID ізолейцин:лізин становитиме близько 54 %, а якщо SID лейцин:лізин становить 200 %, потреба в SID ізолейцину зростає до 61 % від лізину. Однак слід визнати, що рівняння регресії було побудовано з даними для різних класів свиней, від 6 до 113 кг маси тіла, і немає достатніх доказів на підтримку порівняння реакції різних класів свиней на BCAA. Однак, не дивлячись на те, що рівняння регресії може бути корисним з практичної точки зору, статистичні процедури, використані для його отримання, не були описані.

За даними Gloaguen M. з колегами [10], які досліджували раціони для молодняку свиней з початковою масою тіла 11,3 кг зі збільшенням SID лейцин:лізин від 80 до 130 % і співвідношенням ізолейцин:лізин 52 %, 80 % SID лейцин:лізин знижує середньодобове споживання корму та середньодобові прирости маси тіла. Однак авторами не було виявлено жодних доказів відмінностей між застосуванням 90 і 130 % SID лейцин:лізин. Це вказує на те, що зниження рівня лейцину в раціоні на 10 % порівняно нормативом NRC [3] не впливає на інтенсивність росту молодняку свиней. Крім того, 130 % SID лейцин:лізин було недостатньо для зменшення споживання корму. Також слід зауважити, що SID ізолейцин:лізин у цьому дослідженні не перевищував і був дуже близьким до розрахункової потреби для молодняку свиней. В іншому дослідженні Gloaguen M. і ін. [11] вивчали потреби SID валін:лізин у молодняку свиней з початковою масою тіла 12,1 кг за умови надлишку лейцину (169 % SID лейцин:лізин). Встановлена авторами розрахункова потреба свиней в SID валін:лізин становила 72 %, вище вимог NRC [3]. Однак дані результати були підтверджені спостереженням, проведеному в тій самій лабораторії з використанням раціонів зі 118 % SID лейцин:лізин, а також іншими дослідженнями рівнів SID валін:лізин із помірними рівнями SID лейцин:лізин [12]. Таким чином, 169 % SID лейцин:лізин було недостатньо, щоб спричинити збільшення потреби у валіні для молодняку свиней.

Wiltasfky M.K. і ін. [13] також провели два експерименти із використання для молодняку свиней раціонів з високим співвідношенням SID лейцин:лізин в діапазоні від 102 до 204 % або від 99 до 198 %. В обох дослідях раціони були

граничними для ізолейцину (44 % SID ізолейцин:лейцин) або валіну (55 % SID валін:лізин), відповідно. В обох експериментах спостерігалось лінійне зниження середньодобового споживання корму та середньодобових приростів маси тіла у відповідь на збільшення SID лейцин:лізин. На відміну від висновків зазначених Gloaguen M. з колегами [10, 11], автори спостерігали значне зниження споживання корму навіть із проміжним SID лейцин:лізин, тобто приблизно на 150 %. Можна припустити, що Wiltasfky M.K. і ін. [13] спостерігали зниження споживання корму за нижчого рівня SID лейцин:лізин, оскільки раціони містили обмежені рівні ізолейцину або валіну, що посилювало вплив надлишку лейцину.

Duan Y.H. з колегами [14] досліджували вплив співвідношень BCAА в раціоні на інтенсивність росту молодняку свиней, а саме порівнювали раціони з 20 % сирого протеїну і співвідношенням лейцин:ізолейцин:валін – 1,0:0,51:0,63 і раціони з 17 % сирого протеїну із співвідношеннями 1,0:1,0:1,0, або 1,0:0,75:0,75, або 1,0:0,51:0,63, або 1:0,25:0,25. Автори виявили, що зниження рівня сирого протеїну з 20 % до 17 % за збереження співвідношення лейцин:ізолейцин:валін 1,0:0,51:0,63 не вплинуло на інтенсивність росту молодняку свиней. Свині, яких годували раціоном із співвідношенням BCAА 1,0:0,25:0,25, характеризувалися найнижчою інтенсивністю росту. Однак важливо зауважити, що співвідношення 1,0:0,25:0,25 характеризувалось 200 % SID лейцин:лізин, але лише 50 % SID ізолейцин:лізин і 50 % SID валін:лізин, що набагато нижче нормативів NRC [3]. Навпаки, всі інші раціони також мали помірно високий SID лейцин:лізин, але рівні ізолейцину та валіну значно перевищували розрахункову потребу. Це підтверджує той факт, що негативний вплив високого вмісту лейцину у раціоні більш очевидний за умови дефіциту BCAА порівняно з нормативними рівнями NRC [3].

Даних щодо впливу BCAА на продуктивність молодняку свиней на фінішних етапах вирощування у літературі обмаль. Зокрема, Morales A. зі співавторами [15] досліджували вплив на організм підростаючих свиней з початковою масою тіла 31,8 кг раціону з 99 % SID лейцин:лізин, 58 % SID ізолейцин:лізин і 73 % SID валін:лізин, раціону з додаванням L-лейцину (137 % SID лейцин:лізин, 58 % SID ізолейцин:лізин і 73 % SID валін:лізин) або раціону з додаванням з L-лейцину, L-ізолейцину і L-валіну (133 % SID лейцин:лізин, 74 % SID ізолейцин:лізин і 95 % SID валін:лізин). Науковцями не було виявлено жодних відмінностей щодо інтенсивності росту молодняку свиней залежно від рівня та співвідношення BCAА у їх раціоні, що вказує на те, що 137 % SID лейцин:лізин було недостатньо, щоб спровокувати зменшення споживання корму у свиней. Однак важливо визнати, що рівні як ізолейцину, так і валіну у раціонах перевищили нормативні рівні NRC [3].

Hyun Y. та ін. [16] вивчали вплив на фінішних етапах вирощування молодняку свиней з початковою масою тіла 78,4 кг застосування раціонів з кукурудзяно-соевим шротом (171 % SID лейцин:лізин) або кукурудзяно-соевим шротом з додаванням 2,1 % L-лейцину (424 % SID лейцин:лізин). Інші співвідношення були 66 % SID ізолейцин:лейцин, 20 % SID триптофан:лізин, 66 % SID метіонін і цистин:лізин і 62 % SID треонін:лізин. Свині, яких годували раціонами з додаванням L-лейцину, характеризувалися значно нижчим середньодобовим приростом маси тіла, але не було виявлено відмінностей у середньодобовому споживанні корму. Важливо відзначити, що рівні лейцину у раціоні з додаванням L-лейцину були надзвичайно високими і не відповідали нормативним рівням NRC [3]. У завершальному дослідженні Hyun Y. з колегами [17] вивчали вплив на продуктивність свиней на заключній стадії їх вирощування використання раціонів у структурі факторної обробки 2×3 з двома рівнями SID лізину (0,5 або 0,7 %) і трьома рівнями SID

лейцину (1, 2 або 3 %). Дослідні раціони базувалися на кукурудзяно-соевому шроті з включенням кормових L-лізину і L-лейцину у співвідношеннях лейцин:лізин 218, 365 і 501 % з 0,5 % лізину і 166, 244 і 330 % з 0,7 % лізину. Інші рівні амінокислот були вищими за розрахункову потребу. Авторами виявлено, що рівні лізину та лейцину не вплинули на інтенсивність росту свиней. Навіть найвищий SID лейцин:лізин, а саме 501 % не вплинув на середньодобове споживання корму. У нещодавніх висновках Yang J. з колегами [18] рекомендують рівень потреби SID лізину для свиней живою масою 15–30 кг – 0,760 % (8,60 г/день), 30–50 кг – 0,628 % (11,85 г/день), 50–90 кг – 0,553 % (16,21 г/день), що сприяє підвищенню швидкості росту, засвоюваності поживних речовин і виходу нежирного м'яса.

За даними Rojo A. [19], який вивчав використання в годівлі свиней з початковою масою тіла 42,4 кукурудзяно-соевого шроту з додаванням L-лейцину, L-лейцину та L-ізолейцину та відразу всіх ВСАА – L-лейцину, L-ізолейцину та L-валіну, співвідношення SID лейцин:лізин, SID ізолейцин:лізин і SID валін:лізин становили 128, 61 і 68 % у контролі; 192, 61 і 68 % з додаванням L-лейцину; 192, 62 і 68 % з додаванням L-лейцину та L-ізолейцину, і 192, 62 та 74 % з додаванням L-лейцину, L-ізолейцину і L-валіну. Співвідношення триптофан:лізин становило 18 % для всіх раціонів. Автор зазначає виявлене зниження середньодобових приростів маси тіла у свиней за використання всіх дослідних раціонів. Однак не було встановлено відмінностей у споживанні свинями корму залежно від додавання ВСАА до раціону, що узгоджується з результатами Hyun Y. з колегами [17].

У літературі представлено ряд досліджень щодо оцінки впливу збільшення вмісту розчинних речовин у висушених дистиляторних зернах для молодняку свиней на дорощуванні. Хоча дані раціони не були розроблені для експериментального вивчення впливу ВСАА на продуктивність молодняку свиней, отримані дані можуть бути використані для оцінки ефекту збільшення SID лейцин:лізин через амінокислотний профіль сушених дистиляторних зерен. Їх збільшення у раціоні також призводить до високого вмісту валіну та ізолейцину, але не до такої міри, як лейцину. Так, Whitney M.H. та ін. [20] досліджували використання для годівлі дорослих свиней з початковою масою тіла 28,4 кг раціонів з додаванням 0, 10, 20 або 30 % висушених дистиляторних зерен. Співвідношення SID лейцин:лізин не було вказано, але його можна оцінити в діапазоні від ~150 % до > 250 %, залежно від фази годівлі. Загалом не було виявлено відмінностей у середньодобовому споживанні свинями корму, хоча включення зерна лінійно зменшувало середньодобові прирости маси тіла та співвідношення приростів маси тіла до спожитого корму. Це свідчить про те, що високий SID лейцин:лізин у цих раціонах не впливав на споживання корму. Спостережуване зниження середньодобових приростів маси тіла та співвідношення приростів маси тіла до спожитого корму могло бути спричинене переоцінкою вмісту амінокислот і засвоюваності або недооцінкою рівня енергії джерела висушених дистиляторних зерен. У дослідженні Graham A.B. і ін. [21], для годівлі свиней з початковою масою тіла 46,1 кг використовували раціони з додаванням 0, 20 або 40 % висушених дистиляторних зерен. Включення L-лізину HCl було збільшено у раціонах зі збільшенням рівня введення зерна. SID лейцин:лізин коливався від ~150 % до 250 %, залежно від фази годівлі. Подібно як і у вищеописаних дослідженнях Whitney M.H. та ін. [20], введення високих рівнів висушених дистиляторних зерен не мало жодного негативного впливу на середньодобове споживання свинями корму. Виявляється, що високі рівні висушеного дистиляторного зерна можна використовувати без негативного впливу на параметри продуктивності свиней [22]. Незрозуміло, чому високі рівні лейцину не так

сильно впливають на споживання корму в кінці вирощування свиней порівняно зі стартерними та гроверними фазами. Можна припустити, що в доступних дослідженнях валін та ізолейцин також знаходяться на достатньо високому рівні, щоб зменшити негативний вплив загостреного катаболізму, викликаного надмірним рівнем лейцину. Однак важливо відзначити, що економічно ефективні практичні раціони наразі складаються з високим вмістом синтетичних амінокислот для заміни неушкоджених джерел білка, а також альтернативних інгредієнтів, таких як, наприклад, висушене дистиляторне зерно. Використовуючи цю стратегію, раціони можуть бути сформульовані з рівнями валіну та ізолейцину, близькими до розрахункової потреби, тоді як рівень лейцину може коливатися до значень, що значно перевищують розрахункову потребу, і потенційно можуть вплинути на інтенсивність росту молодняку свиней.

У нещодавніх дослідженнях Humphrey D.C. з колегами [7] вивчали вплив на організм свиней різних рівнів BCAА, виражених як співвідношення до SID лізину, що коливалися від 98 до 180 %, від 46 до 64 % і від 51 до 78 % для лейцину, ізолейцину і валіну відповідно. Автори виявили, що валін лінійно впливає на середньодобовий приріст живої маси поросят та співвідношення приросту до корму, незалежно від рівнів лейцину та ізолейцину у раціоні, тоді як дані господарськи корисні ознаки були знижені за використання високих рівнів лейцину та ізолейцину. Крім того, на середньодобове споживання корму негативно вплинуло збільшення рівня лейцину за умови, що рівень валіну був нижчим від рекомендованого NRC [3]. Водночас, середньодобове споживання корму не змінилося за збільшення рівня лейцину з додаванням вищих рівнів валіну. Дані результати засвідчили складність метаболізму амінокислот у молодняку свиней і важливість урахування потенційних взаємодій між амінокислотами під час проведення досліджень з визначення їх рекомендованих рівнів.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Існують переконливі докази виникнення негативних наслідків згодовування молодняку свиней високих рівнів лейцину, якщо рівень ізолейцину та/або валіну у раціоні є граничним або нижчим розрахункових потреб. Однак такий вплив на організм свиней за умови використання раціонів з достатнім або високим рівнем ізолейцину і валіну є менш очевидним. Крім того, також немає визначення того, де саме знаходиться точка розриву, тобто, за якого SID співвідношення лейцин:лізин порушується. Подібним чином, інші співвідношення між BCAА не повністю вивчені.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Eugenio F.A., van Milgen J., Duperray J., Sergheraert R., Le Floch N. Feeding intact proteins, peptides, or free amino acids to monogastric farm animals. *Amino Acids*. 2022. Vol. 54. P. 157–168. doi:10.1007/s00726-021-03118-0
2. Cemin H.S., Tokach M.D., Woodworth J.C., Dritz S.S., DeRouchey J.M., Goodband R.D. Branched-chain amino acid interactions in growing pig diets. *Translational Animal Science*. 2019. Vol. 3(4). P. 1246–1253. doi:10.1093/tas/txz087
3. NRC. Nutrient requirements of swine. 11th rev. ed. Washington, DC: National Academic Press, 2012.
4. Park C., Adeola O. Digestibility of amino acids in fish meal and blood-derived protein sources fed to pigs. *Animal Bioscience*. 2022. Vol. 35(9). P. 1418–1425. doi:10.5713/ab.21.0437
5. Chae B., Poaty Ditengou J.I.C., Lee A.-L., Tak J., Cheon I., Choi N.-J. An Estimation of the Requirements of the Standardized Ileal Digestible Tryptophan, Valine, Isoleucine and Methionine on Young Pigs' (Up to 50 kg) Feed Efficiency: A Meta-Regression Analysis. *Animals*. 2024. Vol. 14(19). P. 2884. doi:10.3390/ani14192884

6. Goodarzi P., Wileman C.M., Habibi M., Walsh K., Sutton J., Shili C.N., Chai J., Zhao J., Pezeshki A. Effect of Isoleucine and Added Valine on Performance, Nutrients Digestibility and Gut Microbiota Composition of Pigs Fed with Very Low Protein Diets. *International Journal of Molecular Sciences*. 2022. Vol. 23. P. 14886. doi:10.3390/ijms232314886
7. Humphrey D.C., Haydon K., Greiner L.L. Evaluation of branched-chain amino acid interactions in 10 to 20 kg nursery pigs using a central composite design, *Journal of Animal Science*. 2023. Vol. 101. P. skad253. doi:10.1093/jas/skad253
8. Kerr B.J., Kiddt M.T., Cuaron J.A., Bryant K.L., Parr T.M., Maxwell C.V., Weaver E. Utilization of spray-dried blood cells and crystalline isoleucine in nursery pig diets. *Journal of Animal Science*. 2004. Vol. 82. P. 2397–2404. doi:10.2527/2004.8282397x
9. Htoo J. Requirements and optimum dietary branched-chain amino acids to lysine ratios for pigs. *AMINOnews*. 2012. Vol. 16. P. 1–15. https://animal-nutrition.evonik.com/product/feed-additives/downloads/aminonews_2016_2_special_edition_valamino_en.pdf
10. Gloaguen M., Le Floch N., Primot Y., Corrent E., van Milgen J. Response of piglets to the standardized ileal digestible isoleucine, histidine and leucine supply in cereal–soybean meal-based diets. *Animal*. 2013. Vol. 7. P. 901–908. doi:10.1017/S1751731112002339
11. Gloaguen M., Le Floch N., Brossard L., Barea R., Primot Y., Corrent E., and van Milgen J. Response of piglets to the valine content in diet in combination with the supply of other branched-chain amino acids. *Animal*. 2011. Vol. 5. P. 1734–1742. doi:10.1017/S1751731111000760
12. Clark A.B., Tokach M.D., DeRouchey J.M., Dritz S.S., Goodband R.D., Woodworth J.C., Touchette K.J., Bello N.M. Modeling the effects of standardized ileal digestible valine to lysine ration on growth performance of nursery pigs. *Translational animal science*. 2017. Vol. 1. P. 448–457. doi:10.2527/tas2017.0049
13. Wiltasfky M.K., Pfaffl M.W., Roth F.X. The effects of branched-chain amino acid interactions on growth performance, blood metabolites, enzyme kinetics and transcriptomics in weaned pigs. *British Journal of Nutrition*. 2010. Vol. 103. P. 964–976. doi:10.1017/S0007114509992212
14. Duan Y.H., Zeng L.M., Li F.N., Li Y.H., Tan B.E., Ji Y.J., Kong X.F., Tang Y.L., Zhang Y.Z., Yin Y.L. Effects of dietary branched-chain amino acid ratio on growth performance and serum amino acid pool of growing pigs. *Journal of Animal Science*. 2016. Vol. 94. P. 129–134. doi:10.2527/jas.2015–9527
15. Morales A., Arce N., Cota M., Buenabad L., Avelar E., Htoo J.K., Cervantes M. Effect of dietary excess of branched-chain amino acids on performance and serum concentrations of amino acids in growing pigs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2016. Vol. 100. P. 39–45. doi:10.1111/jpn.12327
16. Hyun Y., Ellis M., McKeith F.K., Baker D.H. Effect of dietary leucine level on growth performance, and carcass and meat quality in finishing pigs. *Canadian Journal of Animal Science*. 2003. Vol. 83. P. 315–318. doi:10.4141/A02-035
17. Hyun Y., Kim J. D., Ellis M., Peterson B.A., Baker D.H., McKeith F.K. Effect of dietary leucine and lysine levels on intramuscular fat content in finishing pigs. *Canadian Journal of Animal Science*. 2007. Vol. 87. P. 303–306. doi:10.4141/CJAS06042
18. Yang J., Huo B., Wang K., Hu X., Zhang L., Li H., Huang L., Tang J., Li J., Lin Y., Xu S., Che L., Tian G., Feng B., Wu D., Fang Z. Effects of dietary lysine levels on growth performance, nutrient digestibility, serum metabolites, and carcass and meat quality of Yacha pigs. *Italian Journal of Animal Science*. 2022. Vol. 21. P. 1593–1603. doi:10.1080/1828051X.2022.2123284
19. Rojo A. Evaluation of the effects of branched chain amino acids and corn-distillers dried grains by-products on the growth performance, carcass and meat quality characteristics of pigs [PhD dissertation]. Urbana: University of Illinois at Urbana-Champaign, 2011.

20. Whitney M.H., Shurson G.C., Johnston L.J., Wulf D.M., Shanks B.C. Growth performance and carcass characteristics of grower-finisher pigs fed high-quality corn distillers dried grain with solubles originating from a modern midwestern ethanol plant. *Journal of Animal Science*. 2006. Vol. 84. P. 3356–3363. doi:10.2527/jas.2006-099
 21. Graham A.B., Goodband R.D., Tokach M.D., Dritz S.S., DeRouchey J.M., Nitikanchana S., Updike J.J. The effects of low-, medium-, and high-oil distillers dried grains with solubles on growth performance, nutrient digestibility, and fat quality in finishing pigs. *Journal of Animal Science*. 2014. Vol. 92. P. 3610–3623. doi:10.2527/jas.2014-7678
 22. Jang J.C., Zeng Z., Urriola P.E., Shurson G.C. Effects of feeding corn distillers dried grains with solubles diets without or with supplemental enzymes on growth performance of pigs: a meta-analysis. *Translational Animal Science*. 2021. Vol. 5(2). P. txab029. doi:10.1093/tas/txab029
-

ЕКОЛОГІЯ, ІХТІОЛОГІЯ ТА АКВАКУЛЬТУРА

ECOLOGY, ICHTHYOLOGY AND AQUACULTURE

УДК 639.3

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.34>

РЕЗУЛЬТАТИ ВИРОЩУВАННЯ КОРОПА (*CYPRINUS CARPIO*) ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ПАСОВИЩНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ У СТАВАХ 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 наведено результати проведених сучасних досліджень вирощування коропа (*Cyprinus carpio*) у ставах діючого господарства на півдні України із застосуванням пасовищної технології. При проведенні досліджень основна увага приділялася особливостям вирощування посадкового матеріалу коропа за пасовищною технологією. Зверталася увага на щільність посадки риби та застосування інтенсифікаційних заходів, зокрема на кількість внесення органічних та мінеральних добрив і як наслідок на результат впливу технологічних умов на кінцеві показники вирощування коропа. Результати отриманих показників були проаналізовані щодо вимог, які висуваються до рибопосадкового матеріалу коропових, який вирощується у даному господарстві загалом та для вселення його у природні водойми зокрема. У результаті проведених досліджень було встановлено, що при вирощуванні рибопосадкового матеріалу у господарстві були отримані дволітки коропа (*Cyprinus carpio*) з широкими рибопродукційними показниками. Вихід з вирощування коропа (*Cyprinus carpio*) по варіантах коливався у широких межах і складав 28,2–57,6 %. Середня маса знаходилася у межах від 110,0 до 143,0 г. Рибопродуктивність коропа (*Cyprinus carpio*) перебувала у широкому діапазоні і дорівнювала 18,71–79,55 кг/га.

Проведені дослідження з вивчення вирощування коропа (*Cyprinus carpio*) за пасовищною технологією у рибничих ставах господарства свідчать про те, що за розглянутий період досліджень екологічні та технологічні умови вирощування у господарстві були задовільними і не створювали загрозливих ситуацій, сприятливо впливаючи на ріст коропових риб. Загалом, результати вирощування коропа (*Cyprinus carpio*) були задовільними, а отриманий рибопосадковий матеріал дволіток загалом відповідав стандартним величинам (маса вище 100 г), був якісним і придатним для подальшого вселення і зимівлі в природних водоймах пониззя Дніпра зокрема. Аналіз еколого-технологічних зв'язків 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.

Ключові слова: короп (*Cyprinus carpio*), щільність посадки, органічні та мінеральні добрива, вихід з вирощування, маса, рибопродуктивність.

Loshkova Yu.M. Results of carp (*Cyprinus carpio*) farming using pasture technology in ponds of Southern Ukraine

The article presents the results of modern research on the cultivation of carp (*Cyprinus carpio*) in the ponds of an active farm in the south of Ukraine using pasture technology. When conducting research, the main attention was paid to the peculiarities of growing carp planting material using pasture technology. Attention was drawn to the density of planting and the application of intensification measures, in particular to the amount of organic and mineral fertilizers applied and, as a result, to the result of the influence of technological conditions on the final indicators of carp cultivation. The results of the obtained indicators were analyzed in relation to the requirements that are put forward to the stocking material of carp, which is grown in this farm in general and for its introduction into natural reservoirs in particular. As a result of the conducted research, it was established that during the cultivation of fish planting material in the farm, two-year-old carp (*Cyprinus carpio*) with wide fish production indicators were obtained. The yield from the cultivation of carp (*Cyprinus carpio*) varied widely and amounted to 28,2–57,6%. The average weight ranged from 110,0 to 143,0 g. Fish productivity of carp (*Cyprinus carpio*) was in a wide range and was equal to 18,71–79,55 kg/ha.

The conducted studies on the cultivation of carp (*Cyprinus carpio*) using pasture technology in the farm's fish ponds indicate that during the considered period of research, the ecological and technological conditions of cultivation in the farm were satisfactory and did not create threatening situations, having a favorable effect on the growth of carp fish. In general, the results of carp (*Cyprinus carpio*) cultivation were satisfactory, and the obtained two-year-old stocking material generally corresponded to standard values (weight above 100 g), was of high quality and suitable for further settlement and wintering in natural reservoirs below the Dnieper, in particular. The analysis of ecological-technological relationships showed the existence of a significant correlation according to certain indicators, which allows us to further use the obtained array of data 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 Dnieper.

Key words: carp (*Cyprinus carpio*), planting density, organic and mineral fertilizers, output from cultivation, weight, fish productivity.

Постановка проблеми. Показником ефективної діяльності ставового господарства є значення рибопродуктивності ставів, яка обумовлена отриманою середньою масою риби та відсотком виходу з вирощування об'єктів рибиництва. Короп (*Cyprinus carpio*) є типовим представником ставової аквакультури України, який має високі потенційні показники росту та добрі смакові якості. Головним завданням ставового господарства, де нами були проведені дослідження, є отримання планової кількості високоякісного рибопосадкового матеріалу коропа (*Cyprinus carpio*) при використанні пасовищної технології вирощування, за рахунок природної кормової бази, внесення органо-мінеральних добрив, та без застосування годівлі штучними кормами для подальшого вселення у природні водойми пониззя Дніпра. У цьому зв'язку сьогодні через складне економічне положення країни має свою актуальність вивчення питання отриманих результатів вирощування коропа у ставах господарства півдня України саме за пасовищною технологією [1–3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженнями вивчення вирощування коропа як рибопосадкового матеріалу займалась велика кількість науковців впродовж багатьох років. Питання вивчення вирощування коропових риб у ставах не перестав бути актуальним і сьогодні у зв'язку із метою удосконалення наявних технологій, покращення отриманих результатів вирощування та набуття нових можливостей господарств.

Останні дослідження присвячені визначенню екологічного стану рибогосподарських ставів при вирощуванні коропових риб у Херсонській області показали, що 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, тобто у межах нормативних

вимог. Середнє значення рН за сезон дорівнювало 7,4–8,0, що в цілому є в межах норми. В окремі періоди сезону у ставах був напружений газовий режим і виникла негайна потреба в проведенні заходів по покращенню їх екологічного стану. Середньосезонна біомаса фітопланктону у ставах складала 18,1–31,9 г/м³, зоопланктону – 0,6–2,1 г/м³, зообентосу – 0,9–5,1 г/м², що свідчить про достатній рівень забезпечення природним кормом корошових риб. Виконані спеціальні дослідження у цілому свідчать про задовільний стан води у ставах господарства [4].

Отримані результати з вивчення рибничо-біологічних особливостей коропа (*Cyprinus carpio*) при зарибленні природних водойм пониззя Дніпра показали, що середня маса дволіток коропа у кінці вирощування була 75–159 г, що відповідало вимогам до рибопосадкового матеріалу для вселення у природні водойми і досягненню поставленої задачі підприємством. Коефіцієнти вгодованості дволіток коропа були на рівні від 1,82 до 2,34, які можна вважати задовільними, і такими, що можуть забезпечити хороший вихід рибопосадкового матеріалу із зимівлі у природних водоймах. Тому вирощений рибопосадковий матеріал коропа готовий до зариблення природних водойм і зимівлі у них, і при цьому у господарстві були створені раціональні умови вирощування [5].

Дослідження, присвячені вирощуванню коропа у ставах за пасовищною технологією в умовах півдня України показали, що фізико-хімічні параметри води дослідних ставів знаходяться в межах рибоводних нормативів, динаміка біомаси складових кормової бази свідчить про наявність у вирощуваних риб відповідних адаптивних властивостей, які будуть реалізовані під час нагулу в умовах пониззя Дніпра [6].

Дослідження стану дволіток корошових риб для зариблення водойм пониззя Дніпра за гематологічними показниками показали, що показники крові дволіток корошових знаходилися у межах допустимих величин і характеризували їх як здорових особин готових до подальшого зариблення природних водойм. Досліджені показники крові знаходилися у межах допустимих величин, що свідчить про відсутність в організмі риб запальних процесів та хворобливого стану [7].

Матеріали і методи дослідження. Дослідження були проведені упродовж 5 вегетаційних сезонів у ставах з вирощування риби другого порядку Херсонського виробничо-експериментального заводу з розведення молоді частикових видів риб. Об'єктом досліджень виступав основний представник ставового рибництва, а саме короп (*Cyprinus carpio*). Дослідження були проведені на 24 ставах, які були згруповані у 8 варіантів, кожен з трьома повторностями у відповідності за кількістю внесення органічних і мінеральних добрив. Отримані результати вирощування коропа (*Cyprinus carpio*) у даній публікації були усереднені та проаналізовані за основними показниками, а саме: середньою масою, відсотком виходу з вирощування та рибопродуктивністю.

Результати досліджень. При вирощуванні рибопосадкового матеріалу коропа (*Cyprinus carpio*) у ставах господарства за пасовищною технологією слід відмітити, що гідрохімічні показники ставів відповідали існуючим рибницько-біологічним нормам для вирощування посадкового матеріалу корошових риб, а гідробіологічний режим знаходився на задовільному рівні і забезпечував необхідною кількістю кормових організмів рибопосадковий матеріал.

При вирощуванні рибопосадкового матеріалу у господарстві були отримані дволітки коропа (*Cyprinus carpio*) з широкими рибопродукційними показниками. За отриманими кінцевими результатами вирощування коропа (*Cyprinus carpio*), слід відмітити, що у розрізі варіантів були помічені певні відмінності та коливання показників, що обумовлено технологічними особливостями вирощування,

серед яких значиме місце належить застосуванню інтенсифікаційних заходів, зокрема внесенню органічних і мінеральних добрив. У цілому ж, за весь період досліджень отримані результати з вирощування дволіток коропа (*Cyprinus carpio*) різнилися по роках і по варіантах.

Аналізуючи результати вирощування рибопосадкового матеріалу у межах варіантів, слід відмітити, що були отримані дволітки коропа (*Cyprinus carpio*), маса яких коливалася по ставах у межах 106,0–152,0 г, а середні величини за варіантами відповідно складали 110,0 (варіант VI) – 143,0 (варіант V) г (табл. 1). При цьому відповідно до завдання даного господарства з отримання дволіток коропа (*Cyprinus carpio*) і орієнтуючись на нормативні показники [8], то середня маса має складати 100–150 г. Тому можна відмітити, що отримана маса дволітнього посадкового матеріалу коропа (*Cyprinus carpio*) сповна відповідає як нормативним значенням, так і завданням господарства.

Таблиця 1

Результати вирощування коропа (*Cyprinus carpio*) у ставах за варіантами

№ варіанту	Посаджено		Виловлено		Вихід, %	Рибопродуктивність, кг/га
	екз./га	середня маса, г	екз./га	середня маса, г		
I	3036,2	20,0	1257,0	111,0	41,4	79,55
II	2207,6	39,0	1240,1	127,0	56,2	68,61
III	1881,0	41,0	1084,2	120,0	57,6	55,75
IV	1229,3	30,0	674,8	121,0	54,9	44,10
V	1666,7	52,0	875,5	143,0	52,5	34,37
VI	1704,2	34,0	762,1	110,0	44,7	28,91
VII	2740,4	29,0	773,1	126,0	28,2	22,98
VIII	2293,1	39,0	848,0	127,0	37,0	18,71
Норматив [8]	1250,0	20,0–25,0	1000,0	100–150,0	80,0	200,0–300,0

Рибопродуктивність дволітнього посадкового матеріалу знаходилась у дуже широких межах, і для коропа (*Cyprinus carpio*) середні величини за варіантами становили 18,71 (варіант VIII) – 79,55 (варіант I) кг/га. При цьому відсоток виходу з вирощування коропа у середньому за варіантами коливався від 28,2% (варіант VII) – 57,6% (варіант III) (табл. 1).

Слід відмітити, що на результати вирощування, зокрема на рибопродуктивність, свій вплив мали технологічні особливості вирощування, а саме щільність посадки та рівень внесення органічних і мінеральних добрив. У I варіанті, де щільність посадки складала 3036,2 тис. екз./га, та за удобрення ставів перегноєм з розрахунку 4678,2 кг/га, аміачною селітрою – 123,1 кг/га і суперфосфатом – 36,5 кг/га отримали рибопродуктивність дволітнього посадкового матеріалу коропа на рівні 79,55 кг/га, яка є найкращим результатом вирощування.

У варіанті VIII, де щільність посадки була нижчою, у порівнянні з варіантом I, і складала 2293,1 тис. екз./га та за удобрення ставів також на нижчому рівні, а саме: перегноєм з розрахунку 577,4 кг/га, аміачною селітрою – 21,8 кг/га і суперфосфатом – 13,9 кг/га, отримали рибопродуктивність дволітнього посадкового матеріалу 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.

Оцінюючи сучасний стан вирощування рибопосадкового матеріалу в умовах господарства необхідно відмітити, що у порівнянні з нормативними величинами, біотехнологічні показники дуже різнилися. Щільність посадки коропа (*Cyprinus carpio*) на вирощування була вищою, ніж рекомендована. Маса цьоголіток коропа при посадці також була вищою за нормативні величини. Висока різниця спостерігалася у виходах з вирощування рибопосадкового матеріалу коропових, які, загалом, були нижчими нормативних значень та мали широкі межі коливання. Показники рибопродуктивності також були нижчими, ніж нормативні. Однак отримана середня маса дволіток коропа (*Cyprinus carpio*) відповідала нормативним значенням. У цілому, слід відмітити, що у відповідності до завдання господарства з отримання дволіток середньою масою 100–150 г у кінці вирощування був отриманий якісний рибопосадковий матеріал відповідної маси.

Висновки і пропозиції. У цілому, аналізуючи результати вирощування дволіток коропа (*Cyprinus carpio*) і підводячи підсумок, слід відмітити, що за розглянутий період досліджень екологічні та технологічні умови вирощування у господарстві були задовільними і не створювали загрозливих ситуацій, сприятливо впливаючи на ріст коропових риб. Вихід з вирощування коропа (*Cyprinus carpio*) по варіантах коливався у широких межах і складав 28,2–57,6%. Середня маса коропа (*Cyprinus carpio*) знаходилася у межах від 110,0 до 143,0 г. Рибопродуктивність коропа (*Cyprinus carpio*) перебувала у широкому діапазоні і дорівнювала 18,71–79,55 кг/га. Загалом, результати вирощування коропа (*Cyprinus carpio*) були задовільними, а отриманий рибопосадковий матеріал дволіток відповідав стандартним величинам (маса вище 100 г), був якісним і придатним для подальшого вселення і зимівлі в природних водоймах пониззя Дніпра.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ефективність ставової полікультури / М. В. Гринжевський та ін. *Рибогосподарська наука України*. 2008. № 2. С. 41–43.
2. 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.
3. Шерман І.М., Краснощок Г.П., Пилипенко Ю.В. Рибництво. Київ, 1992. 192 с.
4. Лошкова Ю.М. Екологічна оцінка стану рибогосподарських ставів при вирощуванні коропових риб у Херсонській області. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 126. С. 283–289.
5. Лошкова Ю.М. Рибничо-біологічні особливості коропа (*Cyprinus carpio*) при зарибленні природних водойм пониззя Дніпра. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 131. С. 361–367.
6. Особливості живлення цьоголіток коропових в контрольованих умовах у зв'язку з зарибленням Дніпровсько-бузької гирлової системи / Ю.М. Воліченко та ін. *Таврійський науковий вісник*. 2016. № 95. С. 161–167.
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. Тимчасові біотехнічні нормативи виробництва посадкового матеріалу рослиноїдних риб та коропа (цьоголітків та двохлапків) на Херсонському виробничо-експериментальному заводі частикових риб та Новокаховському рибничому заводі для зариблення понизь Дніпра та Каховського водосховища. Наказ по Головному управлінні з охорони та відтворення водних живих ресурсів. – 16.05.2005 р.

УДК 502.174:631.95:911.375(477.83-25)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.35>

СТАН ТА АДАПТАЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ДЕРЕВНИХ НАСАДЖЕНЬ У ЗАКЛАДАХ ДОШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ ЖИТОМИРСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ В УМОВАХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН

Марков Ф.Ф. — к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри лісового та садово-паркового господарства,

Поліський національний університет

orcid.org/0000-0002-6482-8558

Зимаросєва А.А. — д.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри ботаніки, екології та садово-паркового господарства,

Мелітопольський державний педагогічний університет

імені Богдана Хмельницького

orcid.org/0000-0001-9382-8269

Піциль А.О. — к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри екології,

Поліський національний університет

orcid.org/0000-0002-0962-574X

Зимаросєв О.О. — аспірант кафедри ботаніки, екології

та садово-паркового господарства,

Мелітопольський державний педагогічний університет

імені Богдана Хмельницького

orcid.org/0009-0008-8344-5473

У статті розглянуто результати дослідження стану деревних насаджень на території закладів дошкільної освіти (ЗДО) м. Житомир з метою оцінки їхньої адаптивності до сучасних кліматичних умов та формування екологічно стійкого міського середовища. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю підвищення якості озеленення в умовах урбанізованих територій, особливо в освітніх установах, де рослинність виконує не лише естетичну, а й оздоровчу та пізнавальну функції. У ході роботи було здійснено інвентаризацію зелених насаджень на територіїх 40 ЗДО Житомирської міської територіальної громади загальною площею 22,7 га. Визначено видовий склад, систематичну приналежність, екологічні характеристики та декоративні ознаки деревних рослин, проведено аналіз їхньої відповідності до сучасних кліматичних викликів. Встановлено, що дендрофлора досліджених територій має низьке видове різноманіття – лише 24 види деревних рослин, що належать до 22 родів і 14 родин, з переважанням листопадних видів (87,5 %) та обмеженою часткою вічнозелених порід (12,5 %). Така структура насаджень знижує їхню екологічну стійкість і декоративність, особливо в осінньо-зимовий період. Аналіз географічного походження видів засвідчив домінування циркумбореальних елементів (33 %), що добре адаптовані до умов Полісся, однак виявлено й обмежене представництво інтродуцентів, які могли б підвищити біорізноманіття та адаптивність насаджень. За відношенням до ґрунтової родючості більшість рослин виявились мезотрофами, тобто не надто вибагливими до умов ґрунту, що є позитивним чинником для міських екосистем. За вологолюбністю переважають мезофіти, тоді як частка ксерофітів залишається низькою, що вказує на потенційно низьку посухостійкість зелених насаджень в умовах кліматичних змін. Також виявлено, що понад 67 % видів є теплолюбними, що може бути ризикованим фактором за умов зниження зимових температур або різких погодних змін. Разом із тим, більшість дерев мають високу стійкість до газового забруднення (63 %) та фітонцидну активність (55 %), що сприяє покращенню якості повітря та зменшенню ризику поширення респіраторних інфекцій серед дітей. На основі отриманих результатів запропоновано рекомендації щодо добору деревних порід для озеленення територій ЗДО,

з урахуванням їхньої адаптивності до умов міського середовища, декоративної цінності та стійкості до кліматичних змін. Зокрема, доцільно збільшити частку ксерофітних, тіньовитривалих і вічнозелених видів, а також урізноманітнити дендрофлору за кольором і формою для створення естетично цілісного і стійкого до антропогенних навантажень фітоценозу.

Ключові слова: дендрофлора, дошкільні навчальні заклади, озеленення міст, адаптація, зміна клімату, екологічна стійкість.

Markov F.F., Zymarioieva A.A., Pitsil A.O., Zymarioiev O.O. The state and adaptive potential of tree plantations in preschool education institutions of the Zhytomyr city territorial community in the context of climate change

The paper presents the results of a study on the condition of woody plantings on the territories of preschool educational institutions (PEIs) in Zhytomyr, aimed at assessing their adaptability to current climatic conditions and their role in forming an ecologically sustainable urban environment. The relevance of the study stems from the need to improve the quality of greenery in urbanized areas, especially in educational institutions, where vegetation serves not only an aesthetic but also a health-promoting and educational function. An inventory of green spaces on the territory of 40 kindergartens of the Zhytomyr City Territorial Community with a total area of 22.7 hectares was conducted. The species composition, taxonomic affiliation, ecological characteristics, and ornamental features of woody plants were determined and analyzed for their conformity to current climate challenges. It was found that the dendroflora of the studied areas has low species diversity – only 24 species of woody plants belonging to 22 genera and 14 families, with a predominance of deciduous species (87.5%) and a limited share of evergreen species (12.5%). This planting structure reduces ecological stability and ornamental value, especially during the autumn-winter period. An analysis of the geographical origin of the species revealed the dominance of circumboreal elements (33%), which are well adapted to the conditions of the Polissia region. However, the representation of introduced species is limited, although they could enhance biodiversity and adaptability. In terms of soil fertility preference, most plants were identified as mesotrophic, meaning they are not very demanding of soil conditions, which is a positive factor for urban ecosystems. Mesophytic species predominate in terms of moisture preference, while xerophytes remain poorly represented, indicating potentially low drought resistance of the plantings under climate change. It was also found that more than 67% of the species are thermophilic, which may pose a risk under conditions of declining winter temperatures or abrupt weather fluctuations. At the same time, the majority of trees demonstrate high resistance to air pollution (63%) and phytocidal activity (55%), which contributes to improved air quality and reduced risk of respiratory infections among children. Based on the results, recommendations were proposed for selecting woody species for greening PEI areas, taking into account their adaptability to urban environments, ornamental value, and climate resilience. In particular, it is advisable to increase the share of xerophytic, shade-tolerant, and evergreen species, and to diversify the dendroflora by color and form to create an aesthetically coherent and anthropogenically resilient phytocoenosis.

Key words: dendroflora, preschool educational institutions, urban greening, adaptation, climate change, ecological sustainability.

Постановка проблеми. У сучасних умовах глобальних кліматичних змін дедалі більше уваги приділяється ролі міської рослинності як одного з найважливіших факторів формування комфортного середовища існування. Згідно з дослідженнями [1], міські дерева істотно знижують температуру повітря, поліпшують його якість, зменшують шумове забруднення та сприяють психологічному благополуччю мешканців. Особливе значення зелених насаджень спостерігається у зонах з підвищеною чутливістю населення – зокрема, на територіях закладів дошкільної освіти, де формуються основи здоров'я майбутніх поколінь [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В українській науковій традиції дослідження стану міських зелених насаджень розвивалися у контексті фітосанітарної оцінки, дендрологічного аналізу та розробки рекомендацій щодо озеленення [3, 4, 5]. Так, у деяких дослідженнях [1, 6] відзначається, що значна частина

дерев у дитячих садках міст України є або неадаптованою до сучасних кліматичних умов, або висадженою без урахування біоекологічних властивостей виду, що призводить до зниження їх стійкості та декоративності.

За даними досліджень, проведених у країнах ЄС (Німеччина, Швеція, Нідерланди), найуспішнішими у збереженні зелених зон є моделі, в яких висаджуються локально адаптовані види з високим рівнем стійкості до посухи, шкідників та забруднення [7]. У цих дослідженнях наголошується, що вибір видів для озеленення повинен базуватися не лише на естетичних критеріях, а й на екосистемних функціях, які вони виконують, зокрема здатності до зменшення ефекту міського теплового острова та утримання опадів [8, 9].

Також актуальним є питання біорізноманіття деревних насаджень. За даними європейських колег [10], різноманіття дерев у містах напряму пов'язане з екологічною стабільністю: чим більша різноманітність видів, тим вища стійкість зелених насаджень до стресів, зокрема кліматичних. Аналогічні висновки представлені в роботах [11], де наголошується на доцільності використання як аборигенних, так і інтродукованих стійких видів в умовах урбанізованих територій України.

Питання моніторингу та оцінки стану зелених насаджень активно розробляються й на рівні міжнародних проєктів. Наприклад, ініціативи Європейської комісії щодо створення «зелених шкіл» і «дитячих садків з високою екологічною якістю» передбачають систематичний контроль стану рослинності, її впливу на мікроклімат і здоров'я дітей [12].

Актуальність дослідження. Таким чином, вітчизняні та зарубіжні дослідження однозначно свідчать про важливість системного підходу до аналізу деревних насаджень у дитячих установах. Актуальним стає комплексне дослідження, що поєднує оцінку фітосанітарного стану, видової структури та адаптаційного потенціалу дерев до кліматичних умов, які змінюються.

Метою дослідження є оцінка сучасного стану деревних насаджень на територіях дошкільних навчальних закладів м. Житомир та визначення їх адаптаційного потенціалу в умовах змін клімату з метою формування екологічно стабільного міського середовища.

Завдання дослідження:

- Провести інвентаризацію деревних насаджень на територіях обраних закладів дошкільної освіти м. Житомир.
- Визначити видовий склад деревних рослин, їх біоекологічні характеристики та частоту поширення.
- Проаналізувати відповідність висаджених видів до умов міського середовища та сучасних кліматичних викликів (перепади температур, посуха, забруднення тощо).
- Розробити загальні рекомендації щодо добору деревних порід для озеленення територій закладів дошкільної освіти.

Виклад основного матеріалу дослідження. Було проаналізовано склад та санітарний стан деревних насаджень на території 40 закладів дошкільної освіти (ЗДО) Житомирської міської територіальної громади. Загальна площа досліджених насаджень становила 22,7 га. Інвентаризація дендрофлори здійснювалася згідно із затвердженою інструкцією [14]. Рослини визначали користуючись визначниками рослин [15, 16]. Розподіл дерев за екологічними шкалами проводили за Еленбергом [17, 18]. Географічну приналежність рослин оцінювали за схемою Г. Мойзеля [19]. За стійкістю відносно до компонентів антропогенних викидів використали шкалу В.П. Бессонової та О.Є. Іванченко [20]. Оцінювання декоративності

дерев здійснювалося шляхом аналізу їх морфологічних ознак, що включає: будову крони, форму та текстуру стовбура, висоту рослини, характер розміщення гілок, форму, поверхневу структуру і забарвлення листя тощо.

Результати інвентаризації зелених насаджень на територіях ЗДО Житомира свідчать про обмежене видове різноманіття деревних рослин. Усього виявлено 24 види, що належать до 22 родів і 14 родин (Таблиця 1). Такий показник вважається недостатнім для створення екологічно збалансованого фітоценозу, особливо в умовах урбанізованого середовища та підвищеного антропогенного тиску.

Таблиця 1

Кількісна таксономічна структура дендрофлори дослідних парків

Родина	Систематична одиниця		
	рід	вид	культивар, гібрид
	кількість, од.	кількість, од.	кількість, од.
<i>Pinophyta</i>			
<i>Pinaceae</i>	2	2	–
<i>Cupressaceae</i>	1	1	–
<i>Magnoliophyta</i>			
<i>Aceraceae</i>	1	1	–
<i>Anacardiaceae</i>	1	1	–
<i>Betulaceae</i>	2	2	–
<i>Bignoniaceae</i>	1	1	–
<i>Fabaceae</i>	1	1	–
<i>Fagaceae</i>	1	1	–
<i>Hippocastanaceae</i>	1	1	–
<i>Juglandaceae</i>	1	1	–
<i>Rosaceae</i>	6	8	–
<i>Salicaceae</i>	2	2	–
<i>Tiliaceae</i>	1	1	–
<i>Ulmaceae</i>	1	1	–
Разом	22	24	0

Монотонність у видовому складі знижує екологічну стійкість зелених насаджень, оскільки у разі поширення хвороб або шкідників окремі таксони (особливо інтродуценти) можуть масово випадати, що призведе до втрати біофільтраційної та естетичної функцій озеленення [21]. Крім того, менша кількість видів знижує функціональну різноманітність, зокрема здатність насаджень очищувати повітря, регулювати вологість, забезпечувати притінення і формувати комфортний мікроклімат [22].

З екологічної точки зору видова одноманітність обмежує формування стійких біоценозів, а також негативно впливає на формування у дітей уявлень про різноманіття природи та її цінність [23]. У дитячих садках важливо не лише забезпечити озеленення як таке, але й створити біорізноманітне середовище, яке сприятиме розвитку пізнавальної активності, екологічного мислення та здоров'я.

Переважають листопадні види (87,5%), частка вічнозелених дерев – лише 12,5%. Такий склад забезпечує сезонну динаміку середовища, однак знижує ефективність фільтрації повітря у зимовий період.

За походженням значна частка видів належить до циркумбореальної флористичної області (33%), що свідчить про їхню добру адаптацію до клімату Полісся (Таблиця 2). Ще 10 видів мають змішане або невизначене походження. І лише є по 1 виду представнику Східноазійського та Ірано-Туранського походження, що може свідчити про обмежене використання екзотів.

Таблиця 2

Розподіл видів дендрофлори ЗДО за флористичними областями

№ з/п	Назва флористичної області	Кількість видів, од.
1	Циркумбореальна	8
2	Атлантично-північноамериканська	4
3	Східноазійська	1
4	Ірано-Туранська	1
5	Область Скелястих гір	-
6	Ареали охоплюють декілька областей	8
7	Походження невідоме	2
Разом		24

Збалансоване використання видів інтродуцентів у міських парках може значно підвищувати видовий склад насаджень. Екзоти часто мають унікальні декоративні якості (форма, забарвлення листя, квіток тощо), тому їх включення у насадження збільшує естетичну цінність озеленення, особливо в осінній та зимовий періоди [24]. Більш того, у періоди кліматичних стресів деякі інтродуценти можуть виявитися більш стійкими, ніж місцеві види. Ігнорування таких стійких рослин знижує стійкість зелених насаджень до посух, забруднення повітря, шкідників тощо. Отже, збалансований підхід, що поєднує місцеві й добре адаптовані інтродуковані види, є кращим варіантом для сталого озеленення міст.

Аналіз показав, що понад 70% видів досліджених дерев – світлолюбні або відносно тіньовитривалі. Такий видовий склад може свідчити про те, що території ЗДО в основному відкриті для сонячного світла, без густої забудови або затінення. Світлолюбні дерева мають швидший ріст, рясне цвітіння та яскраве листя при хорошому освітленні – тому їх часто обирають для озеленення, щоб створити естетично привабливе середовище для дітей. Якщо ж на території є затінені ділянки (біля будівель, парканів, у внутрішніх двориках), види світлолюбних дерев можуть розвиватися гірше, і це може призводити до зниження декоративності або необхідності заміни рослин.

Тому, варто доповнити дендрофлору більшою часткою тіньовитривалих видів у затінених зонах, щоб підвищити адаптивність зелених насаджень до різних мікроумов.

За потребами до ґрунтової родючості більшість рослин не є надмірно вибагливими (Рис. 2), що свідчить про здатність рости в умовах деградованих ґрунтів міста.

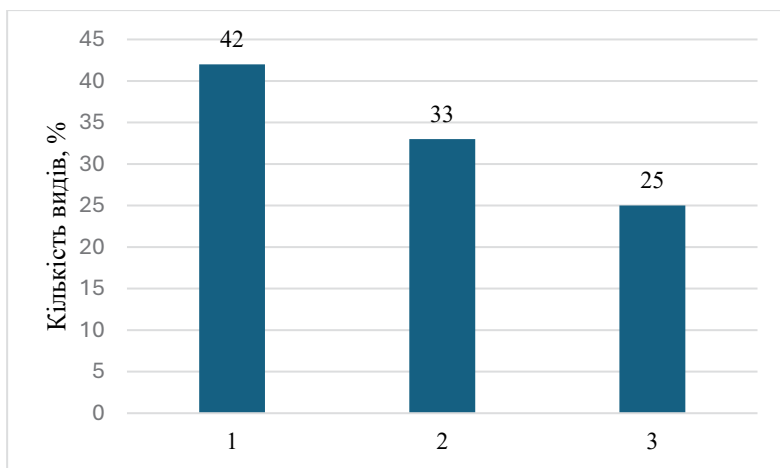


Рис. 1. Кількісний спектр розподілу видів дендрофлори ЗДО за вибагливістю до світла: 1 – світлолюбні, 2 – відносно тіньовитривалі, 3 – тіньовитривалі

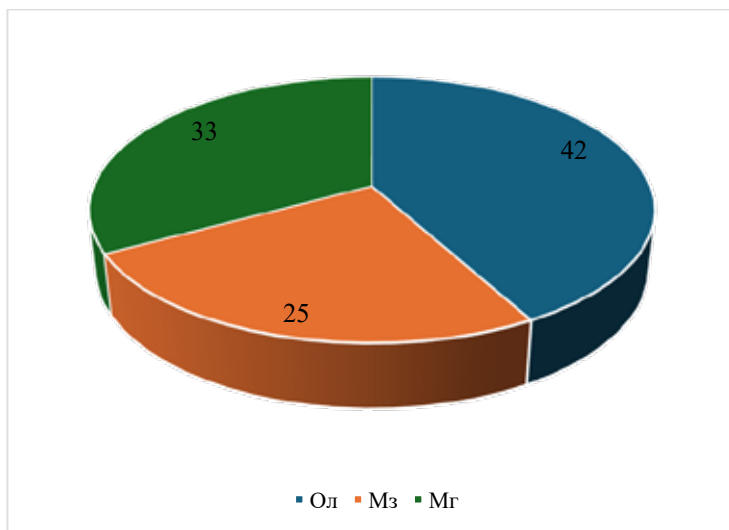


Рис. 2. Розподіл деревних рослин ЗДО за відношенням до родючості ґрунту, % від загальної кількості екземплярів (Ол – оліготрофи, Мз – мезотрофи, Мг – мегатрофи)

За вологолюбністю більшість видів демонструють помірну стійкість до коливань вологозабезпечення (92%) (Рис. 3), що відповідає поточним умовам зростання. Проте, мала кількість ксерофітних дерев (тобто видів, стійких до посухи) може вказувати на низький адаптаційний потенціал насаджень до майбутніх кліматичних змін, особливо у контексті прогнозованого підвищення середньорічної температури, збільшення тривалості посушливих періодів та зниження літньої вологозабезпеченості [25].

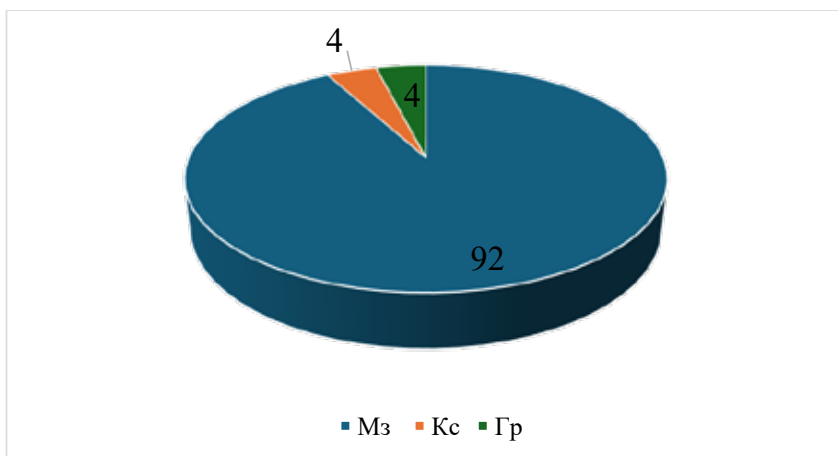


Рис. 3. Розподіл деревних рослин ЗДО за відношенням до вологи, % від загальної кількості екземплярів (Мз – мезофіти, Кс – ксерофіти, Гр – гігрофіти)

Тому, в умовах глобального потепління перевагу матимуть саме посухостійкі види, тоді як гігрофіти та мезофіти можуть втрачати декоративність, частіше хворіти або навіть гинути. Для міського озеленення, зокрема у дитячих садках, відсутність ксерофітних елементів означає підвищену залежність насаджень від догляду (поливів) і зменшену довговічність зелених зон.

Більшість дендрофлори ЗДО (67%) складають теплолюбні види (Рис. 4), що свідчить про потенційні ризики для озеленення в умовах континентального клімату. Це може свідчити про потребу перегляду підходів до підбору рослин з урахуванням зимостійкості.

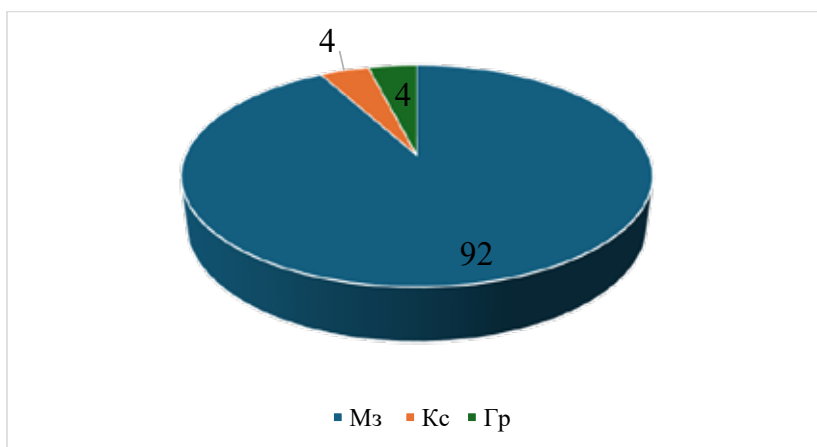


Рис. 4. Кількісний розподіл видів дендрофлори ЗДО за ступенем зимостійкості: 1 – зимостійкі, 2 – відносно зимостійкі, 3 – теплолюбні

Більшість рослин, що використовуються у дендрофлорі ЗДО, стійкі до забруднення повітря газами (63%). Це важливо для озеленення територій у містах, поблизу доріг, промислових зон, де повітря може містити шкідливі домішки.

Газостійкі рослини забезпечують стабільну декоративність і виконують фітоме-ліоративну функцію.

Близько 55% видів дерев, що використовуються в озелененні ЗДО мають фітон-цидні властивості, що вказує на їх позитивний вплив на мікробіологічний склад повітря. Це сприяє зменшенню поширення респіраторних інфекцій та покращенню загального стану здоров'я дітей.

Аналіз декоративних ознак видів дендрофлори ЗДО показав значне різнома-ніття форм крони (9 типів), серед яких переважають яйцеподібна, округла та роз-лога, що формують виразну просторову структуру насаджень (Таблиця 3).

Таблиця 3

Характеристика декоративних ознак видів дендрофлори ЗДО

Назва декоративної форми	Кількість хвойних видів, од.	Кількість листяних видів, од.	Разом	% від загальної кількості
За формою крони:				
Пірамідальна	2	1	3	13
Ажурна		1	1	4
Конусоподібна	1	1	2	8
Округла		4	4	17
Овальна		1	1	4
Яйцевидна		6	6	25
Парасолькоподібна		1	1	4
Наметоподібна		2	2	8
Розлога		4	4	17
Разом:	3	21	24	100
За забарвленням листків (хвої):				
Темно-зелене	2	10	12	50
Зелене	1	3	4	17
Ясно-зелене		5	5	21
Світло-зелене		3	3	13
Разом:	3	21	24	100
За забарвленням квіток				
Жовто-зелені		3	3	13
Жовто-червоні	1		1	4
Жовті	1	1	2	8
Жовто-білі		1	1	4
Зелено-жовті		2	2	8
Темно-зелені		1	1	4
Червоно-зелені	1		1	4
Білі		4	4	17
Біло-зелені		1	1	4
Біло-рожеві		3	3	13
Буро-зелені		1	1	4
Зелені		2	2	8
Рожеві		2	2	8
Разом:	3	21	24	100

Відзначається багата палітра забарвлення квіток (13 варіантів), що сприяє сезонній декоративності, та домінування темно-зеленого забарвлення листя (50%), яке створює спокійне природне середовище. Разом з тим, спостерігається низька частка хвойних порід (лише 3 з 24 видів), що знижує декоративність у зимовий період, а також нерівномірність представленості окремих форм крони та кольорів, що може послаблювати композиційну цілісність. Рекомендується збільшити частку хвойних і декоративно-осінніх видів, а також урівноважити розподіл форм і забарвлення для підвищення естетичної виразності зелених насаджень.

Висновки. У результаті проведеного дослідження встановлено, що дендрофлора територій дошкільних навчальних закладів м. Житомир характеризується обмеженим видовим різноманіттям (24 види з 22 родів і 14 родин), переважанням листопадних порід та низькою часткою хвойних дерев, що знижує декоративність у зимовий період і функціональну стійкість зелених насаджень. Значна частина дерев – світлолюбні, мезофітні й теплолюбні види, що може свідчити про недостатню адаптованість насаджень до затінених ділянок і зростаючих кліматичних ризиків, зокрема посух і перепадів температур. Водночас переважна більшість дерев стійкі до забруднення повітря і мають фітонцидні властивості, що позитивно впливає на санітарний стан довкілля в умовах міста. Декоративні характеристики дендрофлори є досить різноманітними, проте спостерігається дисбаланс у формах крони та забарвленні, що послаблює естетичну цілісність насаджень. З огляду на виявлені тенденції рекомендовано розширити видовий склад за рахунок стійких до кліматичних змін та інтродукованих порід, збільшити частку вічнозелених і ксерофітних дерев, а також урівноважити декоративні характеристики для формування екологічно стабільного та візуально привабливого середовища у дитячих закладах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Nowak D. J., Hirabayashi S., Bodine A., Greenfield E. Tree and forest effects on air quality and human health in the United States. *Environmental Pollution*. 2014. Vol. 193. P. 119–129.
2. Kaczynski A. T., Henderson K. A. Parks and recreation settings and active living: A review of associations with physical activity function and intensity. *Journal of Physical Activity and Health*. 2008. Vol. 5, No. 4. P. 619–632.
3. Бойко Т. Фітосанітарний стан зелених насаджень міста Херсон. *Scientific Bulletin of UNFU*. 2020. Вип. 30. С. 67–72. doi: 10.36930/40300412.
4. Бідолах, Д. І., Кузьович, В. С., Гринюк, Ю. Г., Підховна, С. М., Тиманська, О. Б. Аналіз стану та перспективи розвитку зелених насаджень дендропарку «Лісова пісня» у місті Козова Тернопільської області. *Scientific Bulletin of UNFU*. 2022. Вип. 32(3). С. 12–19. <https://doi.org/10.36930/40320302>
5. Шепелюк М., Рибак Ю. Фітосанітарний стан зелених насаджень в озелененні міста Луцька. (2019). *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Серія: Біологічні науки*. 2019. Вип. 3(387). С. 52–58. <https://doi.org/10.29038/2617-4723-2019-387-52-58>.
6. Бойко, Т.О., Деметрьєва, О.І. Екологічні основи створення зелених насаджень на територіях загальноосвітніх закладів міста Херсона. *Таврійський науковий вісник*. 2018. Вип. 100. С. 220–229.
7. Morgenroth, J., Östberg, J., Bosch, C. K. V. D., Nielsen, A. B., Hauer, R., Sjöman, H., Chen, W., & Jansson, M. Urban tree diversity – Taking stock and looking ahead. *Urban Forestry & Urban Greening*. 2016. Vol. 15. P. 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2015.11.003>
8. Gill S. E., Handley J. F., Ennos A. R., Pauleit S. Adapting cities for climate change: the role of the green infrastructure. *Built Environment*. 2007. Vol. 33, No. 1. P. 115–133.

9. Ramyar R., Ackerman A., Johnston D. M. Adapting cities for climate change through urban green infrastructure planning. *Cities*. 2021. Volume 117. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103316>.
 10. Alvey A. A. Promoting and preserving biodiversity in the urban forest // *Urban Forestry & Urban Greening*. – 2006. – Vol. 5, No. 4. – P. 195–201.
 11. Черевченко Т. М., Кузнецов С. І. Біорізноманіття деревних рослин в умовах мегаполісів та його оптимізація (на прикладі М. Києва). *Науковий вісник НЛТУ України*. 2003. № 5. С. 22–27.
 12. European Commission. Green Infrastructure and Health: A Review of the Evidence. Brussels : Directorate-General for Environment, 2020. URL: https://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/index_en.htm
 13. Інструкція з технічної інвентаризації зелених насаджень у містах і селищах міського типу України: Затверджена Державним комітетом будівництва, архітектури та житлової політики № 226 від 24.12.2001 р.
 14. Інструкція з технічної інвентаризації зелених насаджень у містах і селищах міського типу України: Затверджена Державним комітетом будівництва, архітектури та житлової політики № 226 від 24.12.2001 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0182-02#Text>
 15. Визначник рослин України : учбовий посібник / Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного АН УРСР, А.І. Барбарич, С.М. Брадів, О.Д. Вісюлін, М.І. Котов та ін.; Редкол.: Відп. ред. Д. К. Зеров. вид. друге, виправлене і доповнене. Київ : Урожай, 1965. 875 с.
 16. Калініченко О.А. Декоративна дендрологія: Навч. Посібник. К.: Вища школа, 2003. 199 с.
 17. Санітарні правила в лісах України : Постанова Кабінету Міністрів України від 27 липня 1995 р. № 555. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-95-%D0%BF#Text> (дата звернення: 03.05.2025).
 18. Ellenberg H. Zieglerwerte der Gefasfpflanzen Mitteleuropas. *Scripta geobotanica*. Gottingen, 1974. Vol. 9. 1997 p.
 19. Meusel H., Jäger E.J., Weinert E. Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen Flora Band I. Gustav Fischer Verlag; Jena. 1965. 421 p.
 20. Бессонова В.П., Іванченко О.Є. Шкала стійкості декоративних деревних рослин до інгредієнтів викидів підприємств чорної металургії. Матеріали III міжнародної наук. – прак. конф. (Дн-ськ, 19–20 березня 2013 р.). Дніпропетровськ, 2013. С. 84–87.
 21. Augustinus B. A., Abegg M., Queloz V., Brockerhoff E. G. Higher tree species richness and diversity in urban areas than in forests: Implications for host availability for invasive tree pests and pathogens. *Landscape and Urban Planning*. 2024. Vol 250. 105144. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2024.105144>.
 22. Krischke J., Beckmann-Wübbelt A., Glaser R., Dey S., Saha S. Relationship Between Urban Tree Diversity and Human Well-being: Implications for Urban Planning. *Sustainable Cities and Society*. 2025. Volume 124. 106294. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2025.106294>.
 23. Wu C.-C., O’Keefe J., Ding Y., Sullivan W.C. Biodiversity of urban green spaces and human health: a systematic review of recent research. *Front. Ecol. Evol.* 2024. Vol. 12. 1467568. doi: 10.3389/fevo.2024.1467568
 24. Дудин Р. Б. Інтродуценти у насадженнях старовинних парків Львова. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2005. № 1. С. 34–37.
 25. Bolan S., Padhye L. P., Jasemizad T., Govarthan M., Karmegam N., Wijesekara H., Amarasiri D., Hou D., Pingfan Z., Biswal B. K., Balasubramanian R., Wang H., Siddique K.H.M., Rinklebe J., Kirkham M.B., Nanthi B. Impacts of climate change on the fate of contaminants through extreme weather events. *Science of The Total Environment*. 2024. Volume 909. 68388. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168388>.
-

УДК 630:504.5

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.36>

ОЦІНКА ТЕХНОГЕННОГО ВПЛИВУ НА СТАН НАСАДЖЕНЬ ЛІСОПАРКОВОЇ ЗОНИ М. ВІННИЦЯ

Матусяк М.В. – к.с.-г.н., доцент,
завідувач кафедри лісового та садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
orcid.org/0000-0001-8099-7290

Бондар А.О. – д.с.-г.н., професор,
академік,
Лісівнича академія наук України
orcid.org/0009-0007-0063-7713

Панкова С.О. – д.філос. з агрономії,
асистент кафедри лісового та садово-паркового господарства,
Вінницький національний аграрний університет
orcid.org/0000-0002-5975-5251

Дослідження присвячено оцінці впливу техногенного навантаження на лісопаркові насадження міста Вінниці, зокрема в зоні прилягання до інтенсивно завантажених автомагістралей. Основним джерелом забруднення визначено автотранспорт, який є причиною надходження в екосистему важких металів (свинець, кадмій, мідь) та оксидів сірки.

Оцінка стану дерев проводилася за міжнародною методикою ICP-Forests з використанням таксаційних показників (діаметр, висота, протяжність крони), а також візуальних критеріїв (дефоліація, дехромація, клас Крафта). Додатково досліджувався вміст важких металів у хвої сосни та ялини за допомогою лабораторного аналізу.

Результати показали, що найбільш пошкодженими є хвойні породи (сосна звичайна та ялина європейська), які мають IV клас Крафта, високу дефоліацію (26-60%) та дехромацію через токсичний вплив вихлопних газів. Листяні дерева (дуб, граб, липа) виявилися стійкішими, з переважанням 1-2 ступеня пошкодження. Аналіз вмісту важких металів у хвої показав наявність свинцю (0,745-0,865 мг/кг), кадмію (0,276-0,567 мг/кг) та міді (8,6-11,2 мг/кг), що не перевищує загальні ГДК, але може призводити до хронічного ослаблення дерев. Встановлено прямий зв'язок між відстанню до автомобільної магістралі та ступенем пошкодження дерев. Найбільш критичний вплив спостерігається на відстані до 50-100 метрів від джерела забруднення.

Таксаційні показники (діаметр, висота, щільність крони) вказують на загальне ослаблення деревостанів, особливо хвойних порід, які мають нижчі показники розвитку порівняно з листяними.

Результати дослідження підтверджують критичний вплив автотранспортного забруднення на стан лісопаркових насаджень. Отримані дані можуть слугувати основою для розробки стратегій моніторингу та захисту міських зелених зон. Особливу увагу варто приділити хвойним насадженням, які потребують додаткових заходів захисту в умовах підвищеного техногенного навантаження.

Ключові слова: лісопаркові насадження, техногенне забруднення, важкі метали, дефоліація, дехромація, автотранспортний вплив, моніторинг ICP-Forests.

Matusiak M.V., Bondar A.O., Pankova S.O. Assessment of the anthropogenic impact on the state of the forest park zone in Vinnitsia

The study assesses the impact of anthropogenic load on the forest park plantations of Vinnitsia city, in particular in the area adjacent to intensively used highways. The main source of pollution was identified as motor vehicles, which are the cause of heavy metals (lead, cadmium, copper) and sulfur oxides entering the ecosystem.

The condition of the trees was assessed according to the international ICP-Forests methodology using taxonomic indicators (diameter, height, crown length) and visual criteria (defoliation, dechromation, Kraft class). Additionally, the content of heavy metals in pine and spruce needles was studied using laboratory analysis.

The results showed that conifers (Scots pine and European spruce) are the most damaged, with Kraft class IV, high defoliation (26-60%) and dechromation due to the toxic effects of exhaust gases. Deciduous trees (oak, hornbeam, linden) proved to be more resistant, with a predominance of 1-2 degrees of damage. The analysis of heavy metals in the needles showed the presence of lead (0.745-0.865 mg/kg), cadmium (0.276-0.567 mg/kg) and copper (8.6-11.2 mg/kg), which does not exceed the general MPCs, but can lead to chronic weakening of trees. A direct relationship between the distance to the highway and the degree of tree damage was established. The most critical impact is observed at a distance of 50-100 meters from the source of pollution.

Taxation indicators (diameter, height, crown density) indicate a general weakening of stands, especially coniferous species, which have lower development rates compared to deciduous species.

The results of the study confirm the critical impact of vehicle pollution on the condition of forest park plantations. The data obtained can serve as a scientific basis for developing strategies for monitoring and protecting urban green spaces. Particular attention should be paid to coniferous plantations, which require additional protection measures in the face of increased anthropogenic pressure.

Key words: forest park plantations, anthropogenic pollution, heavy metals, defoliation, dechromation, motor vehicle impact, ICP-Forests monitoring.

Актуальність теми дослідження. Враховуючи важливість підтримання здорового стану та динамічності системи лісових насаджень, особливої уваги набуває розвиток та удосконалення низки різноманітних заходів для подібних насаджень з порушеною стійкістю. Особливо це питання є актуальним для насаджень лісового типу прилеглих або тих, що знаходяться на урбанізованих територіях.

Постановка проблеми. Основним об'єктом нашого дослідження стали насадження, розташовані в лісопарковій зоні міста Вінниці. Варто підкреслити, що ця територія прилягає до однієї з найбільш завантажених автомагістралей міста. Відповідно, головним джерелом техногенного навантаження є автотранспорт, який інтенсивно рухається цією ділянкою. Це спричиняє низку проблем із санітарним станом насаджень, пов'язаних передусім із викидами забруднюючих речовин із двигунів внутрішнього згоряння [1, с. 166].

З огляду на необхідність збереження життєздатності та сталого функціонування лісових екосистем, особливе значення набуває впровадження ефективних заходів для відновлення та підтримки таких насаджень, що зазнають впливу техногенних чинників. Це питання є особливо актуальним для лісових територій, розташованих у межах або поблизу урбанізованих зон.

Методика досліджень. Нами було проведено закладання ділянок моніторингу в різноманітних лісових насадженнях, таких як дубові, соснові, грабові, ялинові. Площа кожної ділянки (пробної площі) визначалася за наявністю 50 дерев головної (переважної) породи. Кожне дерево нумерувалося з метою проведення тривалого спостереження за його станом. Для обліку стану дерев визначалися різні візуальні показники, включаючи діаметр (в сантиметрах), висоту (для окремих дерев, у метрах), протяжність крони (у відсотках), клас Крафта (розвиненість дерева), дефоліацію (у відсотках), дехромацію (у відсотках) та рівень пошкодження шкідниками та бактеріальними хворобами [4, с. 23].

Оцінка рівня стану лісових насаджень за рівнем дехромації та дефоліації проводився згідно загальноприйнятої шкали, представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Методика оцінки стану лісових насаджень за рівнем ураження

Ступінь пошкодження	Характеристика стану	Рівень дефоліації та дехромації, %
1	не пошкоджені	0-10
2	умовно пошкоджені	11-25
3	середньо пошкоджені	26-60
4	сильно пошкоджені	61-99

Результати досліджень. Лісопарк розташований на північно-західній околиці міста Вінниці й охоплює площу 6,8 га. До його складу входять два лісові масиви – П'ятничанський ліс і власне Лісопарк – які зберегли переважно природну структуру. Насадження представлені хвойними та листяними породами дерев. Між масивами пролягають шосейна дорога та озеро Гуральня [7, с. 5.3].

У межах дослідження було проведено обстеження лісових ділянок, у складі яких домінують такі деревні види, як сосна, ялина, дуб, граб і липа. У зазначених насадженнях були закладені пункти моніторингу, кожен з яких охоплював близько 50 дерев переважаючої породи. Оцінювання стану деревостанів здійснювалося відповідно до міжнародного моніторингу ICP-Forests. Отримані результати наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Відомість отриманих даних моніторингу у насадженнях лісопаркової зони м. Вінниці

Порода	Діаметр, см	Протяжність крони, %	Клас Крафта	Щільність крон, %
Сосна звичайна	36	26	III	43,5
Дуб звичайний	44	48	II	75
Граб звичайний	24	54	II	78,5
Липа широколиста	28	37	II	75,2
Ялина звичайна	32	28	IV	56,6

Згідно отриманих результатів досліджень у табл. 1 встановлено, що всі деревні види мають оптимальні таксаційні показники відповідно до групи віку, більшість досліджених видів відносяться до II класу Крафта і лише насадження хвойних до III та IV класів відповідно, що вказує про негативний вплив техногенного навантаження саме на хвойні деревостани.

У цьому контексті актуальним завданням стало вивчення впливу техногенних факторів урбанізованої території міста Вінниці на стан лісопаркових насаджень. Попри відсутність великомасштабних промислових підприємств, на території міста функціонує низка малих виробництв, таких як пекарні, хлібозавод, молокозавод, кондитерська фабрика, а також теплоелектроцентрально. Ці об'єкти господарювання є джерелами викидів значної кількості забруднюючих речовин в атмосферу. Найбільш шкідливими для лісових екосистем є оксиди сірки й фосфору, а також важкі метали [6, с. 124].

Проте основним чинником антропогенного навантаження на лісонасадження залишається автомобільний транспорт, обсяг якого у місті протягом останнього року помітно зріс. Для більш повного уявлення про інтенсивність транспортного впливу було проведено обстеження руху транспорту на ключових автомагістралях, що межують із лісопарковою зоною. Зокрема, моніторинг здійснювався на вулицях Хмельницьке шосе та Максимовича – найзавантаженіших ділянках, що безпосередньо прилягають до лісових насаджень. У межах дослідження було здійснено облік транспортних засобів різних категорій, які проїжджали впродовж однієї години. Отримані дані відображено на рисунку 1.

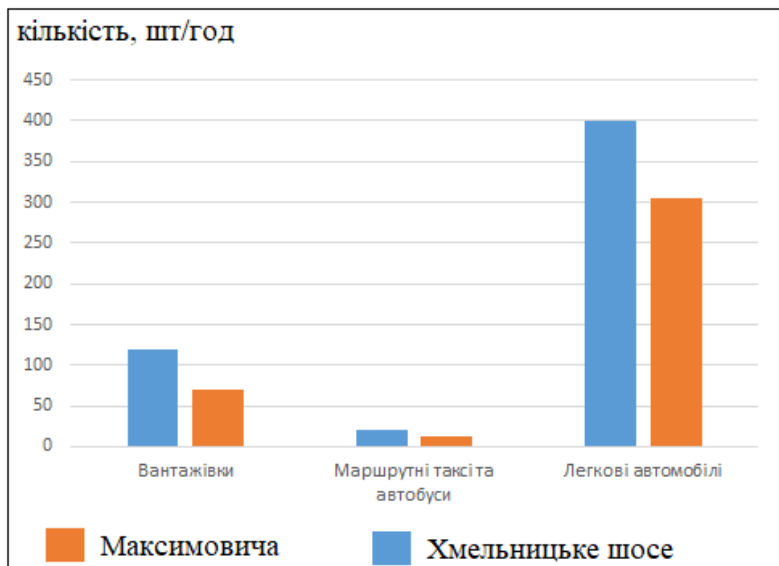


Рис. 1. Завантаженість основних автошляхів біля лісопаркової зони м. Вінниці

Отже, можна зробити висновок, що основне техногенне навантаження на лісопаркові насадження досліджуваної території зумовлене впливом автомобільного транспорту. Як уже зазначалося, найбільшу загрозу для деревної рослинності становлять важкі метали та оксиди сірки, що призводять до ушкодження асиміляційного апарату рослин. Найчутливішими до впливу цих забруднюючих речовин виявилися хвойні породи, зокрема ялина європейська та сосна звичайна [2, с. 213].

У зв'язку з цим було проведено дослідження з метою виявлення характерних ознак пошкоджень у деревостанах лісопаркової зони м. Вінниці. За результатами спостережень встановлено, що найбільший негативний вплив викидів автотранспорту припадає саме на ялину звичайну та сосну звичайну, що підтверджує попередні припущення. Під час обстеження було зафіксовано зміну пігментації хвої як індикатор токсичного навантаження. Ступінь ураженості дерев різного виду внаслідок дії вихлопних газів представлено на рисунку 2.

Таким чином, ми можемо зробити висновок, що найбільшого пошкодження від дії вихлопних газів зазнають саме хвойні деревостани лісопаркової зони міста. Особливо це спостерігається у тих представників, які зростають поближче до автомагістралі.



Рис. 2. Рівень пошкодження деревостанів викидами автотранспорту

Визначення нами стану насаджень лісопаркової зони міста Вінниці за показниками дефоліації та дехромації зображено на рис. 3.

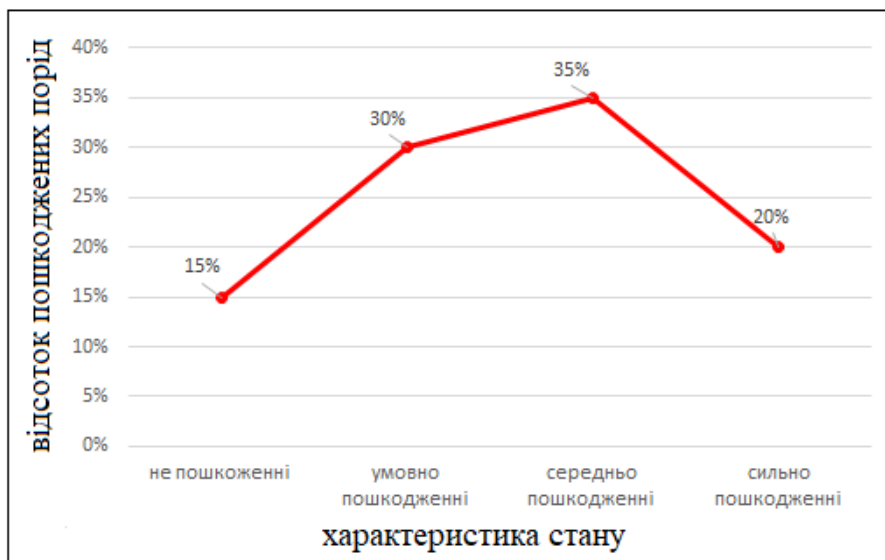


Рис. 3. Характеристика стану насаджень лісопаркової зони м. Вінниці за рівнем дефоліації та дехромації

Згідно проведених досліджень було встановлено, що серед деревостанів лісопаркової зони рівень здорових екземплярів складає лише 15%. До цих порід

належать дуб звичайний та граб звичайний. Умовно пошкодженні представники склали 30% від усіх досліджених деревостанів. Сюди також відносяться дуб і граб, а також липа серцелиста. Найбільш пошкодженими виявилися деревостани сосни та ялини, ступінь пошкодження яких становив майже 35%.

У зв'язку з цим було проведено дослідження вмісту важких металів у складових лісових екосистем. У першу чергу проаналізовано вміст важких металів у хвої сосни та ялини. З метою оцінки рівня накопичення важких металів у лісостанах лісопаркової зони м. Вінниці було відібрано зразки хвої зазначених порід для лабораторного аналізу. Дані щодо концентрації важких металів подано у таблиці 3.

Таблиця 3

**Вміст важких металів у хвої ялини звичайної та сосни звичайної,
які зростають в лісопарковій зоні Вінниці, мг/кг**

№ п/п	Назва показника	ГДК	Фактичне значення в хвої ялини європейської	Фактичне значення в хвої сосни звичайної
1	Свинець (Pb)	5,0	0,865	0,745
2	Кадмій (Cd)	0,3	0,276	0,567
3	Мідь (Cu)	30,0	8,6	11,2

Згідно з таблицею 3, у хвої сосни та ялини виявлено наступні концентрації свинцю, кадмію та міді: для сосни – 0,745, 0,567, 11,2 мг/кг відповідно; для ялини – 0,865, 0,276, 8,6 мг/кг відповідно. Оцінка за гранично допустимими концентраціями (ГДК) показує відсутність значного накопичення цих елементів у хвої дерев. Однак наведені значення концентрацій застосовуються для всіх рослин загалом. ГДК для важких металів у хвої сосни та ялини ще не встановлені, тому навіть невеликі концентрації можуть вплинути на стан лісових насаджень.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Техногенний вплив на лісопаркові насадження зумовлений переважно автотранспортом, який є основним джерелом викидів важких металів (свинець, кадмій, мідь) та оксидів сірки. Найбільш уразливими виявилися хвойні породи (сосна звичайна та ялина європейська), що підтверджується їхнім поганим станом (IV клас Крафта, висока дефоліація та дехромація). Стан дерев у лісопарковій зоні Вінниці неоднорідний: найстійкішими є листяні породи (дуб, граб, липа), які мають менше пошкоджень (переважно 1-2 ступінь). Хвойні насадження (особливо поблизу магістралей) демонструють сильні пошкодження (3-4 ступінь) через чутливість хвої до забруднень. Концентрації важких металів у хвої не перевищують ГДК для рослин загалом, але їх накопичення може призводити до хронічного токсичного впливу, що погіршуватиме стан насаджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Матусяк М. В. Фітоіндикація екологічних факторів основних типів лісових екосистем в умовах Поділля. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2015. Вип. 26 (6). С. 165-170.
2. Матусяк М.В. Особливості проведення ландшафтних рубок у лісопарковій зоні м. Вінниці. *Сільське господарство і лісівництво*. 2016. № 3. С. 209-216.
3. Матусяк М.В. Оцінка видового біорізноманіття та сучасного стану деревних асоціацій парку ім. Горького м. Вінниці. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2016. Вип. № 1. С. 94-98.

4. Методичні рекомендації з ведення моніторингу в лісів України І рівня. Харків, 2001. 26 с.
5. Нейко І.С., Мудрак Г.В., Нейко О.В., Дідур І.М., Матусяк М.В., Козак Ю.В. Лісові генетичні ресурси у контексті збереження біорізноманіття Вінниччини. Вінниця: ТВОРИ, 2022. 500 с.
6. Плєскач Л.Я. Фітотоксичність техногенно забруднених ґрунтів дендропарку «Олександрія» НАН України. *Інтродукція рослин*. 2002. С. 122-128.
7. Прокопчук В.М., Матусяк М. В. Ступінь рекреаційного навантаження та антропогенна толерантність лісових екосистем лісопаркової зони м. Вінниці. *Траскторія науки*. 2016. Т. № 2. С. 5,1-5,6.
8. Телекало Н.В., Матусяк М.В., Прокопчук В.М. Лісівничо-екологічні особливості лісовідновлення та лісорозведення в умовах Поділля: монографія. Вінниця: ВНАУ, 2021. 185 с.
9. Pavlo Bosak, Nelya Lukyanchuk, Volodymyr Pinder, Igor Shukel, Vasyl Popovych. Performance analysis of protective functions of forest plantations of the Lviv railway line. *Ecological Questions*. 34. 2023. P. 71-82.
10. Savosko, V. M., Lykholat, Y. V. & Bielyk, Y. V. Foresting of Technogenic Devastated Lands as an Effective Factor for Environmental Safety at the Mining & Metallurgical District. In Y. V., Lykholat (ed.). *Effects of Pollution and Climate Change on the Ecosystem Components*. Praha, Oktan Print. 2021. P. 6-39.

УДК 712.4

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.37>

АНАЛІЗ ВИДОВОЇ СТРУКТУРИ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ НА ТЕРИТОРІЇ ДОШКІЛЬНИХ ДІТЯЧИХ УСТАНОВ М. ДНІПРО

Мильнікова О.О. – к.б.н.,

доцентка кафедри садово-паркового мистецтва та ландшафтного дизайну,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/0000-0001-9393-0319

Ільченко Л.А. – к.с.-г.н.,

доцентка кафедри садово-паркового мистецтва та ландшафтного дизайну,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/0000-0002-2921-9933

Козурман Н.І. – студентка I курсу магістратури агрономічного факультету,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/0009-0009-7037-8379

У статті обґрунтовано доцільність інвентаризації дендрофлори дошкільних навчальних закладів для можливості оптимізації їх зелених зон. За мету дослідження обрано ідентифікацію видового складу зелених насаджень, аналіз їх життєвих форм та ареалу походження на території 3-х дитячих садків в місті Дніпро. Для її досягнення застосовано методи маршрутних та візуальних обстежень, аналізу та порівняння. Обстежено асортимент деревно-чагарникової рослинності та виявлено 53 види, що належать до 43 родів та 24 родин. Виявлено неоднорідність дендрофлори за видовою структурою залежно від місця зростання рослин на території дитячих садків № 182, № 233, № 241. Висвітлено відсоток участі хвойних та листяних порід у зелених насадженнях із розподілом життєвих форм на території кожної дошкільної установи. Найбагатішим різноманіттям охарактеризовано заклад № 241, його зелена зона представлена 36 видами. До складу зелених насаджень інших дошкільних установ № 233 і № 182 входить 21 та 29 види деревних рослин відповідно. Асортимент Голонасінних рослин оцінено як недостатній. Встановлено, що лише озеленення досліджуваної території дитсадка № 233, сформоване переважно за рахунок інтродуцентів. Загалом Rosaceae визначено як найрізноманітнішу за таксономічним та найчисельнішу за кількісним складом родину. Виокремлено деревні породи за інвазивністю – *Ailanthus altissima* Mill., *Acer negundo* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Ulmus pumila* L. Встановлено низку спільних видів, що трапляються на території всіх дитячих садків, а саме: *Acer platanoides* L., *Betula pendula* Roth., *Cerasus vulgaris* Mill., *Sorbus aucuparia* L., *Juglans regia* L., *Ulmus pumila* L. (дерева), *Rosa* L. x *hybrida*, *Spiraea media* L., *Syringa vulgaris* L. (кущі), *Campsis radicans* L. (ліана).

Під час обстеження з'ясовано, що добір зростаючих деревних і чагарникових рослин не завжди узгоджувався з їх декоративними властивостями та вимогами щодо створення зелених насаджень на території освітніх установ. Надано рекомендації щодо оптимізації асортименту дендрофлори кожного дошкільного закладу та розглянуто перспективу подальших наукових розвідок.

Ключові слова: озеленення дошкільних установ, дендрофлора, зелена зона, деревні породи, види рослин.

Mylnikova O.O., Ilchenko L.A., Kozurman N.I. The analysis of the species structure of green spaces on the territory of preschool children's institutions in Dnipro

The article substantiates the expediency of inventory of dendroflora of preschool educational institutions for the possibility of optimizing their green areas. The purpose of the study is to identify the species composition of green spaces, the analysis of their life forms and the habitat of origin in the territory of 3 kindergartens in the Dnipro. To achieve it, the methods of route and visual surveys, analysis and comparison are applied. The range of tree and shrub vegetation is

examined and 53 species belonging to 43 genera and 24 families are found. The heterogeneity of dendroflora in terms of species diversity depending on the place of plant growth on the territory of the kindergartens № 182, № 233, № 241 is established. The rate of coniferous and broadleaved species in green spaces with the distribution of life forms on the territory of each preschool institution is illustrated. Institution № 241 is characterized by the richest diversity, its green area is represented by 36 species. Green plantations of other preschool institutions № 233 and № 182 include 21 and 29 species of woody plants, respectively. The range of gymnosperms is assessed as insufficient. It is found that only the landscaping of the investigated area of kindergarten № 233 is formed mainly by introduced species. In general, the most diverse in terms of taxonomic and the most numerous in terms of quantitative composition of the family is determined – Rosaceae. Wood species are singled out for their invasiveness – *Ailanthus altissima* Mill., *Acer negundo* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Ulmus pumila* L. A number of common species that occur in the territory of all kindergartens have been established, namely: *Acer platanoides* L., *Betula pendula* Roth., *Cerasus vulgaris* Mill., *Sorbus aucuparia* L., *Juglans regia* L., *Ulmus pumila* L. (trees), *Rosa* L. x *hybrida*, *Spiraea media* L., *Syringa vulgaris* L. (bushes), *Campsis radicans* L. (liana).

During the survey, it was found out that the selection of wood and shrubs has not always been consistent with their decorative properties and requirements for the creation of green space in the territory of educational institutions. Recommendations for the optimization of the range of dendroflora of each preschool institution are given and the perspective of further scientific research is outlined.

Key words: landscaping of preschool institutions, dendroflora, green zone, tree species, plant species.

Актуальність теми дослідження. Урбанодендрофлора в умовах сьогодення – невід’ємна складова системи зовнішнього благоустрою українських міст. Так само, важливими структурними елементами міської системи озеленення виступають зелені зони обмеженого користування, зокрема, деревно-чагарникова рослинність дошкільних навчальних закладів [12, с. 32]. Підтвердженням «озвученого», певною мірою, є аналітична оцінка осучаснених норм озеленення населених пунктів, проведена Зібцевою О. та Юхновським В. [4], а також низка наукових доробків інших вітчизняних фахівців зі вказаної тематики. Для прикладу, географія досліджень наступна: Біла Церква, Кривий Ріг, Тернопіль, Херсон, Чернігів [16; 19; 9; 2; 14].

На нашу думку, залучення декоративних, довговічних і стійких до умов промислового міста рослин сприятиме не лише реалізації певних функцій (естетичної, мікрокліматичної, гігієнічної) на території дитячих установ з різним навчальним профілем, а також матиме вагоме значення для пізнавально-дослідницького та виховного процесів в цих закладах.

Основний видовий склад деревних насаджень дитячих садків зазвичай сформовано ще за радянських часів. Поступове випадання із озеленення за віком і фітосанітарним станом великої кількості чагарників і частини дерев потребує перегляду морально застарілого асортименту деревних порід, а також розробки шляхів його оптимізації [11, с. 148]. Таким чином, актуальність теми озеленення дошкільних установ є надзвичайно важливою, адже специфіка їх зелених зон обумовлена потребою узгоджувати низку норм і правил, враховуючи користь та естетичний вигляд рослин.

Аналіз попередніх досліджень. Особисто Рубан Л. вважає, що озеленення на територіях дитячих садків тісно пов’язане з архітектурно-планувальною організацією оточуючих будівель та забезпечує ізоляцію останніх від впливу навколишнього середовища, створюючи комфортні умови для перебування дітях [17, с. 195]. Потапчук І., Бичковська Л. теж торкнулися питання вдалого поєднання території окремих розглянутих дитсадків із оточуючим ландшафтом, не виключаючи можливості «влаштування озелених дахів» [13, с. 107] як простору

для навчання, відпочинку та ігор саме для української малечі. Особливості озеленення зелених зон дошкільних навчальних закладів висвітлено Бойко Т. та Напук О. [1]. Зокрема, Дементьєвою О. зі співавторами встановлено асортимент та з'ясовано життєвий стан рослин, що зростають на території дошкільної установи в с. Степанівка Херсонської області, а також розроблено проект її озеленення та благоустрою [3, с. 331]. Сучасний стан дендрофлори дитсадка «Синій птах» Новокодацького району в м. Дніпро представлено Мильніковою О. [12].

Постановка завдання. Мета дослідження – визначення видового складу деревних рослин дитячих установ міста Дніпро, аналіз життєвих форм, їх походження, надання рекомендацій щодо озеленення обстежених ділянок. Для її досягнення застосовано методи маршрутних та візуальних обстежень, аналізу та порівняння.

Результати досліджень. Для дослідження деревно-чагарникової рослинності нами обрано територію 3-х дошкільних навчальних установ, компактно розташованих на житловому масиві Західний, Новокодацький район м. Дніпро. Перший з поміж них – комунальний заклад дошкільної освіти (КЗДО) № 182, функціонує з 80-х років ХХ століття. Другий дитсадок, за № 233, почав приймати малечу з 60 років вказаного періоду, третій КЗДО № 241 є установою зразка 1970 р., що поєднує сучасні та застарілі елементи благоустрою. Одна із низки вимог до проектування дитячих закладів дошкільної освіти (за радянських часів) торкалась наявності зелених насаджень на їх території [18, с. 164]. Вона залишається на часі в сучасних українських реаліях.

За інформацією вінницьких науковців, під час формування зеленої зони дитсадків необхідно враховувати такі показники як: масштабність, декоративність і корисні властивості. Зокрема, масштабність, за їх даними, проявляється у використанні дерев другої та третьої величини [6]. Вказані категорії деревних порід можуть варіювати в межах відповідних груп висот, а саме: 16–25 м та 7–15 м [8, с. 62]. На противагу вищевикладеному, херсонські дослідники під час створення зелених насаджень на території дитячих садків пропонують добирати невисокі дерева, проте, як і попередні фахівці, вважають за потрібне акцентувати увагу на привабливості дендрофлори. Останні також рекомендують добирати декоративну деревно-чагарникову рослинність за листям, хвоєю чи кроною та рекомендують висаджувати гарноквітучі з приємним, але не різким запахом види. Варто зауважити, що в озелененні досліджених нами установ рідко траплялись високі дерева, зокрема, зафіксовано максимальну величину на рівні показника лише 15 м. Встановлено домінуючу категорію за розрядом висот – до 4 м, обумовлену наявністю чагарників в зелених насадженнях. Її частка коливається в межах від 49,2 до 74,4%, залежно від конкретного дошкільного закладу. Можливо, критерій масштабності на момент створення трьох КЗДО, залишився поза увагою чи просто не розглядався як превалюючий.

Загалом досліджені види дендрофлори, за систематичним положенням, належать до 2 відділів, 20 порядків, 24 родин. З виявлених 43 родів до відділу Покритонасінні віднесено 38, решту таксонів – до Голонасінних.

Найчисленнішою за кількістю видів визначено родину *Rosaceae* – загалом 14; родини *Salicaceae* та *Cupressaceae* представлені 4 видами; *Oleaceae*, *Berberidaceae*, *Sapindaceae*, *Bignoniaceae*, *Fabaceae*, *Tiliaceae* та *Pinaceae* мають у своєму складі по 2 види. Решта, а саме: *Buxaceae*, *Fagaceae*, *Juglandaceae*, *Betulaceae*, *Malvaceae*, *Ulmaceae*, *Moraceae*, *Hippocastanaceae*, *Simarubaceae*, *Celastraceae*, *Vitaceae*, *Hydrangaceae*, *Caprifoliaceae*, *Cornaceae* репрезентовані лише 1 видом.

За даними маршрутних обстежень визначено, що на території дитсадків зростають 53 види деревних рослин. Домінантною біоморфою в зелених зонах представлених закладів освіти виступає дерево, друге та третє місце відповідно посідають життєві форми – кущ та ліана.

Аналіз даних щодо кількісного складу деревних насаджень трьох дошкільних навчальних закладів дозволив створити наступний ряд:

- КЗДО № 241 – 319 деревних рослин (36 видів);
- КЗДО № 182 – 199 деревних рослин (29 видів);
- КЗДО № 233 – 118 деревних рослин (21 вид).

Визначення географічного походження деревних видів розглядається нами як важлива складова озеленення дитячих установ, адже інформація щодо відсоткового співвідношення аборигенних та інтродукованих видів у озелененні, особливо інвазійних видів, дозволить оцінити ризики від активного розповсюдження останніх (рис. 1).

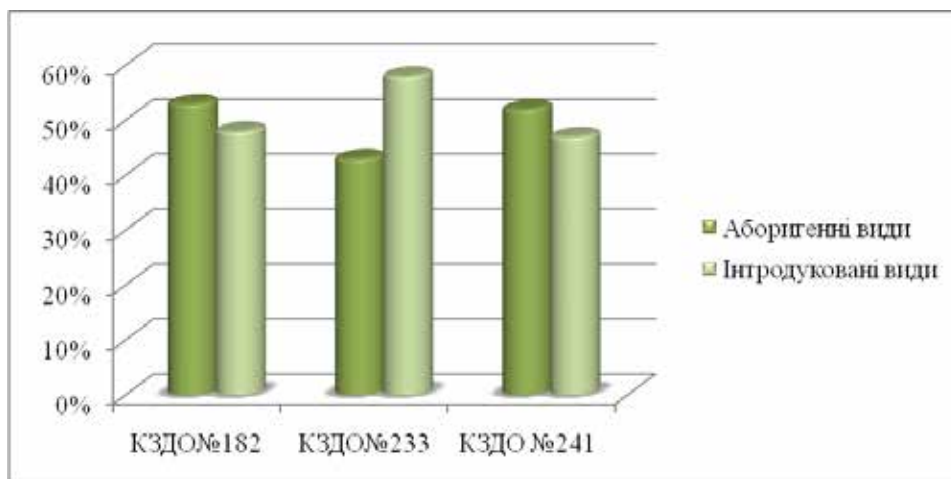


Рис. 1. Відсоткове співвідношення аборигенних та інтродукованих видів у зеленій зоні досліджуваних дошкільних закладів

За визначенням Протопопової В. та Шевери М., «інвазійним вважається вид, що походить з інших флористичних областей, занесений на територію України спонтанно чи з метою культивування». Такий вид адаптувався до наших умов, «самовідновлюється, активно та масово поширюється не лише в антропогенних, а й у природних біотопах ... вступаючи у взаємодію з місцевими видами й становить загрозу біорізноманіттю або екосистемам» [15, с. 118].

Виходячи із представлених даних, фіксуємо відсутність суттєвої різниці між кількісними показниками аборигенних та інтродукованих видів. Їх відсоткове співвідношення у всіх закладах є майже однаковим. Проте, в КЗДО № 182 та № 241 зрештою місцевої рослинності більше (на 4% і на 6% відповідно), а у дитсадку № 233 відмічено домінування чужорідних представників (частка участі – 58% від загальної кількості рослин).

Варто зазначити, що на озелененій території КЗДО № 182 використано невелику кількість чагарників з обмеженим асортиментом хвойних рослин.

Трапляється розрізнено ялівець козацький (9 шт.), біота східна (1 шт.), звісно, така чисельність не здатна забезпечити мальовничість ландшафту в осінньо-зимовий період. Спірея середня (*Spiraea media* L.) є панівною листопадною породою серед рослин обстеженої дендрофлори, її частка складає 24%. Зростає *Spiraea media* рядовою посадкою вздовж центральної алеї, що прямує від центрального входу до будівлі дитсадка, а ще її виявлено декілька разів, зокрема, у вигляді моновидових груп на газоні. Також цей чагарник зафіксовано поодиноким в різних місцях, частіше – в тіні дерев із значною втратою декоративності через зрідження крони. Бузок звичайний (*Syringa vulgaris* L.) в озелененні закладу, на наш погляд, використано не зовсім вдало: окремі кущі висаджено під пологом дерев, деякі – вздовж паркану з великими проміжками між ними. Бажано здійснити нові посадки *Syringa vulgaris* на газоні середніми групами з 5–7 рослин, або сформувати із представників цього виду щільніший ряд за рахунок скорочення відстані між особинами (оптимальною є 1–1,2 м). Бузковий живопліт можна використати для розмежування території в разі прогулянок певної вікової групи дітей. Рекомендуємо оптимізувати як кількість, так і асортимент чагарників у складі досліджуваної дендрофлори, обираючи сніжноягідник білий (*Symphoricarpos albus* L.), спірею японську (*Spiraea japonica* L.), гібіск сирійський (*Hibiscus syriacus* L.), смородину золотисту (*Ribes aureum* Pursh.) та окремі хвойні породи. Самшит вічнозелений (*Buxus sempervirens* L.) не має сенсу застосувати через масове ураження самшитою вогнівкою цього виду в межах міста.

Асортимент деревних порід на території зеленої зони вказаного дитячого садка також незначний (рис. 2). Мінімальне поповнення його молодими екземплярами очевидне та ґрунтується на аналізі даних, що стосуються розподілу дерев за ступенями товщини стовбурів. По периметру закладу (вздовж паркану) виявлено як залишки рядових посадок з тополь китайської (*Populus simonii* L.) та білої (*Populus alba* L.), так і не видалені повністю частини сухою минулих років. Доречно зауважити, що перший вид є переважаючим (9%) в зелених насадженнях дошкільної установи № 182. На деяких її ділянках трапляється самосів окремих порід, а саме: клена гостролистого (*Acer platanoides* L.), в'язу низького (*Ulmus pumila* L.) – по 1 екз., горіха грецького (*Juglans regia* L.) та шовковиці білої (*Morus alba* L.) – по 8 екз.

З інвазійних видів деревних порід на території закладу зафіксовано в'яз низький (*Ulmus pumila* L.) та клен ясенелистий (*Acer negundo* L.) згідно із переліком небажаного адвентивного спектру рослин [15, с. 121; 123]. Дослідники Іванько І. та Кулік А. теж розглядають *Ulmus pumila* і *Acer negundo* як інвазивні види, що пристосувалися до антропогенно-змінених умов Дніпропетровщини [5].

З позитивного можна відмітити приклад вдалого поєднання клену гостролистого (*Acer platanoides* L.) та клену-явору (*Acer pseudoplatanus* L.) у вигляді невеликих груп на газонах біля альтанок і прогулянкових майданчиків. В тіні дерев розташовані лави, столи для комфортного відпочинку дітей в літній період.

Для реалізації проектних рішень щодо реконструкції зелених насаджень (рис. 3) цього дитсадка пропонуємо залучити до озеленення наступні види аборигенних рослин: клен польовий (*Acer campestre* L.), береку лікарську (*Sorbus torminalis* (L.) Grants.), горобину проміжну (*Sorbus x intermedia* (Ehrh.) Pers.). Поміж інтродуцентів варто обрати клен сріблястий (*Acer saccharum* Marsh.), катальпу бігнонієвидну (*Catalpa bignonioides* Walt.), церцис канадський (*Cercis canadensis* Lam.), ялину колючу (*Picea pungens* Engelm.), сосну гірську (*Pinus mugo* Turra), кипарисовик Лавсона (*Chamaecyparis lawsoniana* Parl.), тую західну (*Thuja occidentalis* L.).

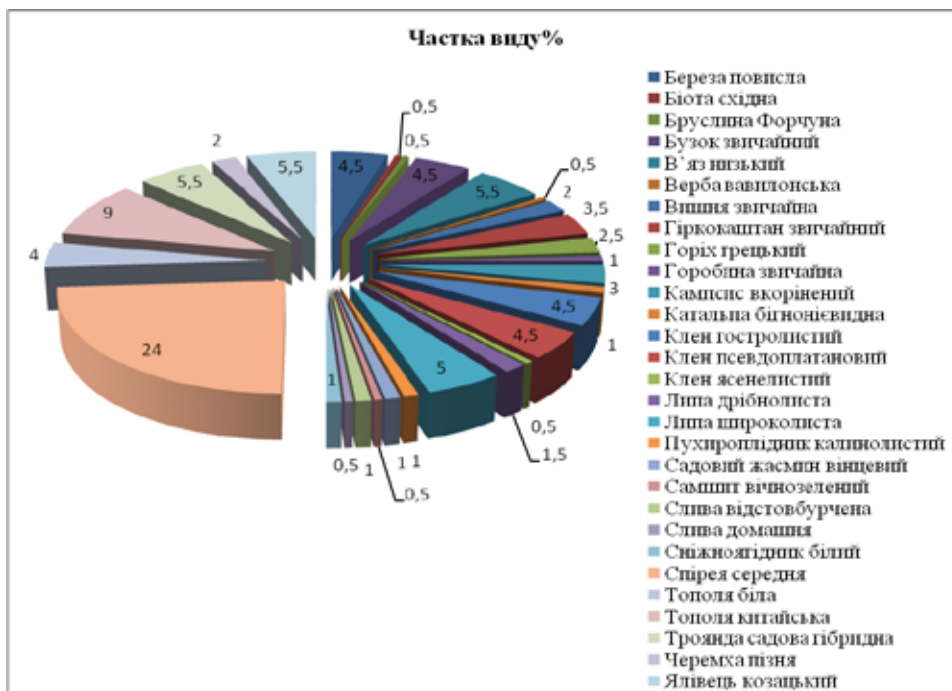


Рис. 2. Видова структура дендрофлори дитсадка № 182

Весь непоказний паркан, в разі відсутності фінансування, можна певною мірою оновити, використовуючи вертикальне озеленення. Рекомендований асортимент ліан наступний: західна і південна частини території – кампсис повзкий (*Campsis radicans* Seem.), дикий виноград п'ятилисточковий (*Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch.), ломиніс білий (*Clematis vitalba* L.); з північної та східної – дикий виноград п'ятилисточковий (*Parthenocissus quinquefolia*), гірчак бальджуанський (*Polygonum baldschuanicum* Regel.). Останній характеризується високими темпами приросту впродовж вегетаційного періоду, цвітінням у другій половині літа – на початку осені та достатньою тіньовитривалістю.

До складу зелених насаджень КЗДО № 233 (рис. 4) включено 20 деревних видів і один культивар. Чагарникова флора репрезентована трояндою садовою гібридною, спіреями середньою (*Spiraea media* L.) та Вангутта (*Spiraea × vanhouttei* (Briot) Zabel.), шипшиною собачою (*Rosa canina* L.), бирючиною звичайною (*Ligustrum vulgare* L.) та бузком звичайним (*Syringa vulgaris* L.). Останній визначено найчисельнішим видом з показником участі на рівні 44,1%. Решта кущів, за виключенням спіреї середньої (*Spiraea media* – 9 шт.), представлена в межах 1–2 екземплярів.

Незначне різноманіття, на нашу думку, потребує розширення асортименту із залученням до озеленення представників цієї життєвої форми, зокрема: будлеї Давида (*Buddleja davidii* Franch.), вейгели квітучої (*Weigela florida* DC), дейції шорсткої (*Deutzia scabra* Thunb.), форзиції європейської (*Forsythia europea* Deg. et Bald.), пухироплідника калинолистого (*Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim.), кизильника горизонтального (*Cotoneaster horizontalis* Decaisne) та мигдалю

трилопатевого (*Amygdalus triloba* (Lindl.) Rick.). Перераховані рослини будуть ефектно виглядати як групами, так і у ролі солітерів.



Рис. 3. Озеленення КЗДО № 182



Рис. 4. Озеленення КЗДО № 233

Вічнозелена дендрофлора репрезентована ялиною колючою (*Picea pungens* Engelm.) та її декоративною формою (*Picea pungens* f. «Glauca»), всього 3 особини. Збільшення кількості хвойних рослин у складі насаджень позитивно впливає на їхній зимовий колорит [10, с. 42]. За повідомленням Ковалевського С. та Кривохатко Г., оцінка декоративних властивостей низки представників виду туя західна (*Thuja occidentalis* L.) свідчить про доцільність їх введення до зелених насаджень різного призначення [7, с. 123]. З нашої точки зору, можливе застосування на території дитсадка карликових форм сосни гірської (*Pinus montana* Mill.), туї західної (*Thuja occidentalis* L.) та її культиварів («Smaragd», «Brabant», «Danica»), ялівців козацького (*Juniperus sabina* L.) та скельного (*Juniperus scopulorum* L.), біоти східної (*Biota orientalis* Endl.), псевдотсуги Мензіса (*Pseudotsuga menziesii* Franko).

До листопадних дерев віднесено 11 видів (рис. 5): айлант найвищий (*Ailanthus altissima* (Mill) Swingle), в'яз низький (*Ulmus pumila* L.), береза повисла (*Betula pendula* Roth. – найбільше особин), клен гостролистий (*Acer platanoides* L.), вишня звичайна (*Cerasus vulgaris* Mill.), липа дрібнолиста (*Tilia cordata* Mill.) тощо. Перші два з переліку – інвазійні, потребують контролю щодо самовідновлення. Молодих екземплярів у насадженні не зафіксовано, тому рекомендуємо доповнити зелену зону дитсадка № 233, використовуючи культивари клена гостролистого (форми «Drummondii» та «Crimson King»), вербу козячу (*Salix caprea* L.), клен сріблястий (*Aser saccharinum* L.), черемху пізню (*Padus serotina* (Ehrh.) Agardh.), церцис європейський (*Cercis siliquastrum* L.).

Паркан, яким огорожено заклад, подекуди є зруйнованим і не може повністю виконувати своє функціональне призначення. З північної частини окремі секції потребують ремонту і навіть заміни через наявність великих дір. Демонтажу огорожі сприяють і деякі дерева, що відтворюються самосівом та «врізаються» до її елементів. Завдяки активному росту в'яз низький (*Ulmus pumila* L.), шовковиця біла (*Morus alba* L.) та робінія псевдоакація (*Robinia pseudoacacia* L.) пришвидшують руйнацію паркану. Рекомендуємо проводити своєчасне видалення вказаних інтродукованих порід. Доречно оздобити паркан шляхом озеленення, наприклад, замаскувати гірчаком бальджуанським (*Polygonum baldschuanicum* Regel.), що вважається швидкозростаючим видом.

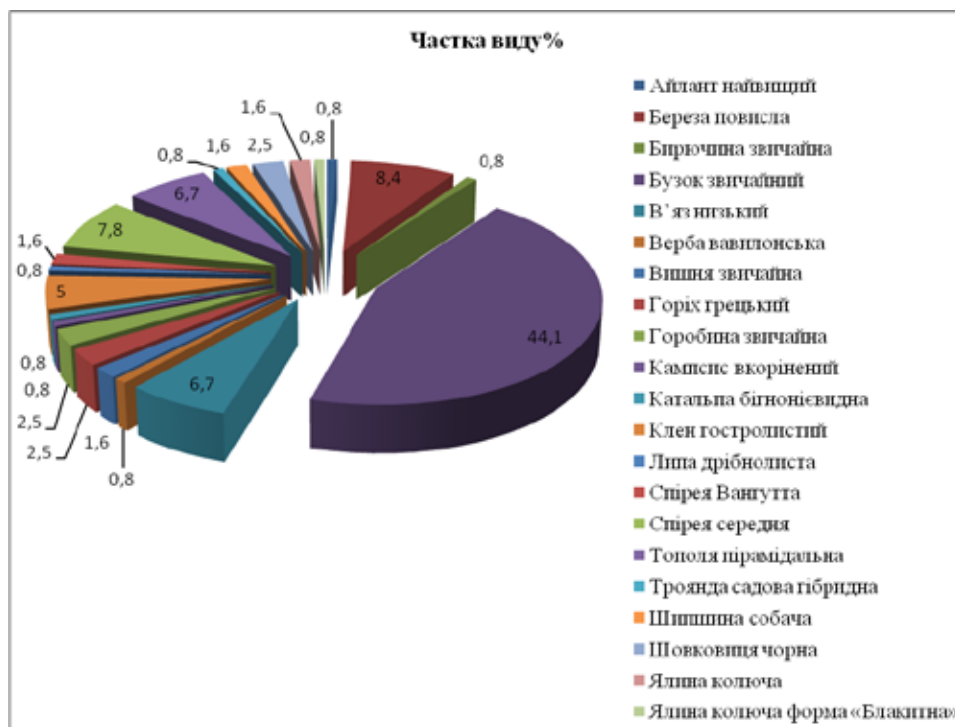


Рис. 5. Видова структура дендрофлори дитсадка № 233

Останній дитячий садок характеризується найбільшою площею порівняно з іншими розглянутими установами та має різноманітніший видовий склад зеленої зони. Дендрофлора налічує 36 видів рослин (табл. 1).

Серед чагарників виокремлено бузок звичайний (*Syringa vulgaris* L.) та троянду садову гібридну (*Rosa* L. x *hybrida*) як найчисельніші за кількістю екземплярів, а також спірею середню (*Spiraea media* L.), шипшину собачу (*Rosa canina* L.) та низку інших – з корисними та небажаними ознаками для дитячих дошкільних закладів. Способів їх розміщення на території декілька: поодинокі, групами чи живоплотами (рис. 6). У вигляді окремих кущів трапляються магонія падуболиста (*Mahonia aquifolium* Nutt.), садовий жасмина вінцевий (*Philadelphus coronarius* L.), свидина криваво-червона (*Swida sanguinea* (L.) Opiz), гібіск сирійський (*Hibiscus syriacus* L.). Через обмежену кількість декоративних чагарників пропонуємо збільшити їх чисельність в зелених насадженнях цієї установи. Варто звернути увагу на яскраві пагони свидини криваво-червоної, що зберігають естетичність ландшафту і взимку. В холодну пору ще можна оздобити територію, використовуючи кущі з декоративними плодами, зокрема, калину звичайну (*Viburnum opulus* L.) чи сніжноягідник білий (*Symphoricarpos albus* L.).

Для належного забезпечення гігієнічних та декоративних функцій до системи озеленення КЗДО № 241 бажано ввести ялину колючу форму «Глаука» (*Picea pungens* f. «Glauca»), ялівці козацький (*Juniperus sabina* L.) та віргінський (*Juniperus virginiana* L.), культивари туї західної (*Thuja occidentalis* L.) та біоти східної (*Biota orientalis* Endl.), враховуючи їх відповідність умовам зростання. Листяні дерева на території закладу репрезентовані такими видами як гірकोкаштан

звичайний (*Aesculus hippocastanum* L.), тополя пірамідальна (*Populus pyramidalis* Roz.), горіх грецький (*Juglans regia* L.), клен гостролистий (*Acer platanoides* L.), в'яз низький (*Ulmus pumila* L.), береза повисла (*Betula pendula* Roth.) тощо. Вишня звичайна (*Prunus cerasus* L.) займає панівне становище в межах цієї життєвої форми. Здебільшого дерева ростуть рядовими посадками вздовж алеї, паркану та як солітери на майданчику. Пропонуємо урізноманітнити асортимент листяних порід цікавішими екземплярами із акцентом на колір листя (*Prunus cerasifera* «Pissardii», *Acer negundo* «Flamingo», *Acer platanoides* «Drummondii») та форму крони (*Acer platanoides* «Globosa», *Ulmus scabra* «Pendula»).

Таблиця 1

Кількісний склад зелених насаджень на території КЗДО № 241

№	Видова назва рослин	%	№	Видова назва рослин	%
1	Абрикос звичайний	0,9	19	Липа широколиста	1,2
2	Барбарис Тунберга	0,6	20	Магонія падуболиста	0,3
3	Барбарис Тунберга форма «Admiration»	0,3	21	Робінія псевдоакація	0,3
4	Береза повисла	0,9	22	Садовий жасмин вінцевий	1,2
5	Бузок звичайний	24,9	23	Самшит вічнозелений	6,4
6	В'яз низький	3,1	24	Свидина криваво-червона	0,6
7	Виноград європейський	0,3	25	Слива домашня	3,1
8	Вишня звичайна	6,8	26	Спірея Вангутта	1,5
9	Гібіск сирійський	0,6	27	Спірея середня	0,3
10	Гіркокаштан звичайний	4,7	28	Тополя пірамідальна	4,0
11	Горіх грецький	1,5	29	Троянда витка	0,9
12	Горобина звичайна	1,2	30	Троянда садова гібридна	18,5
13	Груша звичайна	0,6	31	Туя складчаста	0,6
14	Дуб звичайний	0,6	32	Форзиція європейська	1,5
15	Кампсис вкорінений	0,6	33	Шипшина собача	1,2
16	Карагана деревоподібна	3,4	34	Шовковиця чорна	0,9
17	Клен гостролистий	4,3	35	Яблуня домашня	0,3
18	Клен ясенелистий	0,9	36	Ялівець лускатий форма «Blue Carpet»	0,3

Через самостійне та постійне поновлення *Acer negundo* (інвазійний вид) частина паркану з північного боку закладу зазнає деформації (рис. 7) та руйнації. В зв'язку з цим, виникає потреба щодо його поліпшення шляхом реконструкції чи вертикального озеленення за участі гірчаком бальджуанським *Parthenocissus quinquefolia*, *Polygonum baldschuanicum*, *Clematis vitalba*.

На території дитсадку розташовані цегляні альтанки для відпочинку дітей, розділені між собою завдяки підстриженим живоплотам із *Syringa vulgaris*, що вказує на доцільне використання останнього. Привертає також увагу трояндова алея на задньому плані, проте, покриття доріжок, що характеризується поганим станом (наявність ям і тріщин) та потребує ремонту, викликає неприємне враження.



Рис. 6. Озеленення КЗДО № 241



Рис. 7. Самосів клену ясенелистого

Висновки та перспективи подальших досліджень. Виявлено неоднорідність дендрофлори за видовою структурою залежно від місця зростання рослин на території трьох дитячих садків № 182, № 233, № 241 міста Дніпро. Найбагатшим різноманіттям охарактеризовано останній заклад, його зелена зона представлена 36 деревними видами. Встановлено низку спільних видів, що трапляються на території всіх дитячих установ, всього 10. Домінуючою біоморфою повсюдно визначено дерево. Асортимент Голонасінних рослин оцінено як недостатній та запропоновано варіанти щодо його поповнення.

Визначено співвідношення аборигенних та інтродукованих видів в досліджених зелених насадженнях, зафіксовано домінування екзотів лише в зеленій зоні дитсадка № 233.

Під час обстеження з'ясовано, що добір деревних і чагарникових рослин не завжди узгоджувався з їх декоративними властивостями та вимогами щодо створення зелених насаджень на території освітніх установ. Серед неприйнятних видів рослин (наявність колючок, неприємного запаху, отруйних речовин) для озеленення дошкільних навчальних закладів нами виявлено наступні: барбарис Тунберга (*Berberis thunbergii* L.), карагану деревоподібну (*Caragana arborescens* Lam.), магонію падуболисту (*Mahonia aquifolium* Nutt.), робінію псевдоакацію (*Robinia pseudoacacia* L.), троянди витку (*Rosa arvensis* Huds.) та чайно-гібридну (*Rosa* L. x *hybrida*), айлант найвищий (*Ailanthus altissima* Mill.). Найбільше небажаних рослин зафіксовано на території КЗДО № 241. Надано також рекомендації щодо оптимізації асортименту листяної дендрофлори кожного дошкільного закладу.

Перспективним напрямком подальших наукових розвідок вважаємо дослідження квіткового оформлення на територіях розглянутих дніпровських дитсадків.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бойко Т. О., Нацук О. С. Особливості озеленення зелених зон дошкільних навчальних закладів. *Інноваційні підходи до формування та управління антропогенними і природними екосистемами півдня України*: матеріали наук.-практ. Інтернет-конф. викладачів, молодих вчених та здобувачів вищої освіти, 18–19 березня 2020 р., м. Херсон. С. 47–50.
2. Дементьєва О. І., Брит А. О. Особливості проектування зелених насаджень обмеженого користування. *Наукові читання імені В. М. Виноградова* : матеріали

II-гої Всеукр. наук.-практ. конф., 21–22 трав. 2020 р. Херсон: ДВНЗ «ХДАУ», 2020. С. 27–28.

3. Дементьєва О. І., Лаврись В. Ю. Дементьєв С. В., Лаврись О. Ю. Особливості створення проекту озеленення та благоустрою дошкільних навчальних закладів сільської місцевості Херсонської області. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 133. С. 329–339.

4. Зібцева О. В., Юхновський В. Ю. Аналітична оцінка осучаснених норм озеленення міст. *Біоресурси і природокористування*. 2019. № 5–6, т. 11. С. 131–140.

5. Іванько І. А., Кулік А. Ф. Оцінка адаптаційних можливостей аборигенних та адвентивних видів деревних рослин Дніпропетровщини. *Питання степового лісознавства та лісової рекультивуації земель*. 2021, т. 50. С. 12–21.

6. Ковальський В. П., Лисій Г. І. Ландшафтний дизайн прилеглої території дошкільних навчальних закладів. *Тенденції сучасної науки: матеріали XI Міжнарод. наук.-практ. конференції, 7 червня 2016 р. Вінниця : ВНТУ, 2016. С. 60–64.*

7. Ковалевський С. Б., Кривохатко Г. А. Комплексна оцінка декоративності рослин культиварів *Thuja Occidentalis* L. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2019. № 2, т. 29. С. 23–25.

8. Колесніков Л. О., Колеснікова О. Л. Азіатсько-тихоокеанські елементи дендрофлори парку Полтавської державної аграрної академії. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2013. № 1. С. 61–65.

9. Кузик І. Р. Комплексна зелена зона міста Тернопіль: геоекоекологічні засади сталого функціонування : дис. д-ра філософії : 103 Науки про Землю / Тернопільський нац. педагог. ун-т ім. Володимира Гнатюка. Тернопіль, 2021. 217 с.

10. Мавко М. С. Роль колірних акцентів у сприйнятті паркового ландшафту. *Сучасний ландшафт: проектування, формування, збереження : тези доповідей учасників Всеукр. наук. конф., 17–18 листопада 2016. Київ : НУБіП України, 2016. С. 41–42.*

11. Мильнікова О. О., Задорожня М. Д., Додатко А. С. Аналіз таксономічного складу дендрофлори дошкільного навчального закладу м. Дніпро. *Рослини та урбанізація: матеріали дев'ятої Міжнарод. наук.-практ. конф., 5 березня 2020 р. Дніпро: ДДАЕУ, 2020. С. 148–149.*

12. Мильнікова О. О. Сучасний стан дендрофлори дитячих навчальних закладів на прикладі КЗО ДНЗ «Синій птах» № 377 м. Дніпро. *Рослини та урбанізація: матеріали XIII Міжнарод. наук.-практ. конф., 1 лютого 2024 р. Дніпро: ДДАЕУ, 2024. С. 31–33.*

13. Потапчук І. В., Бичковська Л. С. Проектування закладів дошкільної освіти: зарубіжний досвід. *Вісник НУВГП. Сер. Технічні науки*. 2020. Вип. 3(91). С. 99–110.

14. Потоцька С. О. Порівняльний аналіз дендрофлори зелених насаджень міста Чернігова. *Науковий вісник Ужгородського університету. Сер. Біологія*. 2012. Вип. 33. С. 64–70.

15. Протопопова В. В., Шевера М. В. Інвазійні види у флорі України. І. Група високо активних видів. *Geo & Bio*. 2019, т. 17. С. 116–135.

16. Роговський С. В. Причини деградації багаторічних зелених насаджень та шляхи вирішення наявних проблем на прикладі міста Білої Церкви. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2014. Вип. 24.4. С. 130–139.

17. Рубан Л. І. Структурні елементи комплексної зеленої зони міста «мікрорівня» як об'єкти ландшафтного проектування. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*. 2012. Вип. 30. С. 190–200.

18. Скляренко О. Ю. Історичні передумови формування дитячих закладів в умовах України. *Архітектурний вісник КНУБА : наук.-виробн. зб. Київ: КНУБА, 2019. Вип. 17–18. С. 161–170.*

19. Чипиляк Т. Ф., Лещенюк О. М., Мазура М. Ю. Стан деревно-чагарникових насаджень територій обмеженого користування промислового району міста Кривий Ріг. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2017. № 1, т. 27. С. 97–100.

УДК 639.21:597.551.4

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.38>

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ КЛАРІЄВОГО СОМА (*CLARIAS GARIEPINUS*) ЯК БІОЛОГІЧНОГО ВИДУ ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ СУЧАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Овдіюк В.М. – завідувач навчальної лабораторії кафедри зоології,
біологічного моніторингу та охорони природи,
Житомирський державний університет імені Івана Франка
orcid.org/0000-0001-9664-4844

В статті було проаналізовано теоретичні аспекти морфо-біологічних особливостей африканського сома *Clarias gariepinus*. Визначено біологічні особливості даного виду. У роботі акцентовано увагу на актуальності досліджень, пов'язаних із генетичними, фізіолого-біохімічними та екологічними особливостями африканського кларієвого сома (*Clarias gariepinus*). Сучасні наукові підходи сприяють вдосконаленню технологій вирощування цього виду в аквакультурі, зниженню ризику інфекційних захворювань, а також оптимізації кормових стратегій.

Було розглянуто ареал поширення африканського сома (*Clarias gariepinus*) в світі в цілому. Проаналізовано особливості заселення різних типів водних екосистем, зокрема річок, озер та заболочених водойм, що мають схильність до періодичного пересихання. Встановлено, що історично на різних територіях Африки представників цього роду класифікували як окремі види – *Clarias lazera* у північній та центральній частинах, *Clarias senegalensis* у східній, *Clarias mossambicus* у західній частині континенту. Згодом усі ці види були об'єднані під загальною видовою назвою.

Було висвітлено біолого-анатомічні та морфологічні особливості африканського кларієвого сома (*Clarias gariepinus*). Описано його поведінкові характеристики, як придонного виду з переважною нічною активністю та високою енергійністю в пошуках їжі. Зазначено, що представники цього виду належать до однієї з найрізноманітніших груп променеперих риб. Морфологічно *Clarias gariepinus* вирізняється видовженням циліндричним тілом, наявністю розвинених вусів, відсутністю луски та слизистим покривом шкіри. Особливості пігментації включають темне забарвлення спинної та бічної частин тіла, яке змінюється під впливом освітлення та стресу, утворюючи характерний мозаїкоподібний візерунок.

Зокрема, розглянуто особливості дихальної системи африканського сома (*Clarias gariepinus*), яка характеризується наявністю двох типів органів дихання. Встановлено, що основним механізмом є зяброве дихання, яке забезпечує газообмін у водному середовищі. Так, у разі зниження концентрації розчиненого кисню у воді сом здатний до атмосферного дихання завдяки спеціалізованим деревоподібним структурам, розташованим у повітряних камерах над зябрами. Відтак, така адаптація забезпечує виживання виду в екстремальних умовах, зокрема під час сезонного пересихання водойм, і дозволяє здійснювати активні міграції по суші на значні відстані. Представлені дані свідчать про високий рівень екологічної пластичності *Clarias gariepinus* та його здатність адаптуватися до змін навколишнього середовища.

Особливе значення має аналіз впливу антропогенних чинників на природні популяції, що є підґрунтям для розроблення ефективних заходів охорони водних екосистем і сталого використання біоресурсів. Завдяки високій екологічній пластичності та адаптивності *Clarias gariepinus* розглядається не лише як перспективний об'єкт для рибиництва, а й як модельний організм для дослідження біологічних реакцій на глобальні зміни навколишнього середовища.

Ключові слова: Кларієвий сом (*Clarias gariepinus*), морфо-біологічні особливості, будова тіла, RAS, аквакультурне середовище.

Ovdiuk V.M. Theoretical aspects of the *clarias catfish* (*Clarias gariepinus*) as a biological species through the prism of modern research

The article analyzes the theoretical aspects of the morpho-biological features of the African catfish *Clarias gariepinus*. The biological features of this species are determined. The paper focuses on the relevance of research related to the genetic, physiological, biochemical and ecological features of the African catfish *Clarias gariepinus*. Modern scientific approaches contribute to improving the technologies for growing this species in aquaculture, reducing the risk of infectious diseases, and optimizing feeding strategies.

The global distribution range of the African catfish (*Clarias gariepinus*) was reviewed. The characteristics of its settlement in various types of aquatic ecosystems, including rivers, lakes, and wetlands prone to periodic drying, were analyzed. It has been established that historically in different areas of Africa, representatives of this genus were classified as separate species – *Clarias lazera* in the northern and central parts, *Clarias senegalensis* in the eastern part, *Clarias mossambicus* in the western part of the continent. Subsequently, all these species were combined under a common specific name.

The biological, anatomical and morphological features of the African *Clarias catfish* (*Clarias gariepinus*) were highlighted. Its behavioral characteristics were described as a bottom-dwelling species with predominantly nocturnal activity and high energy in search of food. It is noted that representatives of this species belong to one of the most diverse groups of ray-finned fish. Morphologically, *Clarias gariepinus* is distinguished by an elongated cylindrical body, the presence of developed whiskers, the absence of scales and a mucous skin cover. Pigmentation features include a dark coloration of the dorsal and lateral parts of the body, which changes under the influence of lighting and stress, forming a characteristic mosaic-like pattern.

In particular, the features of the respiratory system of the African catfish (*Clarias gariepinus*), which is characterized by the presence of two types of respiratory organs, are considered. It was established that the main mechanism is gill respiration, which provides gas exchange in the aquatic environment. Thus, in the event of a decrease in the concentration of dissolved oxygen in the water, catfish are capable of atmospheric respiration thanks to specialized tree-like structures located in air chambers above the gills. Therefore, such adaptation ensures the survival of the species in extreme conditions, in particular during seasonal drying of water bodies, and allows for active migrations over land over significant distances. The presented data indicate a high level of ecological plasticity of *Clarias gariepinus* and its ability to adapt to environmental changes.

Of particular importance is the analysis of the impact of anthropogenic factors on natural populations, which is the basis for developing effective measures to protect aquatic ecosystems and sustainable use of biological resources. Due to its high ecological plasticity and adaptability, *Clarias gariepinus* is considered not only as a promising object for fish farming, but also as a model organism for studying biological responses to global environmental changes.

Key words: *Clarias gariepinus*, morpho-biological features, body structure, RAS, aquaculture environment.

Постановка проблеми. Вирощування кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) набуває все більшої популярності як у світі, так і в Україні, завдяки його біологічним особливостям та економічній доцільності. У багатьох країнах кларієвий сом є одним із найперспективніших об'єктів аквакультури. Це зумовлено його високим генетичним потенціалом росту, стійкістю до різних умов середовища та здатністю витримувати високі щільності посадки.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Африканський сом (*Clarias gariepinus*) є важливим біологічним видом, що має значний потенціал для аквакультури завдяки своїй адаптивності та високій продуктивності. Вивченням біологічних особливостей життєдіяльності даного виду сомів займаються ряд зарубіжних та вітчизняних науковців. Проблематиці адаптивності африканського сома в частині дослідження виживання в умовах низького вмісту кисню, високої токсичності аміаку та високої солоності завдяки допоміжним органам дихання присвячені праці Лісачова А., Нгуєна Д., Пантум Т., Ахмада С., Сінгчата В., Понджарата Дж., Джайсамута К. [1]. Морфологічні особливості африканського сома досліджувалися, в частині визначення морфометричних та меристичних характеристик,

було розглянуто рядом науковців Хаді Х., Барааджа А., Алі А. та Саджет М. [2]. Дослідженнями інновацій в заплідненні, в частині застосування нових методів запліднення яєць, які підвищують відсоток вилуплення до 97.1%, присвячені праці Кухарчука Д., Новосада Я. та Оміржанова Н. [3]. Генетичну різноманітність та структура популяцій висвітлювали в своїй праці Бараса Дж., Мдьоголо С., Абіла Р., Гроблер Дж., Скілтон Р., Біндеман Х., Нджахіра М., Чемойва Е., Дангасук О., Каунда-Арара Б. та Верхейс Е та інші. [4]. Отже, африканський сом є надзвичайно адаптивним видом з великим потенціалом для аквакультури завдяки своїм біологічним особливостям і можливостям генетичного покращення, зокрема, його здатність виживати в екстремальних умовах робить його цінним ресурсом для сталого розвитку аквакультури. Таким чином, подальші дослідження в царині вивчення морфо-біологічних особливостей є актуальними і на сьогодні.

Постановка завдання. Метою є дослідження та аналіз теоретичних аспектів морфо-біологічних особливостей африканського сома *Clarias gariepinus*. Визначення біологічних особливостей виду та використання технологій вирощування даного гідробіонта.

Виклад основного матеріалу. Африканський сом поширений на всій території африканського континенту. Ареалом проживання є як річки, озера, так і населяє болота, які мають схильність до періодичного пересихання. Територіально сом, який заселяв північну та центральну частину Африки, був описаний як *Clarias lazera*. В східній частині зазначається як *Clarias senegalensis*, західна частина описана видом *Clarias mossambicus*, південну частину населяє *Clarias gariepinus*. Останній вид був визнаний, як узагальнений для всіх попередніх [5, с. 5].

На сьогодні африканський сом *Clarias gariepinus* набув поширення майже по всьому світу. У доповіді всесвітньої організації ФАО вказано, що соми культивуються в 90 країнах світу. Він вирощується в таких країнах, як Бразилія, Кенія, Малі, Нігерія [6, с. 2]. До Європи був завезений на початку 80-х років. У 1985 р. Голландія вирощувала товарного сома в кількості 300 т на рік. На сьогодні Угорщина та Польща виробляють від 300 т до 880 т на рік [7, с. 1]. В Азії щорічне виробництво складає близько 200 млн. т. Варто зазначити, що на цей вид припадає найбільше внутрішнє виробництво аквакультури у США [8, с. 2].

Розглянемо біолого-анатомічні та морфологічні особливості даного виду риби. Соми – це енергійні придонні мешканці водойм, які активно шукають їжу, особливо вночі. Вони також є однією з найрізноманітніших груп променеперих риб у всьому світі. Сом характеризується циліндричним тілом, великими вусами та без луски, порівняно з іншими телеостатичними рибами [6, с. 2]. У сомів шкіра вкрита великою кількістю слизу, яка темно пігментована в спинній і бічних частинах тіла (рис. 1). Риба під впливом світла стає світлішою. Під час стресу у них проявляється мозаїкоподібний малюнок з темних і світлих плям [5, с. 5].

Clarias gariepinus має велику пащу, завдяки якій має здатність харчуватися різноманітними продуктами харчування, починаючи від дрібного зоопланктону і закінчуючи рибою. Величина пащі по окружності складає 1/4 від довжини тіла, що дає змогу полювати на відносно велику рибу по відношенню до свого розміру.

У зв'язку з тим що, африканський сом живе в замулених водоймах і віддає перевагу харчування в темний період чи в темних місцях, у нього розвинені певні органи відчуття. Так, він має навколо пащі 8 вусиків: носовий, верхньощелепний, зовнішній нижньощелепний і внутрішній нижньощелепний, які використовуються як щупальця. Близько до носових вусиків розташовані два органи нюху. За допомогою цих органів сом може знаходити їжу на дотик і запах (рис. 2).



Рис. 1. Зовнішній вигляд та будова тіла кларієвого сома (*clarias gariepinus*)
Джерело: власні дослідження



Рис. 2. Зовнішній вигляд та будова голови кларієвого сома (*clarias gariepinus*)
Джерело: власні дослідження

Плавців у африканського сома є дві групи – медіальні та парні. До медіальних відносяться: спинний, хвостовий та анальний плавець; до парних – грудні та черевні. Однією з особливостей даного виду є здатність до переміщення по поверхні за межами водного середовища, як результат – у грудних плавцях розвилися доволі тверді шипи і завдяки локомоторним функціям може переміщуватися за межами водойми.

Варто зазначити, що у африканського сома *Clarias gariepinus* для дихання є два органи. Зябра використовуються для дихання в воді. При зниженні розчиненого кисню у воді до критичного рівня, сом може дихати атмосферним повітрям. Газообмін відбувається через деревоподібні органи в повітряних камерах над зябрами. Ця властивість дає змогу сому в посушливий період переміщуватись на великі відстані [8].

Так, *Clarias gariepinus* має певну особливість на відміну від інших видів – це кількість зябрових рекерів на першій зябровій дузі який складає від 20 до 100, при 14 до 40 у *Clarias anguillaris* [9, с. 13]. *Clarias gariepinus* – по стійкості до солоності водного середовища відносять до стеногалінових риб, тобто прісноводних. Під час досліджень було доведено, що середня летальна солоність була визначена в межах 8 ‰ проміле. В інших дослідженнях показник солоності при яких смертність груп складала 100% коливався від 15 до 20 ‰. Рівень толерантності до осмотичного стресу може бути пов'язаний із джерелом стресу, різницею в стадії розвитку, віку, в який час проводились експеримент [9, с. 25].

Важливим фактором для культивування африканського сома є кисло-лужний баланс води, в якій він утримується. Під час досліджень було встановлено, що для максимальної продуктивності показник рН, має бути в межах 6,5-8,5. Найбільший ріст в довжину до 50,51% спостерігався при лужності рН 7. Граничні показники при яких *Clarias gariepinus* не настає смертність виявлені при значеннях рН від 4 до 10. Летальність настає при низькому рівні показників рН 2-3, та високому рН 11-12 через 24 години [10, с. 2].

При дослідженні впливу розчиненого нітрогену уводі наафриканського сома в якій він вирощується, було встановлено, що бажана концентрація повинна відповідати 24 μM (0,34 мг $\text{NH}_3\text{-N/L}$). При такому значенні зниження споживання корму можливий на 10% та зниження росту на 5%. Постійна концентрація NH_3 на рівні 176 μM (2,5 мг $\text{NH}_3\text{-N/L}$) призводить до порушення морфології зябер, інших порушень не виявлено, що можна вважати порогом концентрації. При рівні 1084 μM відбувалось зниження споживання корму на 58% [11, с. 115].

Були проведенні досліді впливу освітленості на ріст та поведінку *Clarias gariepinus*. Результати досліджень в поєднанні з екологічними та анатомічними даними продемонстрували, що під час активного періоду доби цей вид віддає перевагу місцям які перебувають в затемненому або темному місці. Тому для зниження стресу, агресії, підвищення темпів зростання, зменшення канібалізму, потрібно створювати за можливості комфортні умови по освітленості. Так, швидкість росту личинок *Clarias gariepinus* збільшується при зменшенні освітленості. Найбільший ріст зафіксований при повній темряві. Під час постійної освітленості, поведінка личинок і ювенільних сомів змінювалась до зростання агресії та підвищення захворюваності [12].

Також, не менш цікавим дослідженням, була спроба визначити вплив окремих кольорів таких, як червоний, зелений та жовтий. Результати статистичного аналізу показали, що середня питома швидкість росту суттєво не залежала від кольору освітлення, але червоний колір найбільше вирізнявся за показниками від інших. Середня питома швидкість росту коливалась при використанні світлофільтрів різних кольорів для освітленні басейнів з рибою: при червоному кольорі 1,899; жовтому 1,782; зеленому 1,642 і контрольний 1,570 [13].

Помітних анатомічних відмінностей між самцями і самками кларієвого сома немає. Середня довжина тіла у риб при статевому дозріванні складає від 260 до 750 мм. Так, кларієвий сом на кінець першого року життя досягає статевої зрілості. При штучно створених умовах, наприклад УЗВ (RAS) можуть досягати у шестимісячному віці. В природніх умовах кларієвий сом розмножується один раз на рік, пік збігається з сезонними літніми дощами. При використанні технологій вирощування з контрольованою температурою середовища, сом втрачає сезонну періодичність, що дає змогу культивувати цілий рік. Оптимальна температура утримання в УЗВ (RAS) становить 24-26°C [14, с. 32].

Для розмноження і вирощування африканського кларієвого сома в промисловій аквакультурі, використовуються технології штучного нересту з використанням гормональних препаратів, що спонукають до дозрівання репродуктивних клітин [15].

Плодючість риби пов'язана з довжиною її тіла яку можна визначити за формулою $F=0,04TL(\text{см})$ 3,39 де загальна довжина $=TL$. Яйцеклітини мають бімодальний розподіл розмірів, що свідчить про можливість кількох циклів нересту протягом одного року. Здатність до нересту дуже тісно пов'язана з вагою ікри. Статевий диморфізм виражений в зовнішніх статевих органах. У самців є різко загострений

статевий сошок, в який спорожняються сечовід і сім'явивідна протока. У самки уrogenітальний отвір трохи більше родимкового наросту. У обох статей сечостатева пора знаходиться відразу за анальним отвором.

Яєчники у *Clarias gariepinus* являють собою парні, витягнуті мішкоподібні структури, що лежать в порожнині тіла. Зазвичай вони рівні за розміром, але іноді один більший за інший та бувають випадки відсутності одного. Каудальні кінці яєчників кріпляться до статевого сосочка через загальний яйцепровід. У міру дозрівання яєчник змінює колір від кремово-білого в незрілому стані до зеленуватого або червонувато-коричневого у зрілої риби [16].

Завдяки своїй здатності до споживання як рослинної їжі так і тваринної, з легкістю може адаптуватися до різних умов середовища. Хоча, численні дослідження, які були проведені щодо харчування *Clarias gariepinus*, їх зазвичай класифікують, як всеїдних або хижаків. Наприклад, Міха (1973) досліджував сомів з річки Убангі (Центральноафриканська Республіка) і виявив, що *Clarias lazera*. (*Clarias gariepinus*) харчуються переважно водними комахами, рибою та залишками вищих рослин. Харчуються також наземними комахами, молюсками та фруктами [9, с. 19].

Згідно проведених досліджень, максимально зареєстрований об'єм їжі у шлунку сома склав 1/45 від ваги тіла. Середня кількість спожитого корму зменшується в залежності від збільшення ваги тіла риби [17]. Отже, можна стверджувати, що африканський сом (кларієвий сом) *Clarias gariepinus* є поширеною рибою в аквакультурі, яка зайняла одне з перших місць в культивуванні у різних регіонах світу. Популярність даного виду обумовлена високою продуктивністю, стійкістю до хвороб, швидкого пристосування до змін в складі оточуючого середовища і здатністю до швидкого зростання. Розведення даної риби включає різні методи індукованого розмноження та генетичного поліпшення. Проте, розведення африканського сома є складним процесом, що вимагає врахування багатьох факторів, таких як вибір методів індукції, генетичного вдосконалення та умов інкубації. Використання сучасних методів та технологій значно підвищує ефективність розведення та забезпечення стабільного постачання якісного малька.

Вивчаючи історію розвитку аквакультури сома в США, яка починається з 1910 року можна побачити швидкий розвиток технологій виробництва товарної риби. Перші зареєстровані повідомлення про комерційне вирощування малька сома в Америці з'являються з 1946 р. Також були і спади виробництва, зокрема в період 2003-2013 рр. Проте, завдяки запровадженню інтенсивних систем (роздільні ставки, інтенсивна аерація), що зменшило витрати, призвело до стабільного зростання в період 2014-2019 рр. Важливим досвідом в аквакультурі США є технології вирощування малька, асоціацій фермерів, досліджень, розширення, маркетингу та державної/федеральної підтримки. Такий підхід дав поштовх до впровадження більш інтенсивних технологій виробництва, що в поєднанні з розвитком маркетингових стратегій створило умови для відновлення промислового вирощування сома в США [18, с. 2].

Сучасні технології в аквакультурі африканського сома дають змогу підвищувати продуктивність завдяки розповсюдженню таких технологій, як штучне розмноження комерційно важливих видів, вдосконалені корми та технології годівлі, системи інтенсивного виробництва, боротьба з хворобами та генетично вдосконалені технології, альтернативні технології аквакультури такі, як інтенсивна аерація [19, с. 16].

Сом є одним із видів прісноводних культивованих риб, які мають потенціал для розвитку. Вирощування за передовими технологіями в інтенсивних системах

вимагає більшого споживання корму, необхідний якісний гранульований корм, але за доступною ціною. Проблема дорожнечі вирощування сома – це виклик, який необхідно вирішити [20, с. 663].

Так, на сьогоднішній день технологію культивування африканського сома можна розділити на такі основні технологічні процеси: відтворення процесу нересту, відтворення рибо-посадкового матеріалу, вирощування товарної риби, технологія годівлі [21, с. 20]. В залежності від кліматичної зони ці процеси підлягають корекції. При відтворенні процесу нересту, маточне поголів'я утримується в ґрунтових водоймах, відкритих проточних системах на прикладі дослідницькому проєкті Бангі, Центральноафриканська Республіка [5, с. 3]. Там, де температурний режим не дозволяє створити умови на відкритому повітрі, маточне поголів'я утримується в закритих аквакультурних системах, де є можливість відтворювати природні показники періоду нересту в межах $+25^{\circ}\text{C}$ [22, с. 18].

Етап розвитку розведення африканського сома характеризується декількома стадіями розвитку: стадія ооцита, коли яйцеклітина запліднена в іншому випадку не відповідає цій стадії. Ембріональна стадія – це період від початку запліднення яйцеклітини до часу вилуплення ембріону. Постембріональна стадія характеризується періодом виходу личинки з хоріона до повного розсмоктування жовтка. Личинкова стадія характеризується періодом від поглинання жовтка до початку екзогенного живлення. Тривалість до 4 днів, довжина личинки складає $9,3 \pm 0,5$ мм [23, с. 3]. Годування личинки проводиться шість разів на день кожні 4 години. В якості корму використовують живі та заморожені науплії *Artemia*, зоопланктон (*Moina micrura*) та дріжджовий порошок яловичина, печінка. Цей період складає 14 діб [24, с. 4].

Початок дихання повітрям характеризується ювенільним періодом. При придбанні рибопосадкового матеріалу на прикладі асоціації виробників сомів Південної Африки, були встановлені мінімальні розміри мальків 50 мм. В Данії продаж малька переважно відбувається при вазі від 5 грам. В Цьому віці мальок менш сприятливий до бактеріальних інфекцій [25, с. 513].

В європейській частині, де присутні кліматичні сезонні зміни, які пов'язані зі зниженням температури, використовується технологія вирощування африканського сома в рециркуляційних аквакультурних системах (RAS). Ця система являється одною з найбільш стійких систем для вирощування товарної риби. Повторне використання технологічної води з підживленням всього 10%, дає змогу економити такі цінні ресурси як воду, та дає можливість вирощувати рибу з великою щільністю до 350кг/м^3 [26].

Варто зазначити, що всі типи системи RAS повинні дотримуватися обов'язкових вимог щодо їх функціонування. Даний процес передбачає:

1. Очищення технологічної води в частині видалення твердих та зважених частинок; усунення хімічних забруднень, таких як азот у вигляді амонію (NH_3), із подальшим перетворенням на менш токсичні речовини; видалення фосфору.
2. Насичення води, тобто збагачення киснем для підтримання життєдіяльності організмів; за потреби додавання озону для підвищення концентрації кисню у воді.
3. Дезінфекція води.
4. Контроль параметрів води, а саме регулювання та підтримка заданої температури та рівня рН відповідно до вимог.

Висновки та пропозиції. Кларієвий сом (*Clarias gariepinus*), завдяки своїм унікальним біологічним характеристикам, високій адаптивності до різноманітних

умов середовища та значному промислового потенціалу, є найбільш перспективним для вирощування в умовах RAS. Сучасні дослідження свідчать про високі темпи росту, витривалість до гіпоксичних умов, а також здатність до активного розмноження в умовах аквакультури, що робить цей вид перспективним об'єктом для рибництва в регіонах із різноманітними кліматичними умовами.

Як результат, можемо спостерігати зростаючий інтерес до вивчення генетичних, фізіолого-біохімічних та екологічних особливостей *Clarias gariepinus*, що дозволяє вдосконалювати технології його вирощування, знижувати ризики захворювань та оптимізувати кормові раціони. Варто зазначити, що активне дослідження впливу антропогенних чинників на популяційний стан виду в природних водоймах, сприяє розвитку ефективних заходів з охорони біорізноманіття та раціонального використання водних біоресурсів. Отже, кларієвий сом виступає не лише як об'єкт господарського значення, а й як важливий модельний організм для вивчення адаптивних механізмів в умовах глобальних змін довкілля.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Lisachov A., Nguyen D., Panthum T., Ahmad S., Singchat W., Ponjarat J., Jaisamut K., Srisapoom P., Duengkae P., Hatachote S., Sripairoj K., Muangmai N., Unajak S., Han K., Na-Nakorn U., Srikulnath K. Emerging importance of bighead catfish (*Clarias macrocephalus*) and north African catfish (*C. gariepinus*) as a bioresource and their genomic perspective. *Aquaculture*. 2023. Vol. 573. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2023.739585> (дата звернення: 10.04.2025).
2. Hadi H., Baraaj A., Ali A., Sajet M. First record of the north african catfish *clarias gariepinus* (Burchell, 1822) (siluriformes, clariidae) in tigris river, iraq. *Bulletin of the Iraq Natural History Museum*. 2024. Vol. 18. No. 2. URL: <https://doi.org/10.26842/binhm.7.2024.18.2.0477> (дата звернення: 01.04.2025).
3. Kucharczyk D., Kucharczyk D., Nowosad J., Omirzhanova N. Optimization of artificial insemination outcomes of African catfish (*Clarias gariepinus*) with differing hatchery conditions. *Animal reproduction science*. 2019. T. 211. Pp. 1-7. URL: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2019.106222> (дата звернення: 11.04.2025).
4. Barasa J., Mdyogolo S., Abila R., Grobler J., Skilton R., Bindeman H., Njahira M., Chemoiwa E., Dangasuk O., Kaunda-Arara B., Verheyen E. Genetic diversity and population structure of the African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) in Kenya: implication for conservation and aquaculture – Corrigendum. *Belgian Journal of Zoology*. 2017. T. 147. № 2. URL: <https://doi.org/10.26496/BJZ.2017.14> (дата звернення: 10.04.2025).
5. Viveen W.J., Richter C.J., Oordt P.G., Janssen J.A., Huisman E.A. *Practical manual for the culture of the African catfish (Clarias Gariepinus)*. Paperback. 1986. № 1. 93 p.
6. Segaran Th., Azra M., Rumeaida M., Lananan F. Catfishes: A global review of the literature. *Heliyon*. 2023. № 9. 18 p.
7. Adamek Ye., Bekh V., Martseniuk V. Afrykanskyi klariievyy som (*Clarias gariepinus*) – tsinnyi ob'ekt rybnystva. URL: https://chnг.darg.gov.ua/files/16/afr_som.pdf.
8. Haymer D., Khedkar G. Biology of selected *Clarias* catfish species used in aquaculture. *Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh*. 2022. T. 74. URL: <https://doi.org/10.46989/001c.37958> (дата звернення: 10.04.2025).
9. Janssen D., Graaf J., Janssen J. *Artificial reproduction and pond cultivation of African catfish Clarias gariepinus in sub-Saharan Africa: a manual*. 1996. № 362. P. 1-73.
10. Uzoka Ch., Nwigwe H., Ihejirika Ch., Ibe C., Onwuagba J. Growth and survival of hatchlings of *Clarias gariepinus* subjected to various pH. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences (JBES)*. 2012. Vol. 2. No. 10. Pp. 35-39.

11. Schram E., Roques J., Abbink W., Spanings T., Vries P., Bierman S., Vis H., Flik G. The impact of elevated water ammonia concentration on physiology, growth and feed intake of African catfish (*Clarias gariepinus*). *Aquaculture journal*. 2010. Vol. 306, Issues 1-4. Pp. 108-115. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848610003704> (дата звернення: 12.04.2025).
12. Britz P. Pienaar A. Laboratory experiments on the effect of light and cover on the behaviour and growth of African catfish, *Clarias gariepinus* (Pisces: Clariidae). *Zool., Lond*, 2009. 227 (1). Pp. 43-62. URL: <https://doi.org/10.1111/J.14697998.1992.TB04343.X> (дата звернення: 10.04.2025).
13. Gunawan I., Suraya U. Pengaruh Perbedaan Warna Lampu Terhadap Laju Pertumbuhan Spesifik Benih Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Ilmu Hewani Tropika*. 2020. Vol 8. No. 2. Pp. 54-62.
14. Андрищенко А.І., Вовк Н.І. Аквакультура штучних водойм. Частина II. Індустріальна аквакультура. Підручник. Київ. 2014. 586 с.
15. Romanova E., Mukhitova M., Romanov V., Lyubomirova V., Shadieva L., Shlenkina T. Features of puberty in female African Clary catfish in high-tech industrial aquaculture. *IOP. Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019. P. 403. URL: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/403/1/01212> (дата звернення: 15.04.2025).
16. Clay D. Sexual maturity and fecundity of the African catfish (*Clarias gariepinus*) with an observation on the spawning behaviour of the Nile catfish (*Clarias lazera*). *Zoological Journal of the Linnean Society*. 1979. № 65. Pp. 351-365. URL: <https://doi.org/10.1111/J.1096-3642.1979.TB01100.X> (дата звернення: 10.04.2025).
17. Thakur N. On the Food of the Air-breathing Catfish, *Clarias batrachus* (LINN.) Occurring in Wild Waters. *International Review of Hydrobiology*. 1978. № 63. Pp. 421-431. URL: <https://doi.org/10.1002/IROH.19780630310> (дата звернення: 10.04.2025).
18. Engle C., Hanson T., Kumar G. Economic history of U.S. catfish farming: Lessons for growth and development of aquaculture. *Aquaculture Economics & Management*. 2021. № 26. Pp. 1-35. URL: <https://doi.org/10.1080/13657305.2021.1896606> (дата звернення: 10.04.2025).
19. Kumar G., Engle C., Avery J., Dorman L., Whitis G., Roy L., Xie L. Characteristics of early adoption and non-adoption of alternative catfish production technologies in the U.S. *Aquaculture Economics & Management*. 2020. № 25. Pp. 70-88. URL: <https://doi.org/10.1080/13657305.2020.1803446> (дата звернення: 10.04.2025).
20. Suryani S., Andriani A., Rejeki G., Pratama G. Training and Implementation of Catfish Feed Technology in the Sedana Sari Fish Farmers Group in Selat Village, Abiansemal, Badung, Bali. *Asian Journal of Community Services*. 2023. Vol. 2 No. 8. Pp. 663-670. DOI: URL: <https://doi.org/10.55927/ajcs.v2i8.5629> (дата звернення: 18.04.2025).
21. Технологія виробництва продукції аквакультури методичні рекомендації для вивчення курсу та самостійної роботи студентам за напрямом підготовки 6.090102 «ТВПШТ». Ч. V «Ставові рибицтво». Укладач: Г. А. Данильчук. Миколаїв. 2014. 57 с.
22. Peteri A., Moth-Poulsen Ths., Kovacs E., Toth I., Woynarovich A. African catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell 1822) production with special reference to temperate zones. A manual. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2015. 95 p.
23. Olaniyi W., Omitogun O. Embryonic and larval developmental stages of African giant catfish *Heterobranchus bidorsalis* (Geoffroy Saint Hilaire, 1809) (Teleostei, Clariidae). *SpringerPlus*. 2014. № 3. URL: <https://doi.org/10.1186/2193-1801-3-677> (дата звернення: 12.04.2025).
24. Kerdchuen N., Legendre M. Larval rearing of an African catfish, *Heterobranchus longifilis*, (Teleostei, Clariidae): a comparison between natural and artificial diet. *Aquatic Living Resources*. 1994. № 7. Pp. 247-253. URL: <https://doi.org/10.1051/ALR:1994027> (дата звернення: 10.04.2025).

25. Haylor G. Terminology for the early developmental stages of the African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell): working definitions for aquaculture. *Aquaculture Research*. 1992. № 23. Pp. 511-514. URL:<https://doi.org/10.1111/J.1365-2109.1992.TB00794.X> (дата звернення: 19.04.2025).

26. Strauch S., Wenzel L., Bischoff A., Dellwig O., Klein J., Schüch A., Wasenitz B., Palm H. Commercial African Catfish (*Clarias gariepinus*) Recirculating Aquaculture Systems: Assessment of Element and Energy Pathways with Special Focus on the Phosphorus Cycle. *Sustainability*. 2018. Vol. 10 (6), 1805. URL:<https://doi.org/10.3390/SU10061805> (дата звернення: 20.04.2025).

УДК 631.879

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.39>

КОМПЛЕКСНА СИСТЕМА УДОБРЕННЯ КУКУРУДЗИ ЗА ДОПОМОГОЮ СУПУТНЬО-ПЛАСТОВОЇ ВОДИ ТА ПРОБІОТИКІВ

Писаренко П.В. – д.с.-г.н., професор,
завідувач кафедри екології, збалансованого природокористування
та захисту довкілля,
Полтавський державний аграрний університет
orcid.org/0000-0002-4915-265X

Самойлік М.С. – д.е.н.,
професор кафедри екології, збалансованого природокористування
та захисту довкілля,
Полтавський державний аграрний університет
orcid.org/0000-0003-2410-865X

Диченко О.Ю. – к.с.-г.н.,
доцент кафедри екології, збалансованого природокористування
та захисту довкілля,
Полтавський державний аграрний університет
orcid.org/0000-0003-0113-9998

Середа М.С. – аспірант кафедри екології, збалансованого природокористування
та захисту довкілля,
Полтавський державний аграрний університет
orcid.org/0000-0002-6151-2144

Жилін О.С. – аспірант кафедри екології, збалансованого природокористування
та захисту довкілля,
Полтавський державний аграрний університет
orcid.org/0009-0004-4595-7911

У сучасному землеробстві суттєво змінюються екологічні умови розвитку екосистем, що в першу чергу – посилюється антропогенними впливами, наслідками воєнних дій, економічною та енергетичною кризою в країні та актуалізує питання підтримки сталого функціонування агроєкосистем в контексті біосферної парадигми суспільних цінностей, що дозволить створити передумови для переходу країни на екологоорієнтовану модель розвитку. Все це обумовлює необхідність пошук нових речовин, що дозволили б обґрунтувати інноваційні екологобезпечні види добрив при мінімальних затратах.

Основною метою даної роботи є визначення можливості використання інноваційних удобрювальних засобів на основі біологічних методів – суміші супутньо-пластової води (СПВ) та пробіотику. На першому етапі проведено польові дослідження щодо можливості використання інноваційних удобрювальних засобів на основі біологічних методів – суміші СПВ та пробіотику. Встановлено, що найкращою дозою СПВ у даній суміші на посівах кукурудзи є 900 л/га та пробіотик 100 л/га (10% розведення), що дозволило отримати у середньому приріст урожаю за роки досліджень у розмірі 45,9%.

На наступному етапі проведено порівняння екологобезпечних технологій удобрення кукурудзи, які дозволяють покращити якість ґрунту: внесення гною, обробленого СПВ дозою 250 л/т та пробіотиком дозою 100 л/т (розбавлення 10%); внесення СПВ як основного добрива у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10); внесення гною, обробленого СПВ дозою 250 л/т та пробіотиком дозою 100 л/т (розбавлення 10%), у подальшому – внесення СПВ та пробіотику як некореневого підживлення кукурудзи (у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10); внесення СПВ як основного добрива у концентрації 900 л/га

та пробіотику 100 л/га (1:10), у подальшому – внесення СПВ та пробіотику як некореневого підживлення кукурудзи (у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10); внесення гною за стандартною технологією ВНТП-АПК-09.06, 6 місяців.

Обґрунтовано комплексну систему удобрення кукурудзи за допомогою супутньо-пластової води та пробіотиків з використанням даної суміші для оброблення гною (СПВ дозою 250 л/м та пробіотиком дозою 100 л/м (1:10)) та як некореневого підживлення (у концентрації 50 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10)), що дозволяє отримати приріст урожаю на 63,4%, у той час як окремо при внесенні гною, обробленого СПВ та пробіотиком 46,4%, при внесенні суміші СПВ та пробіотику як основного добрива – 33,5%.

Ключові слова: кукурудза, супутньо-пластова вода, пробіотик, родючість ґрунту, удобрення, некореневе підживлення.

Pysarenko P.V., Samoilik M.S., Dychenko O.Yu., Sereda M.S., Zhylin O.S. Integrated corn fertilization system using associated formation water and probiotics

In modern agriculture, the ecological conditions for the development of ecosystems are changing significantly, which is primarily exacerbated by anthropogenic influences, the consequences of military actions, the economic and energy crisis in the country and makes the issue of supporting the sustainable functioning of agroecosystems in the context of the biosphere paradigm of social values, which will create the prerequisites for the country's transition to an environmentally friendly development model, a necessity for the search for new substances that would allow us to substantiate innovative environmentally friendly types of fertilizers at minimal cost.

The main goal of this work is to determine the possibility of using innovative fertilizers based on biological methods – a mixture of associated formation water (AWW) and probiotics. At the first stage, field studies were conducted on the possibility of using innovative fertilizers based on biological methods – a mixture of AWW and probiotics. It was found that the best dose of AWW in this mixture on corn crops is 900 l/ha and probiotic 100 l/ha (10% dilution), which allowed to obtain an average yield increase over the years of research of 45.9%.

At the next stage, a comparison of environmentally friendly corn fertilization technologies was carried out, which allow to improve soil quality: application of manure treated with AWW at a dose of 250 l/t and probiotic at a dose of 100 l/t (10% dilution); application of SPV as the main fertilizer at a concentration of 900 l/ha and probiotic 100 l/ha (1:10); application of manure treated with SPV at a dose of 250 l/t and probiotic at a dose of 100 l/t (10% dilution), subsequently – application of SPV and probiotic as foliar feeding of corn (at a concentration of 900 l/ha and probiotic 100 l/ha (1:10); application of SPV as the main fertilizer at a concentration of 900 l/ha and probiotic 100 l/ha (1:10), subsequently – application of SPV and probiotic as foliar feeding of corn (at a concentration of 900 l/ha and probiotic 100 l/ha (1:10); application of manure according to standard technology VNTP-APK-09.06, 6 months.

A comprehensive system of corn fertilization using associated layer water and probiotics using this mixture for manure treatment (SPV at a dose of 250 l/t and probiotic at a dose of 100 l/t (1:10)) and as foliar top dressing (at a concentration of 50 l/ha and probiotic 100 l/ha (1:10)) has been substantiated, which allows obtaining a yield increase of 63.4%, while separately when applying manure treated with SPV and probiotic – 46.4%, when applying a mixture of SPV and probiotic as the main fertilizer – 33.5%.

Key words: corn, associated formation water, probiotic, soil fertility, fertilizer, foliar feeding.

Постановка проблеми. У сучасному землеробстві суттєво змінюються екологічні умови розвитку екосистем, що посилюється антропогенними впливами, наслідками воєнних дій, економічною та енергетичною кризою в країні та актуалізує питання підтримки сталого функціонування агроекосистем контексті біосферної парадигми суспільних цінностей, що дозволить створити передумови для переходу країни на екологоорієнтовану модель розвитку. Все це обумовлює необхідність пошук нових речовин, що дозволили б обґрунтувати інноваційні еколого-безпечні види добрив при мінімальних затратах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Попередні дослідження науковців дозволили встановити оптимальну дозу використання супутньо-пластової води (СПВ) для покращення якості органічних добрив [1-2]. Також враховуючи

необхідність збільшення органічної речовини в ґрунті, актуалізується питання щодо використання пробіотичних препаратів для відновлення родючості ґрунтів [3-5]. Зокрема ряд науковців Кравченко Н., Патики М., Писаренко П., Porto de Souza V., Romero-Olivares A. та ін. [6-9] відзначають позитивний вплив пробіотичних препаратів, зокрема на основні бактерії роду *Bacillus*, на покращення активності ґрунтової мікробіоти. У цьому аспекті доцільно розширити науковий пошук інноваційних екологобезпечних засобів відновлення ґрунту, зокрема щодо синергічної дії пробіотичних препаратів та супутньо-пластової води, а також встановлення оптимальних доз їх сумісного використання для обґрунтування екологобезпечної системи використання нових видів добрив є актуальним та малодослідженим на сьогодні.

Постановка завдання. Головною метою даної роботи стало дослідити можливість використання інноваційних удобрювальних засобів на основі біологічних методів – суміші СПВ та пробіотику та визначити ефективність використання даної суміші як основного добрива та некореневого підживлення.

Експериментальну частину досліджень проводили протягом 2021-2024 рр. на території Полтавської обл., Миргородського р-н, с. Яреськи (ТОВ «АГРОФІРМА ім. ДОВЖЕНКА»), лабораторні дослідження проводилися у лабораторії агроекологічного моніторингу Полтавського державного аграрного університету (ПДАУ). Дослідження проводилися у виробничих умовах, вносили супутньо-пластову воду та пробіотик за допомогою машини РЖУ-3,6 під основний обробіток ґрунту.

Супутньо-пластова вода (СПВ) – попутний продукт видобутку нафти. Проблема утилізації великої кількості даних вод є дуже значна, враховуючи те, що неконтрольоване потрапляння великої кількості супутньо-пластової води на землю, призводить до засолення та погіршення агрономічної структури ґрунту, знищення біорізноманіття в природних екосистемах. Пластова вода, що потрапляє на поверхню ґрунту, з однієї сторони у великих обсягах приводить до забруднення довкілля, але у певних контрольованих дозах є джерелом цінних макро- та мікроелементів для ґрунту та рослин [10].

У геологічному відношенні район видобутку супутньо-пластової води (СПВ) відноситься до Дніпровсько-Донецького грабену, розташованому в осьовій частині Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ). Полтавський нафтогазодобувний район включає 7 родовищ, що розташовані на території Полтавської, Дніпропетровської та Сумської області: Глинсько-Розбишівське, Решетняківське, Лиманське, Малосорочинське, Радченківське, Суходолівське та Сагайдацьке. У водах даних нафтових родовищ вміст органічних речовин складає 0,5 г/л, іноді сягає 3-3 г/л і, в окремих випадках, навіть 10 г/л [11].

Для проведення даних досліджень було використано супутньо-пластову воду із Глинсько-Розбишівського родовища, якісний та кількісний склад якої досліджено в лабораторії ПДАУ (табл. 1).

Досліджувана СПВ містить до 5% органічних речовин, тобто відноситься до вод із малих їх вмістом. Відповідно даних науковців [12] СПВ відноситься до IV класу небезпеки, тобто мало небезпечні сполуки.

Пробіотичні препарати – це мікроорганізми, що виробляють антибактеріальні речовини та є антагоністами щодо патогенних бактерій і вірусів, наприклад сальмонели, стафілококів, стрептококів, дріжджових грибків. Важливою властивістю даних мікроорганізмів є здатність продукувати антибіотики.

У даному дослідженні використано пробіотичні препарати *Sviteko* (*Sviteco PBP* (склад: комплекс пробіотичних культур *Bacillus subtilis* 10x10⁹ КУО). Виробник

ТОВ «НВП Еко-Країна», с. Терешки, Полтавська обл., Україна), основними мікроорганізмами яких є *Bacillus subtilis*.

Таблиця 1

Хімічний склад СПВ із Глинсько-Розбишівського родовища*

Показник	Одиниці вимірювання	Методика вимірювання	Проба 1	Проба 2	Проба 3	Усереднені дані
Макросклад супутньо-пластових вод, макрокомпоненти, г/дм³						
Температура	°C	МВВ 081/12-0311-06	+16	+14	+16	+15
pH	-	ДСТУ 4077-2001	8,9	8,8	8,9	8,8
Na+K	г/дм ³	ДСТУ ISO 9964-3:2015	50,1	50,2	47,7	49,3
Ca ²⁺	г/дм ³	ДСТУ ISO 6059:2003	10,2	11,1	11,5	10,9
Mg ²⁺	г/дм ³		0,9	1,1	1,0	1,0
Cl ⁻	г/дм ³	ДСТУ ISO 9297:2007	97,5	94,7	102,5	98,2
SO ₄ ²⁻	г/дм ³	ГОСТ 4389-72	7,5	6,7	7,2	7,1
HCO ₃ ⁻	г/дм ³	ДСТУ ISO 9963-1:2007	0,89	0,90	1,10	0,96
Мікросклад супутньо-пластових вод, мг/дм³						
Літій	мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2.253-09	3,9	3,9	3,9	3,9
Стронцій	мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2.253-09	58,5	45,1	38,1	47,2
Хром	мг/дм ³	ДСТУ ISO 18412:2017	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
Кобальт	мг/дм ³	МУ 31-14/06	0,0006	0,0007	0,0007	0,0007
Цинк	мг/дм ³	ДСТУ ISO 11885:2005	0,027	0,025	0,028	0,026
Нікель	мг/дм ³	ДСТУ 7150:2010	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007
Свинець	мг/дм ³	ДСТУ ISO 11885:2005	0,001	0,001	0,001	0,001
Ртуть	мг/дм ³	ДСТУ EN 1483:2013	≤0,0001	≤0,0001	≤0,0001	≤0,0001
Мідь	мг/дм ³	ГОСТ 4388-72	0,014	0,018	0,015	0,015
Кадмій	мг/дм ³	ДСТУ ISO 15586:2012	≤0,0001	≤0,0001	≤0,0001	≤0,0001
Бром	мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2.253-09	578,2	581,3	581,9	580,4
Йод	мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2.253-09	12,11	12,75	11,75	12,20
Магній	мг/дм ³	ДСТУ ISO 6059:2003	124,5	120,8	122,5	122,60
Миш'як	мг/дм ³	ГОСТ 4152-89	0,003	0,004	0,004	0,004
Бор	мг/дм ³	ГОСТ 31949-2012	2,09	2,05	2,05	2,04
Органічна речовина, %						
Вміст нафто-вуглеводнів	%	ДСТУ ISO 9377-2:2015 ПНД Ф 14.1:2.4.5-95	3-5			

Bacillus subtilis («сінна паличка») – це грампозитивна, спороутворювальна факультативна аеробна ґрунтова бактерія розмірами 3-5x0,6 мікрон. Доведено, що штами *B. subtilis* зовсім не шкідливі для людини та тварин [13].

Протягом років досліджень повторність в дослідях була трьох-чотирикратною, а розміщення ділянок рендомізоване. На початкових етапах наших досліджень площа ділянок складала 100-150 м². При установленні розміру ділянки враховували особливості агротехніки рослин, ширину міжряддя, густоту стояння та інше. Для кукурудзи достатньо 60 рослин на ділянці. Для досить точного досліду площа облікової ділянки має бути 500-100 м².

Математичну обробку експериментальних даних проводили за допомогою кореляційного та регресійного аналізу. Достовірність розрахованих параметрів визначали за допомогою *t*-критерію Стюдента на рівні значимості 0,05.

Виклад основного матеріалу дослідження. На першому етапі проведено польові дослідження щодо можливості використання інноваційних удобрювальних засобів на основі біологічних методів – суміші СПВ та пробіотику з урахуванням попередніх досліджень [2]. Дослідження проводилися у виробничих умовах, вносили супутньо-пластову воду та пробіотик за допомогою машини РЖУ-3,6 під основний обробіток ґрунту.

Яке зазначалося раніше, до складу СПВ входить велика кількість хімічних елементів у тому числі макро- та мікроелементи, пробіотики (зокрема за рахунок вмісту бактерій роду *Bacillus*) дозволяють знизити вміст патогенних мікроорганізмів та сприяти розвитку необхідних для рослин мікроценозів. Польові дослідження щодо комплексного застосування суміші пробіотику (100 л/га, 10% розведення, відповідно попередніх досліджень [1]) та СПВ (при нормах внесення 900-2400 л/га) на посівах кукурудзи як основного добрива проводили протягом 2021-2024 рр. (рис. 1).

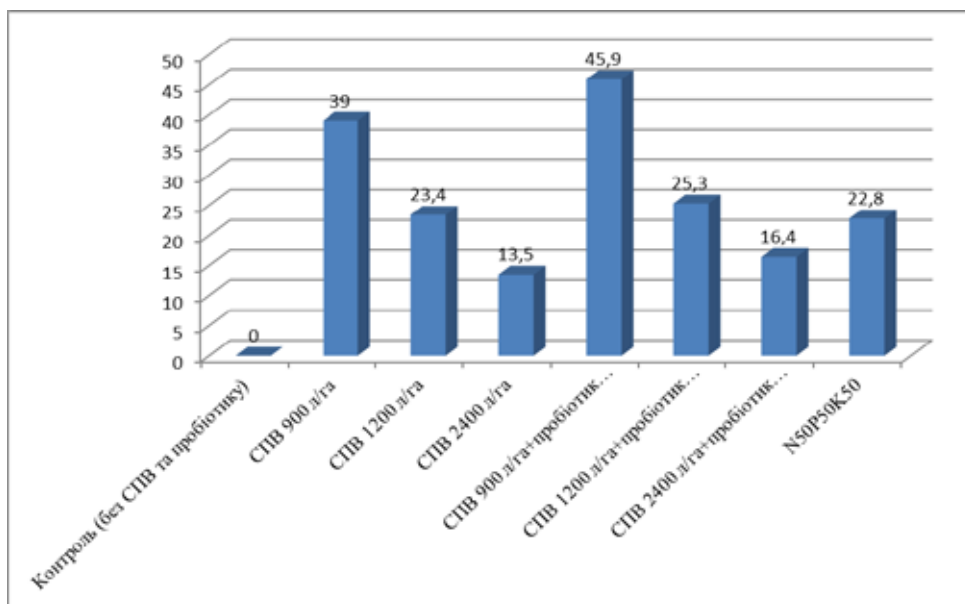


Рис. 1. Приріст урожаю кукурудзи (%) при комплексному використанні пробіотику 100 л/га, 10% розведення та різних концентраціях СПВ (середнє за роки досліджень)

Встановлено, що найкращою дозою СПВ у даній суміші на посівах кукурудзи також є 900 л/га та пробіотик 100 л/га (10% розведення), що дозволило отримати усереднену приріст урожаю за роки досліджень у розмірі 45,9% (рис. 1). При цьому внесення суміші СПВ різної концентрації та пробіотику на посівах кукурудзи призводить до значного підвищення урожайності. Так використання норми внесення СПВ 900, 1200 та 2400 л/га підвищило урожайність на 19,3, 11,6 та 6,7 ц/га (на 39,0%, 23,4% та 13,5% відповідно, у порівнянні з контролем), рис. 2.

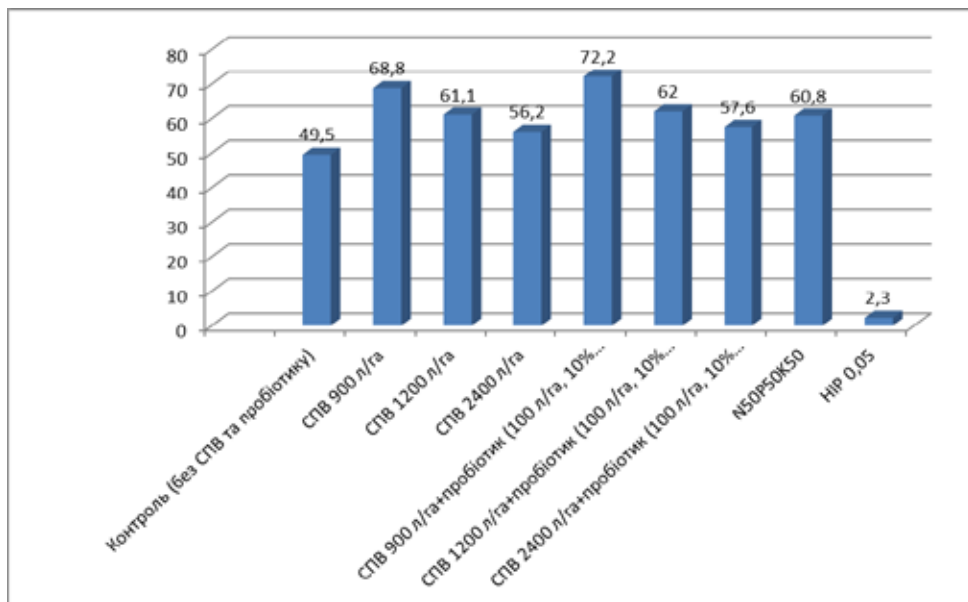


Рис. 2. Середня урожайність кукурудзи, ц/га, при комплексному використанні пробіотику 100 л/га, 10% розведення та різних концентраціях СПВ (середнє за роки досліджень)

Але комплексне використання даних концентрацій СПВ (900 л/га, 1200 та 2400 л/га) з пробіотиком (100 л/га, 10% розведення) дозволило підвищити урожайність до 22,7 ц/га, 12,5 та 8,1 ц/га (на 45,9%, 25,3% та 16,4% відповідно, у порівнянні з контролем). Використання мінеральних добрив $N_{50}P_{50}K_{50}$ дозволило підвищити урожайність на 11,3 ц/га, тобто на 22,8% у порівнянні з контролем, що дещо нижче (на 23,1%) у порівнянні з найкращим варіантом – СПВ дозою 900 л/га та пробіотик дозою 100 л/га (10% розведення).

Таким чином, найкращий ефект отримано при використанні суміші СПВ дозою 900 л/га та пробіотику (дозою 100 л/га, 10% розведення) у якості основного добрива.

На наступному етапі проведено порівняння екологічнобезпечних технологій удобрення кукурудзи, які дозволяють покращити якість ґрунту (таблиця 2):

- внесення гною, обробленого СПВ дозою 250 л/т та пробіотиком дозою 100 л/т (розбавлення 10%), з урахуванням попередніх досліджень [1-2];

- внесення СПВ як основного добрива у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10);

- внесення СПВ як основного добрива у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10), у подальшому – внесення СПВ та пробіотику як некореневого підживлення кукурудзи (у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10);

- внесення гною за стандартною технологією ВНТП-АПК-09.06, 6 місяців [14].

Таким чином, комплексна система удобрення кукурудзи за допомогою супутньо-пластової води та пробіотиків з використанням даної суміші для оброблення гною (СПВ дозою 250 л/т та пробіотиком дозою 100 л/т (1:10)) та як некореневого підживлення (у концентрації 50 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10)) дозволяє отримати приріст урожаю на 63,4%, у той час як окремо при внесенні гною, обробленого СПВ та пробіотиком 46,4%, при внесенні суміші СПВ та пробіотику

як основного добрива лише 33,5%. Внесення суміші СПВ та пробіотику як основного добрива разом із некореневим підживленням дає вищий приріст урожаю ніж у варіантах 2 та 3 – 52,9%, але все ж менше ніж у варіанті 4 на 10,5% (рис. 3).

Таблиця 2

**Порівняння екологобезпечних технологій удобрення кукурудзи,
які дозволяють покращити якість ґрунту**

Варіанти дослідів	Середня урожайність, ц/га	Приріст урожаю	
		ц/га	%
Варіант 1. Контроль (без СПВ та пробіотику).	54,1	-	-
Варіант 2. Внесення гною, обробленого СПВ дозою 250 л/т та пробіотиком дозою 100 л/т (розбавлення 10%)	79,2	25,1	46,4
Варіант 3. Внесення СПВ як основного добрива у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10)	72,2	18,1	33,5
Варіант 4. Внесення гною, обробленого СПВ дозою 250 л/т та пробіотиком дозою 100 л/т (розбавлення 10%), у подальшому – СПВ та пробіотику як некореневого підживлення кукурудзи (у концентрації 50 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10))	88,4	34,3	63,4
Варіант 5. Внесення СПВ як основного добрива у концентрації 900 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10), у подальшому – СПВ та пробіотику як некореневого підживлення кукурудзи (у концентрації 50 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10))	82,7	28,6	52,9
Варіант 6. Внесення гною за стандартною технологією ВНТП-АПК-09.06, 6 місяців	62,3	8,2	15,2
НІР 0,05	2,4		

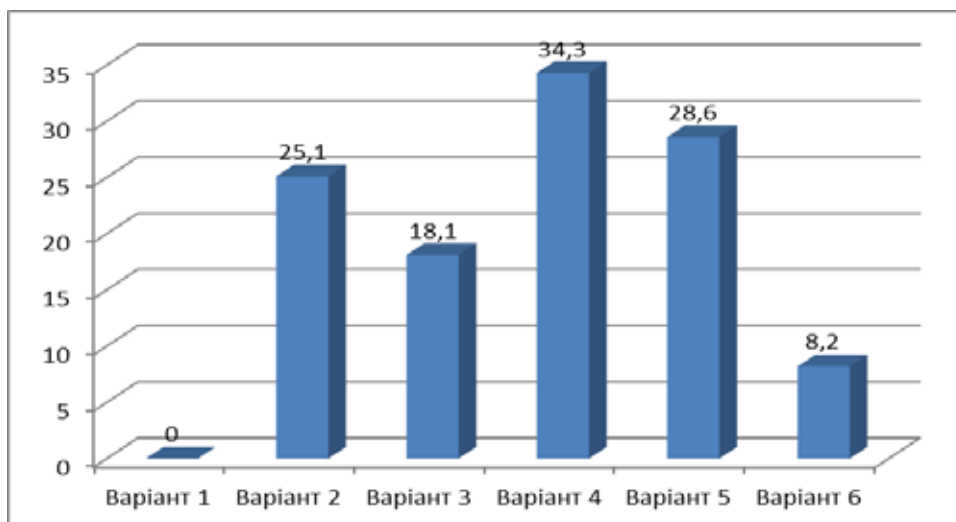


Рис. 3. Приріст урожаю кукурудзи при використанні екологобезпечних технологій удобрення кукурудзи, які дозволяють покращити якість ґрунту

Висновки і пропозиції. У роботі обґрунтовано комплексну систему удобрення кукурудзи за допомогою супутньо-пластової води та пробіотиків з використанням даної суміші для оброблення ґною (СПВ дозою 250 л/т та пробіотиком дозою 100 л/т (1:10)) та як некореневого підживлення (у концентрації 50 л/га та пробіотику 100 л/га (1:10)), що дозволяє отримати приріст урожаю на 63,4%, у той час як окремо при внесення ґною, обробленого СПВ та пробіотиком 46,4%, при внесенні суміші СПВ та пробіотику як основного добрива – 33,5%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Pisarenko P.V., Samoilik M.S., Taranenko A.O., Tsova Yu. A. Improvement of technology of obtaining high quality of organic fertilizers with the use of associated layer water and probiotics. *Scientific journals of Vinnitsa national agrarian university. Agriculture and forestry*. 2022. № 24. P. 192–202. doi: 10.37128/2707-5826-2022-1-14.
2. Pysarenko P., Samojlik M., Galytska M., Dychenko O., Shpyrna V., Lastovka V., Husinsky D., Zhylin O. Using of probiotics and associated formation water as a basic fertiliser. *Journal of Ecological Engineering*. 2025. № 26(5). P. 301–309.
3. Pysarenko, P., Samoilik, M., Taranenko, A., Tsova, Y., Sereda, M. Influence of probiotics-based products on phytopathogenic bacteria and fungi in agroecosis. *Agraarteadus*. 2021. Vol.32(2), p. 303–306. doi: 10.15159/jas.21.41.
4. Karnchanawong S., Nissakla S. Effects of microbial inoculation on composting of household organic waste using passive aeration bin. *Int J Recycl Org Waste Agricult*. 2014. Vol. 3. № 4. P. 113–119.
5. Писаренко П.В., Самойлік М.С., Жилін О.С., Шпирна В.Г. Наукові засади використання пробіотичних препаратів та супутньо-пластової води в контексті сталого функціонування агроєкосистем: монографія. Полтава: ПДАУ, 2025. 317 с.
6. Писаренко П.В., Самойлік М.С., Диченко О.Ю., Тараненко А.О. Агроєкологічні особливості дії природних розсолів та мінералів на ґрунтові мікроорганізми. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2022. № 2. С. 157–164.
7. Patyka V., Huliaieva H., Tokovenko I. Вплив штучної інокуляції штамами фітопатогенних мікроорганізмів, виділених з різних джерел на фізіолого-біохімічні параметри рослин *Galega orientalis*. *ScienceRise: Biological Science*. 2019. № 4 (19), P. 10–16.
8. Porto de Souza V., Marcela G., L., Rodrigues C., Cândido C. Potential applications of plant probiotic microorganisms in agriculture and forestry. *AIMS Microbiology*. 2017. № 3 (3). P. 629–648. doi: 10.3934/microbiol.2017.3.629.
9. Romero-Olivares A., Allison S., Treseder K. Soil microbes and their response to experimental warming over time: A meta-analysis of field studies. *Soil Biology and Biochemistry*. 2017. № 107. P. 32–40. doi: 10.1016/j.soilbio.2016.12.026.
10. Пати́ка В.П., Писаренко П.В. Мінералізована вода. Характер дії на сільськогосподарські рослини і бур'яни. *Захист рослин*. 2002. № 12. С. 12–18.
11. Рева М.А. Супутньо-пластова вода в Східному нафтогазоносному регіоні України як джерело небезпеки або цінний ресурс. *Вісник КНУ імені Тараса Шевченка. Геологія*. 2016. № 1. С. 81–85.
12. Pysarenko P., Samojlik M., Taranenko A., Bybyk Y. Effect of probiotic treatment on the microbiological activity of ukrainian typical black soil. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 2024. P. 1–5. <https://doi.org/10.55251/jmbfs.10263>.
13. Pysarenko P., Samojlik M., Galytska M., Tsova Y., Kalinichenko A. Ecotoxicological assessment of mineralized stratum water as an environmentally friendly substitute for agrochemicals. *Agronomy Research*. 2022 Vol. 20. № 4. P. 785–792. doi.org/10.15159/AR.22.045.
14. ВНТП-АПК-09.06. Системи видалення, обробки, підготовки та використання ґною. Наказ Міністерство аграрної політики та продовольства України від 01.02.2006 р. № 29.

УДК 502.51-02:551.58:631.6.03

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.40>

ВПЛИВ ЗМІН КЛІМАТУ НА ВОДНІ ЕКОСИСТЕМИ УКРАЇНИ ТА АДАПТАЦІЙНІ СТРАТЕГІЇ ЇХНЬОГО ЗБЕРЕЖЕННЯ

Сербов М.Г. – д.е.н.,

професор кафедри водних біоресурсів та аквакультури,

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова

orcid.org/0000-0002-0220-6745**Заводній Т.В.** – старший викладач кафедри теоретичних дисциплін,

Київська муніципальна академія танцю імені Серга Лифаря

orcid.org/0009-0000-5112-4079**Маргітай Л.Г.** – к.б.н.,

доцент кафедри плодоовочівництва і виноградарства,

Ужгородський національний університет

orcid.org/0000-0002-1964-4733

Зміна клімату є однією з найважливіших екологічних проблем сучасності, яка істотно впливає на стан водних екосистем в Україні та світі. Гідроекосистеми відіграють важливу роль у підтримці біорізноманіття, забезпеченні водними ресурсами та регулюванні клімату, часто вони є ключовим елементом родючості ґрунту, визначають необхідність меліоративних заходів, тому потребують особливої уваги та охорони. Варто зазначити, що нині водні ресурси України перебувають не тільки під тиском кліматичних змін, але й зазнають негативних наслідків воєнних дій.

Руйнування інфраструктури, хімічне забруднення, неконтрольовані викиди підприємствами токсичних речовин і фізичне пошкодження водних об'єктів через бойові дії посилюють вразливість екосистеми. Вплив кліматичних змін та наслідків війни нині та в майбутньому створює комплексні екологічні виклики, що потребують негайного реагування на державному рівні. За таких умов критично важливим для збереження водних ресурсів та забезпечення екологічної стабільності регіону стає всебічний аналіз ситуації, що враховує як природні, так і антропогенні чинники. Метою дослідження є визначення впливу кліматичних змін на водні екосистеми України, а також розробка адаптаційних стратегій їхнього збереження. Було застосовано методи аналізу літературних джерел, індексованих у базах PubMed та Google Scholar, а також порівняльний аналіз екологічного стану водних об'єктів у різних регіонах. Основну увагу зосереджено на змінах показників гідрологічних, біологічних та хімічних параметрів водних екосистем. Результати дослідження продемонстрували, що зміни клімату призводять до деградації водних екосистем через підвищення температури, зміну режиму опадів, підвищення евтрофікації та втрату біорізноманіття. Дані свідчать про значне зниження рівня води у басейнах річок України, погіршення її якості та порушення гідрологічного балансу. У висновках запропоновано адаптаційні стратегії, спрямовані на збереження водних екосистем, які охоплюють відновлення природних річищ, створення екологічних коридорів, запровадження сталого управління водними ресурсами та інтеграцію заходів із їхнього збереження в національну політику України.

Ключові слова: зміни клімату, водні ресурси, біорізноманіття, гідрологічний баланс, забруднення, родючість ґрунту, меліорація.

Serbov M.H., Zavadnii T.V., Margitay L.H. Impact of climate change on aquatic ecosystems of Ukraine and adaptation strategies for their conservation

Climate change is one of the most important environmental problems of our time and significantly affects the state of aquatic ecosystems in Ukraine and the world. Hydroecosystems play an important role in maintaining biodiversity, providing water resources, and regulating the climate, they are often a key element of soil fertility, determining the need for land reclamation measures, and they require special attention and protection. It should be noted that today water

resources of Ukraine are not only under the pressure of climate change but also exposed to the negative consequences of military operations.

Destruction of infrastructure, chemical pollution, uncontrolled emissions of toxic substances by enterprises, and physical damage to water bodies due to hostilities increase the vulnerability of the ecosystem. The impact of climate change and the consequences of war now and in the future create complex environmental challenges that require an immediate response at the state level. In such conditions, the need for a comprehensive analysis that takes into account both natural and anthropogenic factors becomes critically important for the conservation of water resources and ensuring the ecological stability of the region. The purpose of the study is to determine the impact of climate change on the aquatic ecosystems of Ukraine, as well as the development of adaptation strategies for their preservation. The work used methods of analyzing literary sources indexed in the PubMed and Google Scholar databases, as well as a comparative analysis of the ecological state of water bodies. The authors paid special attention to changes in the indicators of hydrological, biological, and chemical parameters of aquatic ecosystems. The results of the study demonstrated how climate change leads to the degradation of aqua ecosystems through increased temperature, changes in precipitation patterns, increased eutrophication, and loss of biodiversity. The literature data indicate a significant decrease in water levels in the river basins of Ukraine, deterioration of its quality, and disruption of the hydrological balance. In the conclusions, the authors proposed adaptation strategies aimed at preserving aquatic ecosystems, which include the restoration of natural riverbeds, the creation of ecological corridors, the introduction of sustainable water resources management, and the integration of conservation measures into the national policy of Ukraine.

Key words: climate change, water resources, biodiversity, hydrological balance, pollution, soil fertility, land reclamation.

Постановка проблеми. Водні екосистеми надзвичайно вразливі до кліматичних змін. Щорічне підвищення температури, зміна режиму опадів (особливо їхнє критично низьке значення останніми роками), посилення випаровування та почастишення екстремальних погодних умов призводять до порушення балансу аквабіоценозів. Ці проблеми особливо гостро постають у регіонах з обмеженими та нерівномірно розподіленими водними ресурсами. Внаслідок кліматичних змін в Україні спостерігається зниження рівня води в річках та водоймах, порушення гідрологічного балансу та погіршення якості води, що спричиняє втрату біорізноманіття, зміни водного режиму ґрунтів і зниження їх родючості.

Крім цього, водні екосистеми потерпають від антропогенної діяльності, наслідками чого є забруднення вод токсичними відходами, надмірне використання водних ресурсів, порушення балансу природних екосистем та зменшення площ водно-болотних угідь. У сучасних умовах в Україні проблема ускладнена впливом воєнних дій, що руйнують водну інфраструктуру. Це посилює вплив кліматичних змін та призводить до екологічної нестабільності.

Додатковими викликами, що ускладнюють захист, є неналежне регулювання обґрунтованого втручання у водні екосистеми, недостатнє врахування екологічних аспектів у політиці сталого розвитку та обмежене впровадження адаптаційних заходів, що в сукупності лише загострюють ситуацію. У цих умовах пошук та впровадження стратегій, які б забезпечили покращення та стійкість водних екосистем до змін клімату, і знизили вплив антропогенних та воєнних чинників є актуальним та важливим завданням.

Подолання цих викликів потребує комплексного підходу, що охоплюватиме міждисциплінарний аналіз, розробку сучасних технологій управління водними ресурсами та інтеграцію наукових досліджень у практичні заходи зі збереження водних екосистем України.

Аналіз останніх досліджень. Зміна клімату – це серйозний виклик світового рівня. Різке підвищення температури повітря, екстремальні погодні явища

та підняття рівня моря стають все більш відчутними й мають серйозні наслідки. В Україні дедалі частіше спостерігають тривалі посухи, повені та інші природні катастрофи, які можуть призводити до руйнування інфраструктури, деградації ґрунтів та зниження врожайності сільськогосподарських культур. Скорочення біорізноманіття та погіршення якості води створюють додаткові виклики для водних екосистем країни.

У дослідженні В. І. Михайленка (V. I. Mykhailenko) й Т. А. Сафранова (T. A. Safranov) було визначено, що близько 3 % стійких органічних забруднювачів (СОЗ) постійно потрапляють у водне середовище [1]. Основним джерелом забруднення водойм є полігони твердих побутових відходів, які генерують діоксини й фурани. Хоча основна частина цих речовин осідає в ґрунті, проте певна кількість також переноситься до водних об'єктів, спричиняючи подальше забруднення.

У дослідженні Ю. Л. Полевої (Yu. L. Poleva) розглянуто питання реконструкції та збагачення донної фауни водойм південного сходу України шляхом акліматизації представників лиманної фауни [2]. Особливу увагу зосереджено на використанні детриту та залишків водної рослинності для створення сприятливих умов для промислових риб, що забезпечує сталий розвиток водних екосистем у степовій зоні України.

Учені Є. М. Кривохижа, А. І. Матвіїшин та В. Т. Бринь зазначили, що більшість водних ресурсів України формуються поверхневим стоком річок, що робить їх вразливими до змін клімату [3]. Вони прогнозують зменшення весняного стоку в басейні Південного Бугу, що може призвести до зниження водних ресурсів та погіршення якості води. Зміни клімату також впливають на морські екосистеми Чорного та Азовського морів, де спостерігається потепління води, здатне порушити стале функціонування цих систем. Особливо вразливими є прибережні території південних областей України, де очікується затоплення значних площ землі через підвищення рівня моря.

Науковці О. В. Груздева, Д. О. Крячков та Р. В. Смотраєв присвятили своє дослідження аналізу застосування програмного забезпечення Water Evaluation and Planning System (WEAP) для моделювання водних систем та управління водними ресурсами, що є потужним інструментом для аналізу попиту й пропозиції водних ресурсів на різних рівнях, від місцевого до національного [4]. Відзначено ефективність застосування WEAP для управління водними ресурсами, зокрема розподілу води, правил використання ресурсів та адаптаційних стратегій щодо змін клімату.

У статті Д. О. Кобякова, А. О. Ремез, Ю. Л. Полевої досліджено флору та фауну середньої ділянки річки Базавлук [5]. Гідрологічні дослідження виявили зниження швидкості течії та надмірний розвиток макрофітів через високу кількість біогенних речовин, що потрапляють із сільськогосподарських угідь.

Як показали дослідження А. В. Мокієнко, В. В. Бабієнко та І. В. Гушук, зміни в характері режиму дощів, зокрема збільшення екстремальних явищ та нерівномірний розподіл опадів, ведуть до дефіциту ґрунтової вологи, що негативно впливає на врожайність сільськогосподарських культур. Крім того, зміни клімату впливають і на якість водних ресурсів, що є ризиком поширення інфекційних захворювань [6]. Н. О. Телюра, О. С. Ломакіна, Д. С. Лукашевич зазначили, що впродовж останніх п'яти років в Україні відзначається зниження кількості опадів, зокрема на 7–12 % у деяких областях, що часто є причиною виникнення лісових пожеж [7]. У роботі П. В. Лиховид зі співавт. зазначено, що в різних регіонах спостерігається збільшення інтенсивності опадів або почастишали посухи, що призводить до значних матеріальних збитків [8].

У своїй роботі В. І. Осадчий розглянув вплив клімату на водні ресурси України, зокрема на поверхневі та підземні води [9]. Автор підкреслює зміни в режимі опадів, температури та випаровування, що призводять до зменшення стоку річок, висихання малих водотоків та погіршення якості води. Особливу увагу дослідник приділяє регіональним особливостям, таким як зниження рівня води в річках південної та східної частини країни, що спричиняє дефіцит водних ресурсів для сільського господарства та водопостачання.

Н. С. Лобода та М. Р. Розвод встановили, що почалося статистично значуще зростання середньорічних температур повітря в басейні річки Дністер [10], що призвело до зменшення весняних стоків.

Отже, клімат безпосередньо впливає на водні ресурси, екосистеми та український аграрний сектор. Антропогенне забруднення водойм створює додаткові екологічні виклики. Зважаючи на це, науковці акцентують на необхідності впровадження сучасних адаптаційних стратегій для збереження гідробіоценозів в Україні.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Попри значну кількість робіт, присвячених кліматичним змінам та екологічним проблемам, що їх супроводжують, низка питань ще залишаються відкритими. Зокрема, недостатньо інформації щодо інтеграції даних про гідрологічні та біохімічні показники змін у водній екосистемі. Недостатньо вивчено питання впливу екстремальних погодних умов на водний режим, оскільки оцінка та прогноз таких явищ надзвичайно складні. Додатковою перешкодою є регіональні особливості та недостатнє фінансування подібних досліджень. Також майже відсутні комплексні дослідження зв'язку між кліматом та посиленням забруднення водойм та впливом змін водних екосистем на сільське господарство, туризм, рибальство. Потребує вдосконалення й нормативно-правова база України, оскільки чинне законодавство часто не враховує потреби в упровадженні адаптаційних заходів, пов'язаних зі зміною клімату.

У представленому дослідженні систематизовано актуальні дані про зміни клімату в Україні, зокрема, температурний режим та режим опадів. Це дало змогу сформулювати уявлення про наявні проблеми водних екосистем. Розглянуто вплив екстремальних погодних умов упродовж останніх років та їхній вплив на зміну гідрологічного режиму, зниження якості води та деградацію біорізноманіття. Запропоновано рекомендації щодо розробки подальших адаптаційних стратегій відновлення природних річищ, упровадження сталого управління водними ресурсами та заходів для збереження водних ресурсів в умовах зміни клімату з урахуванням соціально-економічних чинників.

Постановка завдання. Мета дослідження – проаналізувати вплив змін клімату на водні екосистеми України, зокрема на їхнє функціонування й біорізноманіття, а також запропонувати адаптаційні стратегії для збереження цих екосистем в умовах глобальних кліматичних змін.

Основні завдання дослідження:

- 1) Проаналізувати стан водних екосистем України з урахуванням кліматичних змін.
- 2) Оцінити вплив екстремальних погодних умов на водні ресурси України.
- 3) Розробити рекомендації щодо стратегій, спрямованих на збереження й відновлення водних екосистем.

Виклад основного матеріалу дослідження. Останніми роками зміни клімату стали стрімкими та особливо помітними. Насамперед глобально підвищилась температура повітря: останні фіксації середньої температури свідчать про те,

що минулі п'ять років були найтеплішими за всю історію спостережень. Щороку дослідники акцентують на таненні льодовиків та скороченні площі льоду в Арктиці. В Україні все частіше фіксується підвищення частоти й тривалості аномальної спеки в літні місяці. Ці явища призводять до теплових ударів людей і тварин, а також до зниження врожайності сільськогосподарських культур. Посухи, які стали поширеними у південних та центральних регіонах України, призводять до виснаження ґрунтів та скорочення запасів підземних вод.

Режим опадів у різних регіонах України дуже відрізняється: одні потерпають від посухи, інші переживають наслідки повеней. Такий нерівномірний розподіл дощової води створює дисбаланс водопостачання для сільського господарства, населення та екосистеми загалом. Крім того, почастишали стихійні лиха: урагани та шквальні вітри стали звичними та інтенсивними. Вони завдають шкоди сільському господарству, житлу та критичній інфраструктурі. Аномальні опади, наприклад, взимку можуть проявлятися надмірною кількістю снігу або його повною відсутністю. Після періоду аномальної спеки почастишали зливи та град.

Кліматичне моделювання для України демонструє тенденцію до значного потепління [11]. Згідно з дослідженнями, до кінця XXI століття середня температура зросте на $+2^{\circ}\text{C}$, а за несприятливим сценарієм – на $+6^{\circ}\text{C}$. При цьому загальна кількість опадів зміниться неістотно. Натомість ми спостерігатимемо частіші прояви екстремальних погодних явищ (посухи, зливи, град). У теплі роки спостерігатиметься прискорене танення снігу, а весняні паводки наставатимуть раніше та матимуть меншу інтенсивність. Прогнозується збільшення зимового (на 5–30 %) та зменшення літнього й осіннього стоку річок України (на 10–12 %, за проєктом змін для басейну Південного Бугу). Загалом, спостереження останніх десятиліть свідчать про тенденцію до зростання середньорічної температури та зимових опадів, одночасно зі збільшенням літніх екстремальних посух (табл. 1).

Таблиця 1

Кліматичні й гідрологічні зміни, що впливають на водні ресурси України

Показник	Прогнозовані зміни
Температура повітря	Істотне підвищення (на $\sim +1^{\circ}\text{C}$ за 1990–2020, далі $+2\dots+6^{\circ}\text{C}$ до 2100 за різними сценаріями)
Опади	Середньорічна кількість майже не змінюється, проте зростає нестабільність (часті зливи й посухи)
Стік річок	Зменшення літнього стоку; весняний паводок формується раніше, але слабший
Частота посух	Значне зростання (за 1986–2010 рр. посухи стали вдвічі частішими, ніж за 1961–1985; до 2100 збільшиться на 46 %)
Частота повеней та екстремальних опадів	Збільшення: до 2100 р. у східних регіонах кількість злив зросте на 50 %, особливо восени (60 %)
Рівень води в озерах та болотах	Зниження влітку (підвищене випаровування, посилена втрата води)

Джерело: на основі аналізу [11]

Водні екосистеми України зазнають стресу через зміну клімату. З одного боку, через вищі літні температури та значне випаровування фіксується зниження середньорічного стоку та рівня води в річках, особливо влітку [12]. З іншого – початок

весняного льодоходу зміщується на більш ранні терміни, а весняні повені трапляються рідше та мають меншу інтенсивність. Наприклад, останніми роками в західних та центральних регіонах часто фіксували довготривалі посушливі періоди, коли малі річки майже пересихали [13]. Це загрожує водній безпеці: низький рівень водообігу посилює конкуренцію за ресурси між господарськими потребами та природними екосистемами.

Відсутність інтенсивного припливу води та постійне підвищення температури повітря призводять до скорочення глибини озер та збільшення концентрації мінеральних речовин. Високі показники температури посилюють процеси евтрофікації: поживні речовини (азот, фосфор) швидше засвоюються водними рослинами та водоростями. Це спричиняє розмноження на поверхні води синьо-зелених водоростей і критичне зниження концентрації розчиненого кисню у воді. Останніми роками через надлишкове утворення органічної біомаси та її гниття рівень кисню в застійних водоймах знижується до критичних позначок, що призводить до масового мору риби. У гірських і полонинних озерах Карпат спостерігається аномальне нагрівання води, що спричиняє порушення сезонної стратифікації та зміни у видовому складі планктону й риби.

Водосховища, що використовуються для питного водопостачання та зрошення, зазнають тих самих впливів, що й річки та озера: влітку рівень води знижується через високі витрати та підвищене випаровування. До початку війни водосховища Дніпра забезпечували приблизно 18 куб. км поверхневих запасів води, які відігравали важливу роль у водопостачанні. Підлив Каховської ГЕС став критичним ударом для екосистеми. Внаслідок миттєвого скидання значних мас води частина дна водосховища швидко перетворилася на піщані пустирі [14]. Зменшення об'єму водосховища не лише обмежило доступ до водних ресурсів, але й сприяло підвищенню концентрації забруднень та зниженню рівня поживних речовин, що значно погіршило якість води в регіоні [15].

Болотняні та прибережні екосистеми України особливо чутливі до коливань опадів і температури. Спостереження показують, що в періоди посухи багато низинних озер і боліт повністю пересихають. Таке осушення провокує часті спалахи пожеж на торф'яниках та призводить до знищення рідкісних видів рослин.

На низовинних ландшафтах степу та примор'я останніми роками також фіксуються випадки пересихання водойм, наприклад, пересихання Куяльницького лиману в Одеській області [16].

Найважливішим наслідком зазначених змін є погіршення умов існування флори та фауни. Підвищення температури повітря та посилення евтрофікації можуть призводити до перерозподілу видів: теплолюбні водорості й рослини витісняють холодолюбні, внаслідок чого гинуть чутливі до кисневого дефіциту види риби та безхребетних.

Загалом водні екосистеми України мають низьку загальну стійкість, адже, згідно з дослідженнями, країна має одні з найнижчих запасів відновлюваної прісної води в Європі – близько 1,2 тис. м³ на одну особу на рік, а комбінація кліматичних змін, антропогенного навантаження та воєнних дій зумовлюють погіршення якості річкових вод, і, як наслідок, – питної води для населення. Низька якість води характеризується збільшенням токсичних речовин, а також зростанням мікробного та хімічного забруднення. Отже, зміни клімату посилюють екологічне навантаження, що призводить до зменшення різноманіття гідробіонтів, а також загострення проблем водної безпеки для населення й промисловості.

У табл. 2 представлено основні параметри водних екосистем, що піддаються змінам внаслідок природних та антропогенних чинників. Такий підхід дає змогу глибоко оцінити стан водних екосистем та розробити ефективні стратегії їхнього збереження й адаптації до змін клімату.

Таблиця 2

Комплексний аналіз змін гідрологічних, біологічних та хімічних параметрів водних екосистем

Параметри	Показники	Значення	Методи моніторингу
Гідрологічні	Рівень води; витрата стоку; швидкість течії; термальний режим	Впливає на доступність середовища для організмів; зміна кисневого балансу	Датчики рівня води; вимірювальні станції; дистанційне зондування
Біологічні	Склад і чисельність видів; інвазивні види; стан основних популяцій	Впливає на біорізноманіття та баланс екосистеми	Візуальні обстеження; ДНК-аналіз; біомоніторинг
Хімічні	Рівень забруднення (нітрати, фосфати); кисневий баланс; рН	Визначає якість води; впливає на розмноження й життєздатність організмів	Лабораторні аналізи; хімічні датчики; автоматизовані станції
Інтеграція даних	Просторовий аналіз; створення моделей	Прогнозування майбутніх змін; стратегії адаптації	ГІС-технології; комп'ютерне моделювання
Практичне застосування	Адаптаційні стратегії; екосистемне управління	Забезпечення стійкості водних ресурсів; захист біорізноманіття	Політика управління; природоохоронні зони

Джерело: на основі аналізу [11, 12]

Зміна клімату, забруднення середовища, антропогенний вплив є чинниками, що в сукупності негативно впливають на стан водних екосистем. Ця проблема потребує значної уваги. Сьогодні для України вкрай актуальним є акцент на розробці та впровадженні ефективних адаптаційних стратегій для збереження водних ресурсів, що дасть змогу в майбутньому уникнути залежності від інших країн.

Однією з основних стратегій збереження водних ресурсів є відновлення природних річищ, що передбачає не тільки їхню ренатуралізацію та ліквідацію малоефективних інженерних споруд, але й відновлення природних заплав та водно-болотних угідь, що виконують функцію збереження води та підтримки біорізноманіття [17]. Відновлення екологічного балансу в річкових системах сприяє стабілізації гідрологічного режиму й полегшує адаптацію водних екосистем до змін клімату.

Створення екологічних коридорів також є важливим елементом. Можна розширити мережі природоохоронних зон, зокрема уздовж річкових долин, що створить умови для міграції видів і сприятиме підтримці генетичної різноманітності екосистеми, отже знизить ризик вимирання певних популяцій через зміни в природному середовищі.

Критичною також є система управління водними ресурсами. Вона передбачає інтегрований підхід до моніторингу та управління водозборами з урахуванням

потреб як природних екосистем, так і сільського господарства [18]. Запровадження екологічно безпечних методів землеробства, таких як пермакультура та органічне землеробство, інтеграція сучасних іригаційних технологій, контроль за забрудненням води та підвищення ефективності очищення стічних вод є необхідними заходами для запобігання надмірному використанню водних ресурсів і для підтримки їхнього сталого використання.

Упровадження заходів збереження водних ресурсів передбачає також активне залучення молодих науковців та спеціалістів до процесу управління водними ресурсами. Здійснення моніторингу змін клімату, оцінка їхнього впливу на водні екосистеми та розробка адаптаційних заходів з урахуванням специфіки кожного водозбору є важливими для розробки ефективних планів охорони гідроресурсів. Крім того, важливим є залучення громадськості до збереження водних екосистем шляхом підвищення їхньої екологічної свідомості, проведення соціальних акцій та підтримки природоохоронних ініціатив.

Усвідомлення всієї важливості та відповідальності людини перед природою сприятиме комплексному підходу до збереження водних екосистем і впровадженню адаптаційних стратегій, що є необхідною умовою для забезпечення стійкості водних ресурсів України в умовах мінливого клімату та антропогенного впливу.

Висновок. Зміна клімату впливає на водні ресурси України та призводить до зниження біорізноманіття екосистеми та погіршення параметрів якості води. Зважаючи на це, адаптаційні стратегії для збереження водних екосистем набувають дедалі більшої важливості. Одним з основних напрямів є відновлення природних річищ, що дає змогу покращити природний гідрологічний режим. Створення екологічних коридорів сприяє міграції видів, знижуючи ризики для популяцій гідробіонтів. Важливою є також розробка та впровадження сталого управління водними ресурсами, що передбачає інтеграцію наукових підходів у практику охорони водних екосистем та мінімізацію негативного впливу людської діяльності.

Проте існують значні виклики, пов'язані з глобальними змінами клімату, посухами та зливовими явищами, що виникають все частіше. З огляду на це, не втрачають актуальності питання розробки та впровадження довгострокових стратегій з управління водними ресурсами та відновлення природних екосистем на рівні національної політики. Співпраця між урядовими та науковими установами, бізнесом і громадськими організаціями сприятиме досягненню сталого розвитку водного господарства України в кризових умовах сьогодення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Mykhailenko V. I., Safranov T. A. Estimation of input of unintentionally produced persistent organic pollutants into the air basin of the Odessa industrial-and-urban agglomeration. *Journal of Ecological Engineering*. 2021. Vol. 22, № 9. P. 21-31. DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/141479>.
2. Poleva Ju. L. Life is like a reservoir into which a scientist who is completely devoted to his work plunges. *Studies in History and Philosophy of Science and Technology*. 2023. Vol. 32, № 2. P. 125-131. DOI: <https://doi.org/10.15421/272330>.
3. Кривохижа Є. М., Матвійшин А. І., Бринь В. Т. Вплив зміни клімату на врожайність основних сільськогосподарських культур в Україні. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2024. № 3 (44). С. 33-37. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2024-3.5>.
4. Груздева О. В., Крячков Д. О., Смотраєв Р. В. Імітаційне моделювання в управлінні водними ресурсами. *Journal of Chemistry and Technologies*. 2023. Т. 31, № 3. С. 530-551. DOI: <https://doi.org/10.15421/jchemtech.v31i3.287777>.

5. Кобяков Д. О., Ремез А. О., Полева Ю. Л. Дослідження гідрологічних змін середньої ділянки річки Базавлук під впливом природних та антропогенних факторів. *Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель*. 2020. Т. 49. С. 94-100. DOI: <https://doi.org/10.15421/442008>.
6. Мокієнко А. В., Бабієнко В. В., Гушук І. В. Клімат, вода та інфекції: Нові виклики для півдня України на тлі старих проблем. *Public Health Journal*. 2023. № 4. С. 41-49. DOI: <https://doi.org/10.32782/pub.health.2023.4.6>.
7. Телюра Н. О., Ломакіна О. С., Лукашевич Д. С. Комплексний інноваційний підхід до оцінки територій, постраждалих внаслідок лісових пожеж. *Екологічні науки*. 2023. № 4 (49). С. 44-51. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.есо.4-49.6>.
8. Лиховид П. В., Вожегова Р. А., Грановська Л. М., Ушкаренко В. О., Чабан В. О., Кузнєцов С. І., Біднина І. О. Математичне прогнозування еколого-кліматичної ситуації в Україні в контексті глобального потепління. *Аграрні інновації*. 2024. № 28. С. 53-61. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.28.9>.
9. Осадчий В. І. Кліматична програма України як основа цілісної екологічної політики держави в умовах зміни клімату. *Вісник НАН України*. 2021. Вип. 6. С. 81-84. DOI: <https://doi.org/10.15407/visn2021.06.081>.
10. Лобода Н. С., Розвод М. Р. Зміни температурного режиму повітря в басейні річки Дністер на початку XXI сторіччя. *Ukrainian hydrometeorological journal*. 2024. Вип. 33. С. 38-48. DOI: <https://doi.org/10.31481/uhmj.33.2024.03>.
11. Snizhko S., Didovets I., Shevchenko O., Yatsiuk M., Hattermann F. F., Bronstert A. Southern Bug River: water security and climate changes perspectives for post-war city of Mykolaiv, Ukraine. *Front. Water*. 2024. Vol. 6. 1447378. DOI: <https://doi.org/10.3389/frwa.2024.1447378>.
12. Didovets I., Krysanova V., Hattermann F. F., del Rocío Rivas López M., Snizhko S., Schmied H. M. Climate change impact on water availability of main river basins in Ukraine. *Journal of Hydrology: Regional Studies*. 2020. Vol. 32. 100761. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2020.100761>.
13. Гавриць А. П., Пекарська О. О. Проблеми формування безпечового середовища населення від затоплення на рівні територіальних громад. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*. 2024. №. 29. С. 128-140. DOI: <https://doi.org/10.32447/20784643.29.2024.14>.
14. Саніна І. В., Люта Н. Г. Екологічні наслідки підризу греблі Каховської ГЕС і шляхи вдосконалення водопостачання населення. *Мінеральні ресурси України*. 2023. № 2. С. 50-55. DOI: <https://doi.org/10.31996/mru.2023.2.50-55>.
15. Мирошніченко А. Кризові екологічні комунікації у період воєнного часу (на прикладі Каховської ГЕС). *Науково-теоретичний альманах Грані*. 2023. Т. 26. № 5. С. 132-142. DOI: <https://doi.org/10.15421/1723113>.
16. Тучковенко Ю. С., Гаркуша О. П., Гриб О. М., Гуца С. Г., Деньга Ю. М., Калашнік К. С., та ін. Результати гідрологічного, гідрохімічного, гідробіологічного та медико-біологічного обстеження Куяльницького лиману. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2022. № 30. С. 40-64. DOI: <https://doi.org/10.31481/uhmj.30.2022.04>.
17. Адаменко Я. Про можливість прогнозування катастрофічних паводків. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2021. Т. 12, № 1. С. 7-21. DOI: [https://doi.org/10.31471/2415-3184-2021-1\(23\)-7-21](https://doi.org/10.31471/2415-3184-2021-1(23)-7-21).
18. Михайлюк Р. Й. Заходи щодо захисту Прикарпаття від катастрофічних паводків шляхом аналізу їх причин та наслідків у 2008 і 2020 роках. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2021. Т. 12, № 2. С. 13-26. DOI: [https://doi.org/10.31471/2415-3184-2021-2\(24\)-13-26](https://doi.org/10.31471/2415-3184-2021-2(24)-13-26).

УДК 639.511:595.384.1(477)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.41>

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ РАКІВНИЦТВА В УКРАЇНІ НА ПРИКЛАДІ АВСТРАЛІЙСЬКОГО ЧЕРВОНОКЛЕШНЕВОГО РАКА

Слюсар М.В. – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри зоології, біологічного моніторингу та охорони природи,

Житомирський державний університет імені Івана Франка

orcid.org/0000-0003-1501-4168

Ковальчук І.І. – к.вет.н.,

доцент кафедри зоології, біологічного моніторингу та охорони природи,

Житомирський державний університет імені Івана Франка

orcid.org/0000-0002-2421-7533

Мамченко В.Ю. – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри зоології, біологічного моніторингу та охорони природи,

Житомирський державний університет імені Івана Франка

orcid.org/0000-0002-7208-6363

Світельський М.М. – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри ботаніки, біоресурсів та збереження біорізноманіття,

Житомирський державний університет імені Івана Франка

orcid.org/0000-0003-1501-4168

Іщук О.В. – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри екології та географії,

Житомирський державний університет імені Івана Франка

orcid.org/0000-0002-8993-8366

Стаття аналізує стан та перспективи раківництва в Україні на прикладі Австралійського червоноклешиного рака (*Cherax quadricarinatus*). Висвітлено критичне скорочення аборигенних раків України через забруднення вод, деградацію біотопів, надмірний вилов та чуму раків. Обґрунтовано розвиток раківництва як альтернативного джерела цінного продукту, що сприятиме продовольчій безпеці.

Детально охарактеризовано біологічні, екологічні, господарсько-корисні ознаки *Cherax quadricarinatus*: високі темпи росту, плідючість, стійкість до хвороб (включаючи чуму раків), адаптаційні здібності. Ці характеристики роблять його привабливим об'єктом аквакультури. Досліджено технологічні аспекти вирощування Австралійського червоноклешиного рака в системах замкненого водопостачання (УЗВ). Розглянуто переваги УЗВ: контроль середовища (температура, кисень, гідрохімія), мінімізація водоспоживання, висока щільність посадки, цілорічне вирощування.

Проведено попередній економічний аналіз витрат (інвестицій, операційні) та ринкових можливостей. Аналіз вказує на високий потенціал рентабельності галузі за умови впровадження сучасних інтенсивних технологій та ефективного управління, з окупністю в середньостроковій перспективі.

Описано екологічні ризики інтродукції інвазивного виду: конкуренція з аборигенними видами за ресурси/біотопи, можлива передача хвороб, гібридизація, витіснення місцевих видів. Запропоновано комплексні заходи біозахисту: вирощування *Cherax quadricarinatus* виключно в закритих системах (УЗВ) для унеможливлення потрапляння у природні водойми. Наголошено на необхідності суворого законодавчого регулювання (ліцензування, контроль, ветеринарний нагляд, санкції).

Окремо розглянуто стратегічну роль раківництва в контексті післявоєнної рекультивації та відновлення економіки України. Розвиток галузі сприятиме створенню нових робочих місць (особливо у сільській місцевості), зайнятості, диверсифікації аграрного

сектору, зменшенню залежності від імпорту, створенню нових експортних можливостей. Підкреслюється роль інтенсивного раківництва у створенні замкнених циклів виробництва, що відповідає принципам сталого розвитку та циркулярної економіки.

Ключові слова: раківництво, аквакультура, *Cherax quadricarinatus*, УЗВ, інвазивні види, екологічні ризики, економічне обґрунтування, післявоєнне відновлення, Україна, аборигенні раки, чума раків.

Sliusar M.V., Kovalchuk I.I., Mamchenko V.Yu., Svitelskyi M.M., Ishchuk O.V. Current status and prospects for the development of crayfish farming in Ukraine using the example of the Australian red-clawed crayfish

The article analyzes the state and prospects of crayfish farming in Ukraine using the example of the Australian red-claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*). The critical reduction of native crayfish in Ukraine due to water pollution, habitat degradation, overfishing, and crayfish plague is highlighted. The development of crayfish farming as an alternative source of a valuable product that will contribute to food security is substantiated.

The biological, ecological, and economically useful features of *Cherax quadricarinatus* are described in detail: high growth rates, fecundity, resistance to diseases (including crayfish plague), and adaptive abilities. These characteristics make it an attractive object of aquaculture. The technological aspects of growing Australian red-claw crayfish in closed water supply systems (CWS) are investigated. The advantages of CWS are considered: environmental control (temperature, oxygen, hydrochemistry), minimization of water consumption, high stocking density, year-round cultivation.

A preliminary economic analysis of costs (investments, operating) and market opportunities was conducted. The analysis indicates a high potential for profitability of the industry, provided that modern intensive technologies and effective management are implemented, with a payback in the medium term.

The ecological risks of introducing an invasive species are described: competition with native species for resources/biotopes, possible disease transmission, hybridization, displacement of local species. Comprehensive biosecurity measures are proposed: cultivation of *Cherax quadricarinatus* exclusively in closed systems (CSS) to prevent its entry into natural water bodies. The need for strict legislative regulation (licensing, control, veterinary supervision, sanctions) is emphasized.

The strategic role of crayfish farming in the context of post-war reclamation and economic recovery of Ukraine is separately considered. The development of the industry will contribute to the creation of new jobs (especially in rural areas), employment, diversification of the agricultural sector, reduction of dependence on imports, creation of new export opportunities. The role of intensive crayfish farming in creating closed production cycles, which meets the principles of sustainable development and circular economy, is emphasized.

Key words: crayfish farming, aquaculture, *Cherax quadricarinatus*, IUCN, invasive species, environmental risks, economic justification, post-war recovery, Ukraine, native crayfish, crayfish plague.

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими або практичними завданнями. Прісноводні раки відіграють ключову роль у водних екосистемах як детритофаги та важлива ланка трофічних ланцюгів. Водночас, вони є цінним об'єктом харчування та предметом промислового вилову та аквакультури. В Україні раківництво має глибокі історичні корені, проте протягом останніх десятиліть спостерігається стрімке скорочення природних популяцій аборигенних видів, таких як широкопалий (*Astacus astacus*), довгопалий (*Pontastacus leptodactylus*) та товстопалий (*Pontastacus pachypus*) раки [2]. Це явище є відображенням загальносвітових тенденцій, спричинених антропогенним тиском: забрудненням водних об'єктів, деградацією природних біотопів, надмірним неконтрольованим виловом, поширенням хвороб, а також конкуренцією з інвазивними видами.

Таке скорочення популяцій аборигенних раків створює не лише екологічні проблеми, які пов'язані з порушенням біорізноманіття та функціонуванням водних

екосистем, але й створює певні економічні виклики. Зменшення доступності цього цінного продукту призводить до зростання цін та вимушеного імпорту, що негативно позначається на продовольчій безпеці та економічному потенціалі галузі [4]. В умовах повномасштабної військової агресії, коли значна частина природних територій зазнала руйнувань, а водні ресурси – забруднення, проблема відновлення та сталого розвитку аквакультури, зокрема раківництва, набуває особливої актуальності. Це вимагає пошуку нових, адаптованих до сучасних реалій підходів до виробництва.

Одним із таких підходів, що активно обговорюється у світовій аквакультурі, є контрольоване вирощування інвазивних видів раків, які демонструють високу продуктивність, адаптивність та швидкий ріст. Австралійський червоноклешневий рак (*Cherax quadricarinatus*) є представником таких видів, оскільки має виняткові господарсько-корисні характеристики. Проте, питання його інтродукції та комерційного розведення в Україні, супроводжується значними екологічними ризиками, що потребують ретельного науково-економічного обґрунтування та розробки суворих регуляторних механізмів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема деградації популяцій аборигенних видів раків в Україні та Східній Європі є предметом численних досліджень. Зокрема, Г. Б. Кафтаннікова, В. В. Касьяненко, О. В. Кузьміна [2], вивчали поширення, біологію та екологію аборигенних видів, а також причини їх скорочення. Значна увага приділялася вивченню чуми раків (*Aphanomyces astaci*), як одного з найбільш руйнівних факторів, що впливають на аборигенні популяції. В Україні зафіксовано випадки поширення цього захворювання [3]. Роботи М. В. Мельничука та Л. М. Безносок висвітлюють загальні тенденції розвитку рибного господарства та аквакультури в Україні, вказуючи на проблеми та перспективи галузі [4].

На міжнародному рівні велика кількість досліджень присвячена біології, технологіям вирощування та ринковому потенціалу *Cherax quadricarinatus*. Публікації, що базуються на досвіді країн-лідерів у вирощуванні Австралійського червоноклешневого рака (США, Китай, Ізраїль, Австралія), деталізують його високі темпи росту, плодючість, всеїдність та відносну стійкість до захворювань. Дослідження, проведені такими авторами, як Дж. А. Хьюїтт, С. Д. МакКарті, Дж. А. Гріггс, демонструють економічну привабливість цього виду в умовах інтенсивної аквакультури, зокрема в системах замкненого водопостачання (УЗВ) [7].

Особлива увага в наукових публікаціях приділяється екологічним ризикам, пов'язаним з інтродукцією інвазивних видів. Роботи Ф. Раверта, Р. Клоуна та багатьох інших екологів підкреслюють потенційну загрозу для місцевого біорізноманіття від конкуренції за ресурси, передачі хвороб, гібридизації, зміни структури екосистем [8]. Ці дослідження є фундаментальними для розуміння необхідності впровадження біозахисних заходів при будь-якій інтродукції. В контексті України, на жаль, системних наукових досліджень щодо адаптації АЧР до місцевих умов, його потенційного впливу на аборигенні види та розробки оптимальних технологій вирощування недостатньо. Більшість наявних відомостей про розведення АЧР в Україні базуються на окремих приватних ініціативах та обмеженому досвіді, який не завжди є достатньо документованим та науково обґрунтованим.

Таким чином, проведені дослідження дозволяють сформулювати загальне уявлення про проблему скорочення аборигенних раків та потенціал АЧР. Проте, вони не дають вичерпних відповідей щодо системного впровадження АЧР в українську аквакультуру з урахуванням усіх екологічних та економічних аспектів.

Незважаючи на значний обсяг досліджень у галузі аквакультури та інвазивних видів, існує низка критичних не вирішених питань, які потребують детального вивчення для сталого розвитку раківництва в Україні на прикладі *Cherax quadricarinatus*. Серед них:

1. Відсутність комплексного науково-економічного обґрунтування потенціалу АЧР для України (системного аналізу економічної ефективності вирощування з урахуванням місцевих кліматичних особливостей, вартості енергоресурсів, доступності кормів, ринкових цін).

2. Недостатнє вивчення екологічних ризиків інтродукції (відомі загальні ризики інвазій, але не проводились специфічні дослідження потенційного впливу АЧР на аборигенні види раків та інші компоненти водних екосистем, що є критично важливим для розробки адекватних заходів біозахисту).

3. Відсутність чіткої регуляторної та законодавчої бази: відсутні нормативно-правові акти, які б регламентували умови інтродукції, вирощування та обігу інвазивних видів раків, що створює правову невизначеність та потенційні загрози; чинний Закон України «Про аквакультуру» [1] не містить детальних положень щодо інвазивних видів.

4. Відсутність оптимальних технологічних рішень (УЗВ є ключовою технологією, але відсутні рекомендації щодо їх будови, енергоефективності, впровадження аквапонічних систем саме для розведення АЧР).

5. Невизначений ринковий потенціал та стратегії збуту (детальний аналіз внутрішнього попиту, можливості виходу на експортні ринки та формування доданої вартості продукції з АЧР).

6. Врахування чинника післявоєнного відновлення (включно з потенційною роллю у зайнятості населення та продовольчою безпекою).

Формулювання цілей статті. Основними цілями публікації є:

1. Проаналізувати сучасний стан раківництва в Україні – основні проблеми та тенденції у вирощуванні та вилові аборигенних видів раків.

2. Охарактеризувати біологічні, екологічні та господарсько-корисні характеристики *Cherax quadricarinatus*.

3. Дослідити потенційні екологічні ризики інтродукції АЧР та запропонувати заходи з їх мінімізації.

4. Визначити технологічні можливості та вимоги до вирощування АЧР, акцентуючи увагу на безпечних та ефективних системах утримання (УЗВ, аквапоніка).

5. Оцінити економічну доцільність та ринкові перспективи комерційного розведення АЧР, провести попередній аналіз витрат, доходів та можливостей збуту.

6. Розробити попередні рекомендації для формування регуляторної бази та державної підтримки екологічно відповідального розвитку раківництва з використанням АЧР.

Виклад основного матеріалу дослідження. Історично українські водойми були багаті на прісноводних раків. Найбільш поширеними були широкопалий (*Astacus astacus*), довгопалий (*Pontastacus leptodactylus*) та товстопалий (*Pontastacus pachypus*) раки. Перший є типовим європейським видом, що віддає перевагу чистим, добре насиченим киснем водам. Довгопалий рак є більш пластичним до якості води та поширений на більшій території. Товстопалий рак є менш чисельним і має обмежений ареал поширення.

Ключові проблеми, що призвели до деградації популяцій:

- Забруднення водних об'єктів промисловими та сільськогосподарськими стоками; підвищення біогенного навантаження (евтрофікація) призводить до

«цвітіння» води, зниження рівня кисню та загибелі водних організмів; проведені дослідження показують прямий зв'язок між рівнем забруднення та зниженням чисельності раків [2].

- Руйнування та трансформація біотопів: зміна гідрологічного режиму річок (будівництво дамб, каналів), осушення боліт, ерозія берегів – призводять до втрати місць проживання, нерестовищ та укриттів для раків. Це особливо критично для широкопалого рака, який є більш вибагливим до умов існування.

- Неконтрольований вилов: браконьєрство та відсутність ефективних механізмів контролю за виловом, особливо в період розмноження, виснажує популяції; в окремих регіонах України майже повністю зникли популяції через надмірний вилов.

- Чума раків (*Aphanomyces astaci*) – ця інфекція, що поширюється з інтродукцією американських видів раків (які є носіями, але самі стійкі до неї), може знищити до 100 % популяції чутливих видів за короткий термін. В Україні зафіксовано випадки поширення цього захворювання [3], що створює значний виклик для відновлення аборигенних видів.

- Конкуренція з інвазивними видами: поширення американських видів раків, таких як сигнальний рак (*Pacifastacus leniusculus*) або мармуровий рак (*Procambarus fallax f. virginalis*), створює конкуренцію за кормову базу та місця проживання.

Внаслідок цих факторів, більшість аборигенних видів раків в Україні знаходяться на межі зникнення або мають фрагментовані популяції. Промисловий вилов їх практично припинився, а наявні обсяги надходять переважно з браконьєрства. Це підкреслює гостру потребу в розвитку контрольованого раківництва.

Біологічні, екологічні та господарсько-цінні характеристики Австралійського червоноклешневого рака (Cherax quadricarinatus)

Австралійський червоноклешневий рак (*Cherax quadricarinatus*) або АЧР, є одним із найбільш перспективних видів для прісноводної аквакультури у світі. Його популярність зумовлена комплексом унікальних біологічних та господарсько-цінних властивостей:

- Швидкість росту та розміри – АЧР демонструє значно вищі темпи росту порівняно з аборигенними європейськими видами раків. За оптимальних умов він може досягати товарної маси 50–100 г (і більше) за 6–9 місяців. Максимальна вага окремих особин може сягати 500 г. Це забезпечує швидкий оборот капіталу та високу продуктивність на одиницю об'єму вирощування [5].

- Висока плодючість – самки АЧР відрізняються високою плодючістю, відкладаючи від 500 до 1500 ікринок за одну кладку. При оптимальних умовах утримання маточне поголів'я може давати 2–3 покоління на рік, що дозволяє отримувати велику кількість молодняку та забезпечувати безперервний цикл виробництва.

- Всеїдність та адаптивність до кормів, що спрощує годівлю та дозволяє оптимізувати кормові витрати.

- Толерантність до умов утримання: є теплолюбним видом (оптимальна температура води 22–28 °C), відносно толерантний до коливань рН (6,5–8,5) та рівнів жорсткості води; може витримувати нижчі концентрації кисню порівняно з деякими іншими видами раків.

- Стійкість до захворювань: у порівнянні з аборигенними європейськими раками, АЧР демонструє вищу стійкість до ряду поширених захворювань. Це знижує ризики масової загибелі та спрощує профілактику хвороб в умовах аквакультури.

- Високі смакові якості та ринкова привабливість: м'ясо АЧР має ніжну текстуру, приємний смак, що робить його цінним делікатесом. Яскраво-червоні клешні та привабливий зовнішній вигляд підвищують його товарну цінність на ринку.

- Висока виживаність при транспортуванні: АЧР здатний витримувати тривалі періоди транспортування без води (у вологому середовищі), що є важливим для логістики та реалізації живої продукції.

Ці характеристики підтверджуються численними дослідженнями та комерційним досвідом вирощування АЧР у світі [7]. Вони свідчать про те, що АЧР має значний потенціал для комерційного раківництва в Україні з урахуванням необхідних технологічних та екологічних умов.

Технологічні можливості та вимоги до вирощування АЧР в Україні

З огляду на температурні вимоги АЧР та критично важливий аспект екологічної безпеки (інвазивний потенціал), основним та найбільш доцільним методом його вирощування в Україні є системи закритого водопостачання (УЗВ).

Переваги УЗВ для АЧР:

- Контроль параметрів середовища: УЗВ дозволяють підтримувати стабільну оптимальну температуру (22–28 °C), рН, рівень розчиненого кисню, а також контролювати концентрацію шкідливих азотистих сполук (аміак, нітрити, нітрати).

- Екологічна безпека: замкнутий цикл водопостачання повністю унеможливає потрапляння раків у природні водойми, запобігаючи можливим екологічним катастрофам, пов'язаним з інвазією.

- Інтенсивність виробництва: УЗВ дозволяють досягти високої щільності посадки (до 5–10 кг/м² і більше), що забезпечує отримання значних обсягів продукції з невеликої площі.

- Ефективність використання ресурсів: економія води (до 90–95 % порівняно з проточними системами), можливість раціонального використання кормів.

- Ізольоване середовище УЗВ дозволяє застосовувати ефективні заходи профілактики захворювань.

Основні компоненти УЗВ для раківництва:

- басейни для утримання (пластикові або склопластикові, з гладкими стінками для запобігання пошкодження раків та легкого очищення). Можливе використання багаторусних систем;

- система механічної фільтрації – для видалення твердих частинок (залишків корму, екскрементів); використовуються барабанні фільтри, відстійники, фільтри з піщаним завантаженням;

- система біологічної фільтрації (біофільтр) – основний компонент для перетворення токсичного аміаку та нітритів на безпечні нітрати за допомогою нітрифікуючих бактерій. Це може бути біофільтр з рухомим шаром (MBBR), біофільтр з нерухомим завантаженням (bio-ball, біокільця) або крапельний фільтр;

- система аерації та оксигенації – для підтримки високого рівня розчиненого кисню; використовують повітряні компресори, дифузори, оксигенатори.

- система терморегуляції – для підтримки оптимальної температури (насоси, чилери, або обігрівачі);

- ультрафіолетова стерилізація – для знезараження води та знищення патогенних мікроорганізмів;

- система моніторингу та контролю (датчики для вимірювання та регулювання параметрів води).

Технологічний цикл вирощування:

1. Формування маточного стада – відбір здорових, високопродуктивних самців та самок.
2. Отримання молодняку – контрольоване спарювання та інкубація ікри. Після вилуплення личинок їх переміщують у окремі ємності.
3. Підрощування молодняку – вирощування молодих раків до певного розміру (наприклад, 1–2 г) у спеціалізованих підрощувальних ємностях з оптимальною щільністю посадки.
4. Вирощування до товарної маси – пересаджування підрощеної молоді у більші басейни або ставки з регульованою щільністю посадки, залежно від бажаного розміру раків.
5. Годівля – використання збалансованих, високопротеїнових кормів, що відповідають потребам раків на різних стадіях росту. Дослідження показують, що оптимальний вміст білка у кормі для АЧР становить 30–40 %.
6. Моніторинг та профілактика – регулярний візуальний огляд раків, контроль параметрів води та своєчасне видалення решток.

Перспективні додаткові технології:

- Аквапоніка з АЧР – інтегровані системи, де вода з відходами життєдіяльності раків використовується для живлення гідропонних рослин. Це дозволяє очищувати воду для раків, зменшувати витрати на добрива для рослин, а також отримувати додатковий врожай овочів або зелені. Ця технологія підвищує загальну економічну ефективність в аквакультури.
- Використання місцевих ресурсів – розробка вітчизняних рецептур кормів на основі місцевих інгредієнтів для зниження залежності від імпорту та підвищення стійкості виробництва.
- Інтелектуальні системи контролю – впровадження автоматизованого моніторингу, діагностики та оптимізації процесів вирощування.

Обґрунтуванням цих технологій є їх доведена ефективність у світовій практиці аквакультури, а також здатність нівелювати ключові виклики для раківництва в Україні – температурні обмеження та ризики інвазії.

Економічна доцільність та ринкові перспективи комерційного розведення АЧР в Україні

Економічна доцільність вирощування *Cherax quadricarinatus* в Україні базується на високих темпах росту, плодючості та товарній привабливості цього виду, що дозволяє отримувати значні обсяги продукції за відносно короткий термін.

Основні статті витрат та їх оптимізація:

1. Капітальні інвестиції. Найбільша частина припадає на будівництво та обладнання УЗВ (басейни, насоси, фільтри, аератори, системи обігріву/охолодження, УФ-стерилізатори). Для оптимізації витрат можливе модульне будівництво, використання енергоефективного обладнання та поетапне розширення потужностей. За попередніми оцінками, початкові інвестиції для УЗВ потужністю 1–2 тонни раків на рік можуть становити від 50 000 до 150 000 доларів США, залежно від рівня автоматизації та якості обладнання.
2. Експлуатаційні витрати. Енергоносії (електроенергія для обігріву, насосів, аерації) – це найбільша стаття витрат. Оптимізація можлива через використання теплових насосів, альтернативних джерел енергії (сонячні панелі, геотермальні води в перспективних регіонах), ефективна теплоізоляція приміщень.
3. Корми. Витрати на спеціалізовані корми становлять до 40–50 % від загальних експлуатаційних витрат. Використання якісних кормів з оптимальним

коефіцієнтом конверсії корму (FCR) та пошук можливостей використання локальної сировини для виробництва кормів можуть значно знизити ці витрати. FCR для АЧР може коливатися від 1,5 до 2,5, залежно від якості корму та умов утримання.

4. Маточне поголів'я та молодняк. Закупівля якісного маточного поголів'я або молоді, в подальшому – підтримка власного репродуктивного стада.

5. Оплата праці кваліфікованого персоналу (рибоводи, техніки).

6. Ветеринарні препарати (профілактичні та лікувальні засоби).

7. Вода та реагенти для корекції її параметрів.

Ринкові можливості та цінова політика:

1. Внутрішній ринок. В Україні існує високий попит на раків, який традиційно задовольнявся за рахунок «дикого» вилову. З огляду на скорочення природних популяцій, ціна на раків постійно зростає. Наразі вартість раків сягає від 400 до 1000 грн/кг, залежно від сезону та регіону. АЧР може заповнити цю нішу, пропонує високоякісний продукт за конкурентоспроможною ціною.

2. Експортний потенціал. М'ясо раків є популярним делікатесом у багатьох країнах Європи, Азії та Північної Америки. Забезпечення відповідності міжнародним стандартам якості та безпеки відкриває значні експортні можливості. Середня оптова ціна на раків на європейському ринку може сягати 10–20 EUR/кг, залежно від виду та розміру [FAO, 2023].

3. Додана вартість. Можлива промислова переробка раків (варено-морожені раки, ракові шийки, делікатеси в розсолі), що дозволяє збільшити рентабельність та розширити асортимент продукції.

4. Рентабельність. За умови ефективного управління, оптимізації витрат та стабільного збуту, рентабельність раківництва в УЗВ може бути високою – від 20 % до 40 % і вище, залежно від масштабу та технології.

Обґрунтування: Економічне обґрунтування базується на світовому досвіді, що демонструє високу продуктивність АЧР та його швидкий вихід до товарних кондицій. Ключовим фактором успіху є мінімізація енергетичних витрат та оптимізація годівлі, що можливо при використанні сучасних УЗВ та грамотному менеджменті.

Екологічні ризики інтродукції АЧР та заходи з їх мінімізації.

Незважаючи на значні економічні переваги, інтродукція та вирощування *Cherax quadricarinatus* в Україні несе серйозні екологічні ризики, які вимагають суворого контролю та законодавчого регулювання.

Основні екологічні ризики:

1. Конкуренція з аборигенними видами. У випадку потрапляння у природні водойми, АЧР, як більш агресивний та швидкозростаючий вид, може конкурувати з аборигенними раками (*Astacus astacus*, *Pontastacus leptodactylus*) за кормову базу, місця проживання (нори, укриття) та нерестовища. Це може призвести до витіснення місцевих видів, які вже перебувають під загрозою зникнення.

2. Передача хвороб. Хоча АЧР є відносно стійким до захворювань, в тому числі до чуми раків, він, як і інші американські види, може бути носієм патогену (*Aphanomyces astaci*). Потрапляння таких носіїв у природні водойми може стати причиною спалахів захворювання серед чутливих аборигенних популяцій, спричиняючи їх масову загибель.

3. Порушення екосистемного балансу. Великі популяції АЧР у природних водоймах можуть спричинити зміну структури бентосних угруповань, впливати на рослинність, знижувати чисельність інших водних організмів (комах, молюсків, ікри риби), що може дестабілізувати екосистему [8].

4. Гібридизація. Хоча АЧР належить до іншого роду, ніж європейські раки, ризик потенційної гібридизації з інвазивними видами (наприклад, з американськими, які вже присутні в Україні) не може бути повністю виключений і потребує подальших генетичних досліджень.

Заходи з мінімізації ризиків (біозахист).

1. Вирощування в закритих системах (УЗВ). Це єдиний надійний спосіб запобігти потраплянню АЧР у природні водойми (багаторівнева система фільтрації на скидах, фізичні бар'єри, подвійні двері у приміщеннях).

2. Законодавче регулювання. Необхідна розробка та прийняття нормативно-правових актів, які б:

- заборонили випуск АЧР у природні водойми;
- встановили обов'язкові вимоги до проєктування, будівництва та функціонування УЗВ для вирощування інвазивних видів;
- відповідальність за порушення цих вимог;
- регламентували процедуру отримання дозволів на вирощування інвазивних видів (з обов'язковою екологічною експертизою).

3. Контроль за джерелом посадкового матеріалу. Використання виключно сертифікованого, генетично перевіреного та здорового молодняка, отриманого від надійних постачальників, що знижує ризик занесення хвороб.

4. Регулярний моніторинг. Проведення систематичного моніторингу водних об'єктів у радіусі кількох кілометрів від аквакультурних господарств на предмет виявлення АЧР. У разі виявлення – негайне вжиття заходів з їх вилову та знищення.

5. Навчання та інформування. Проведення навчальних семінарів для фермерів та працівників, спрямованих на підвищення обізнаності щодо ризиків інвазії та необхідності дотримання біозахисних заходів.

Обґрунтування. Ці заходи є критично важливими для забезпечення екологічної безпеки та сталого розвитку аквакультури. Досвід багатьох країн (наприклад, США, Канади, деяких країн ЄС), які зіткнулися з проблемами інвазії чужорідних видів раків, підкреслює необхідність превентивних та регуляторних заходів. Без такого комплексного підходу, економічні показники від розведення АЧР можуть бути нівельовані незворотними екологічними наслідками.

Роль раківництва в післявоєнній рекультивації та відновленні економіки України

Повномасштабна військова агресія спричинила значні руйнування інфраструктури, забруднення земель та водних об'єктів, а також створила виклики для продовольчої безпеки та зайнятості населення. У цьому контексті, розвиток аквакультури, зокрема раківництва, може відігравати важливу роль у післявоєнному відновленні.

Створення робочих місць. Будівництво та функціонування сучасних УЗВ для вирощування раків потребуватиме працівників. Це створить нові робочі місця, особливо в сільській місцевості та регіонах, що постраждали від бойових дій, де проблема зайнятості є особливо гострою.

Диверсифікація сільського господарства. Розвиток раківництва дозволить диверсифікувати аграрний сектор, зменшити залежність від традиційних видів виробництва та створити нові джерела доходу для фермерів.

Продовольча безпека. Збільшення обсягів виробництва раків в Україні зменшить залежність від імпорту та сприятиме зміцненню продовольчої безпеки країни, пропонуючи населенню якісний та цінний білковий продукт.

Економічна реінтеграція деградованих територій. Деякі території, що зазнали забруднення або руйнування, можуть бути непридатними для традиційного землеробства на тривалий термін. Створення на таких ділянках закритих аквакультурних комплексів (УЗВ) може сприяти їх економічній «реабілітації» без прямого використання забруднених ґрунтів чи вод.

Привабливість для інвестицій. Потенційно висока рентабельність та зростаючий попит на раків можуть привабити як внутрішні, так і іноземні інвестиції, що є критично важливим для відновлення економіки країни. Досвід відновлення інших країн після конфліктів показує, що розвиток нових, високотехнологічних галузей сільського господарства може бути рушієм економічного зростання та створення сталих джерел доходу для населення [9].

Обґрунтування. Ці аспекти підкреслюють, що раківництво, особливо з використанням технологій УЗВ, може бути не лише прибутковим бізнесом, а й важливим інструментом соціально-економічного відновлення. Проте, важливо, щоб усі проєкти розвитку аквакультури були інтегровані в загальні плани післявоєнної відбудови та враховували принципи сталого розвитку та екологічної безпеки.

Висновки

1. Природні популяції аборигенних раків в Україні перебувають у критичному стані через антропогенний тиск та хвороби, що вимагає впровадження природоохоронних заходів та пошуку альтернатив для задоволення ринкового попиту.

2. Австралійський червоноклешневий рак демонструє виняткові господарсько-корисні характеристики (швидкість росту, плодючість, стійкість до хвороб), що робить його привабливим об'єктом для комерційного вирощування в Україні.

3. Технологія систем закритого водопостачання (УЗВ) є єдиним прийнятним та екологічно безпечним методом розведення АЧР в Україні, оскільки дозволяє контролювати всі параметри середовища та унеможливає його потрапляння у природні водойми.

4. За умови раціонального інвестування в УЗВ та оптимізації операційних витрат (особливо на енергоносії та корми), раківництво з використанням АЧР може бути високорентабельним бізнесом з потенціалом як для внутрішнього ринку, так і для експорту.

5. Незважаючи на економічні переваги, АЧР є інвазивним видом, і його неконтрольоване поширення може мати катастрофічні наслідки для біорізноманіття України. Це вимагає розробки та суворого дотримання комплексних заходів біозахисту та відповідного законодавчого регулювання.

6. Розвиток раківництва може сприяти створенню робочих місць, диверсифікації економіки та підвищенню продовольчої безпеки України.

Перспективи подальшого розвитку

1. Розробка комплексної Національної стратегії розвитку аквакультури, яка включала б чіткі положення щодо вирощування інвазивних видів, визначала пріоритети та механізми державної підтримки, жорсткі вимоги до біозахисту.

2. Прийняття нормативно-правових актів, що деталізують умови інтродукції, вирощування, обігу та контролю за інвазивними видами в аквакультурі, з урахуванням європейського та світового досвіду.

3. Детальні наукові дослідження екологічної ніші АЧР та потенційного впливу на аборигенні види популяцій в Україні; вивчення генетичної варіабельності та селекції АЧР для підвищення продуктивності та адаптивності.

4. Створення сприятливого інвестиційного клімату через державні програми підтримки (пільгові кредити, гранти, податкові стимули) для будівництва та модернізації аквакультурних об'єктів.

5. Розвиток освітніх програм та тренінгів для підготовки кваліфікованих фахівців у галузі сучасного раківництва та аквакультури.

Реалізація цих кроків дозволить створити основу для сталого, екологічно відповідального та економічно привабливого раківництва в Україні, що не тільки задовольнить зростаючий попит на ринку, але й сприятиме відновленню економіки та продовольчої безпеки країни.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Закон України «Про аквакультуру». Відомості Верховної Ради України, 2012. № 17, ст. 155.
2. Кафтаннікова, Г.Б. Екологічні проблеми гідробіонтів України. *Вісник екології та природокористування*, 2010. 15(2), 45-52 с.
3. Кузьміна, О.В. Вплив рачої чуми (*Aphanomyces astaci*) на популяції аборигенних раків в Україні. *Наукові праці Інституту рибного господарства НААН*, 2015. 7(1), 123-130 с.
4. Мельничук, М.В., Безносюк, Л.М. Розвиток рибного господарства та аквакультури в Україні: виклики та перспективи. *Економіка природокористування та сталий розвиток*, 2021. 3(1), 87-95 с.
5. Салліван, Р. Дж. *Commercial Culture of Redclaw Crayfish (Cherax quadricarinatus): A Farmer's Guide*. Aqua Research Press, 2020. P. 214.
6. FAO. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.
7. Jones, D.A., Smith, P.R., & Lee, W.K. *Global Aquaculture Trends and Prospects for Sustainable Development*. Blackwell Publishing, 2018. P. 215.
8. Ravert, F. K., & Clone, R. P. Ecological Impacts of Invasive Crayfish: A Review of Global Case Studies. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 2017. 27(4), 678-692 с.
9. Smith, L. M., Johnson, A. B., & Williams, C. D. Economic Recovery and Agricultural Development in Post-Conflict Regions. *Journal of Development Economics*, 2021. P. 150.

УДК 502

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.42>

РОЛЬ ЗАПОВІДНИХ ТЕРИТОРІЙ У ЗБЕРЕЖЕННІ БІОРІЗНОМАНІТТЯ: МІЖНАРОДНИЙ ТА НАЦІОНАЛЬНИЙ ДОСВІД

Совгіра С.В. – д.пед.н., професор,
професор кафедри хімії та екології,
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини
orcid.org/0000-0002-8742-7773

Ємець З.В. – к.с.-г.н., доцент,
доцент кафедри генетики, розведення та годівлі сільськогосподарських тварин,
Одеський державний аграрний університет
orcid.org/0009-0007-1507-9734

Федорчук І.В. – к.біол.н.,
доцент кафедри біології та екології,
Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка
orcid.org/0000-0002-4669-6133

Збереження біорізноманіття вбачається одним із пріоритетних завдань політики сталого розвитку довкілля, адже саме біорізноманіття гарантує стійкість екосистем, як основи для суспільного розвитку та регенерації природних ресурсів. Природно-заповідний фонд у даному контексті відіграє пріоритетну роль, забезпечуючи унікальні передумови для збереження зникаючих та рідкісних видів. На тлі інтенсифікації антропогенного навантаження та глобальних кліматичних змін, заповідні території стають стратегічно важливими локаціями для захисту природного потенціалу, що потребує розроблення і впровадження стратегій збереження біорізноманіття, котрі асимілюють екологічні й соціально-економічні аспекти. Стаття присвячена розширеному аналізу функціоналу заповідних територій у збереженні біорізноманіття в контексті національного та міжнародного досвіду. Досліджено аналіз стану територій природно-заповідного фонду України та Європи на основі статистичних даних. Розглянуто структуру природоохоронних локацій у європейському просторі, ідентифіковано перспективні напрямки збільшення заповідних площ. Проаналізовано показники Індексу заповідності європейських країн. Досліджено актуальну концепцію біоіндикації, що являє собою комплексне оцінювання загального рівня якості середовища та окремих його характеристик за показниками стану біоти в природних умовах. Встановлено, що у більшості розвинених європейських країн базис природоохоронних територій складено лісами, водними та водно-болотними угіддями, природними пасовищами, чагарниками, територіями без рослинного покриву. Детерміновано необхідність формування цільових гідробіологічних природних територіальних комплексів в Україні. Обґрунтовано, що перспективне розширення екомережі формує основний потенціал для регенерації природних ресурсів та збереження біорізноманіття.

Ключові слова: біорізноманіття, екологічна токсикологія, гідробіологія, біоіндикація, гідрологія, екосистема, риби і тварини, генетична різноманітність.

Sovhira S.V., Yemets Z.V., Fedorchuk I.V. The role of protected areas in biodiversity conservation: international and national experience

Biodiversity conservation is seen as one of the priority tasks of sustainable environmental development policy, as biodiversity guarantees the sustainability of ecosystems as the basis for social development and regeneration of natural resources. In this context, the nature reserve fund plays a priority role, providing unique prerequisites for the conservation of endangered and rare species. Against the backdrop of intensifying anthropogenic pressure and global climate change, protected areas are becoming strategically important locations for protecting the natural

potential, which requires the development and implementation of biodiversity conservation strategies that assimilate environmental and socio-economic aspects. The article is devoted to an extended analysis of the functionality of protected areas in biodiversity conservation in the context of national and international experience. The author analyzes the status of the territories of the nature reserve fund of Ukraine and Europe on the basis of statistical data. The structure of protected areas in the European space is considered, and promising areas for increasing protected areas are identified. The indicators of the Conservation Index of European countries are analyzed. The actual concept of bioindication, which is a comprehensive assessment of the overall level of environmental quality and its individual characteristics by indicators of the state of biota in natural conditions, is studied. It has been established that in most developed European countries the basis of protected areas is made up of forests, water and wetlands, natural pastures, shrubs, and areas without vegetation cover. The necessity of forming targeted hydrobiological natural territorial complexes in Ukraine is determined. It is substantiated that the prospective expansion of the ecological network forms the main potential for the regeneration of natural resources and biodiversity conservation.

Key words: *biodiversity, environmental toxicology, hydrobiology, bioindication, hydrology, ecosystem, fish and animals, genetic diversity.*

Актуальність теми дослідження. Актуальність теми обумовлена критичним станом природно-заповідного фонду України в умовах війни, що призводить до деградації екосистем та загрози зникнення цінних видів флори і фауни. Показник заповідності територій України значно поступається європейським стандартам, що вимагає нагального перегляду державної політики у сфері біозбереження. Воєнні дії суттєво посилюють екологічні ризики та загрожують цілісності природоохоронних територій, створюючи потребу в адаптації управлінських підходів до кризових умов. Водночас, інтеграція європейських екологічних стандартів у сфері заповідної справи є необхідною умовою для подальшої євроінтеграції та підвищення рівня екологічної безпеки держави. Наявність понад 35% біорізноманіття Європи на території України визначає стратегічну важливість розробки ефективних механізмів збереження природного генофонду в умовах сучасних екологічних викликів.

Постановка проблеми. Розвиток територій, що володіють особливим статусом охорони екосистем та біорізноманіття, позиціонується максимально ефективним механізмом регенерації біологічного генофонду, рідкісних видів флори і фауни, унікальних природних ландшафтів. Станом на початок 2022 року, за репрезентативних довоєнних умов, показник заповідності для України складав 6,8%, при цьому 35% всього біорізноманіття Європи представлено на території країни. При цьому, рекомендовані мінімальні межі даного індикатора, встановлені міжнародними організаціями, складають 15%. Загалом, в Україні налічується 8633 території та об'єкти природно-заповідного фонду (ПЗФ), загальна площа яких складає 4,5 млн га [1]. Поширена практика фрагментації таких територій створює додаткові перешкоди для підтримки генетичної різноманітності та процесів міграції видів.

Збереження біорізноманіття передбачає охорону як окремих особин чи їхніх груп у межах певної локації, або екосистеми загалом, у асиміляції з середовищем існування. Зниження показників біологічного різноманіття, значною мірою, позиціонується результатом антропогенного впливу. Ключову небезпеку для біорізноманіття формують неконтрольоване вирубування лісів та розорювання місць поширення видів, браконьєрство, ведення господарської діяльності на території прибережно-захисних смуг, забруднення довкілля, інтродукція чужорідних видів, кліматичні зміни. Водночас, основним наслідком зменшення біорізноманіття слугує деградація екосистем, ускладнення процесів їх саморегуляції, загроза

вимирання рідкісних та зникаючих видів, що у перспективі спричинить порушення цілісності біосфери.

Рівень заповідності територій є надзвичайно вагомим соціально-екологічним індикатором розвитку країни. Його зростання репрезентує цільову концепцію підтримки екологічного балансу в межах взаємодії влади, бізнесу та суспільства. В умовах війни збереження заповідних територій є надзвичайно значущим вектором ресурсо- та біозберігаючої політики. У даному контексті корисними вбачаються аналіз успішної міжнародної практики та пошук оптимальних рішень для збереження біорізноманіття за допомогою підвищення рівня заповідності в українських реаліях.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання екологічного стану територій ПЗФ України, збереження біологічного різноманіття та вдосконалення природоохоронних процесів висвітлені у низці публікацій сучасних українських дослідників (М. Долішній, Г. Підгрушний [2], І. Бондар, Н. Голікова Н. [3], І. Ковтун, М. Сербов [4]). Водночас, проблема набула особливої актуальності на тлі повномасштабної війни. Автори І. Skolskyi, D. Karabchuk [5], І. Kitowski та ін. [6] аналізують наслідки впливу військових дій на об'єкти ПЗФ, зосереджують увагу на ризиках уникнення від відповідальності за завдану довкіллію шкоду в умовах війни. У публікаціях О. Трофимчук та ін. [7] досліджуються зміни в процесі міграції птахів через військові дії на територіях ПЗФ. Чимало видів прилетять гніздувати на Азово-Чорноморське узбережжя, де тривають бойові дії, і не зможуть дати нове покоління через фактор турбування.

Вплив рівня заповідності на збереження біорізноманіття вивчався науковцями М. Lockwood [8], D. Rodríguez-Rodríguez, J. Martínez-Vega [9], T. Gatiso та ін. [10], V. Singh [11]. Учені актуалізують необхідність ефективних систем моніторингу в тому числі, за допомогою сучасних технічних засобів (супутників, дронів). Також, автори Е. Opuni-Frimpong та ін. [12], Х. He, Н. Wei [13] наголошують на необхідності створенні дієвого нормативно-правового підґрунтя функціонування об'єктів ПЗФ, врегулювання питань землекористування та відповідальності за порушення режиму заповідності. Необхідною вбачається й трансформація підходів до управлінської політики в сфері збереження біорізноманіття (L. Pacheco та ін. [14], С. Baldauf [15]).

Не зважаючи на об'ємний науковий доробок з досліджуваних питань, низка аспектів проблеми залишаються малодослідженими. Окрім того, війна в Україні спричинила нові виклики для збереження біорізноманіття та збереження цілісності заповідних територій, що актуалізує тематику даного дослідження.

Мета статті полягає в розширеному аналізі функціоналу заповідних територій у збереженні біорізноманіття в контексті національного та міжнародного досвіду.

Методика досліджень. В основу дослідження покладено принцип історизму, який дозволив простежити динаміку розвитку заповідної справи в Україні, аналізуючи історичні та сучасні передумови змін у системі охорони екосистем. Проблемно-хронологічний метод застосовувався для систематизації та осмислення процесів функціонування природоохоронних територій у певній часовій послідовності, з урахуванням впливу масштабних соціально-політичних подій, зокрема повномасштабної війни. Значну увагу приділено методу критичного аналізу джерел, що дозволив вивчити наукові публікації, офіційну статистику, дані національних і міжнародних природоохоронних організацій, а також чинну нормативно-правову базу України та ЄС у сфері охорони біорізноманіття. Метод порівняльного аналізу використано для оцінки показників заповідності України у співвідношенні з середньоєвропейськими нормами та індексами окремих країн Європейського

Союзу. Це дозволило виявити критичні розбіжності та обґрунтувати необхідність адаптації вітчизняної екологічної політики до європейських стандартів.

Результати досліджень. Воєнні дії в Україні порушують середовище існування флори та фауни, що призводить до їх вимирання чи зміни локації поселення видів, котра потребує тривалого процесу адаптації. Нестача необхідних ресурсів слугує причиною загибелі значної кількості диких тварин, у тому числі, ендемічних видів, характерних для певного регіону.

Очевидно, що наслідки деструктивного впливу війни на біорізноманіття зумовлені знищенням екосистем, і водні системи не є виключенням. Численні вибухи та детонація боєприпасів, аварійні ситуації з вивільненням забруднюючих речовин, застосування хімічної зброї призвели до критичного зниження якісних параметрів гідрологічних екосистем.

Найбільшим досягненням в охороні природи наразі є надання заповідного статусу цінній території. В Україні показник заповідності станом на початок війни склав 6,8%, за рекомендованого мінімального значення 15%. Очевидно, що з початком бойових дій ситуація лише погіршилась.

З метою оцінки рівня захисту біорізноманіття вбачається за доцільне використовувати Індекс заповідності, що являє собою частку заповідних територій у загальній структурі землекористування та вираховується їх відношення площі природоохоронних територій певної країни до її загальної площі [16]. Індекс заповідності детермінує рівень природно-ресурсного потенціалу держави та її можливості щодо забезпечення резильєнтності видів флори та фауни до кризових умов. Порівняльне відображення значень Індeksu заповідності країн Європи та України приведено на рис. 1.

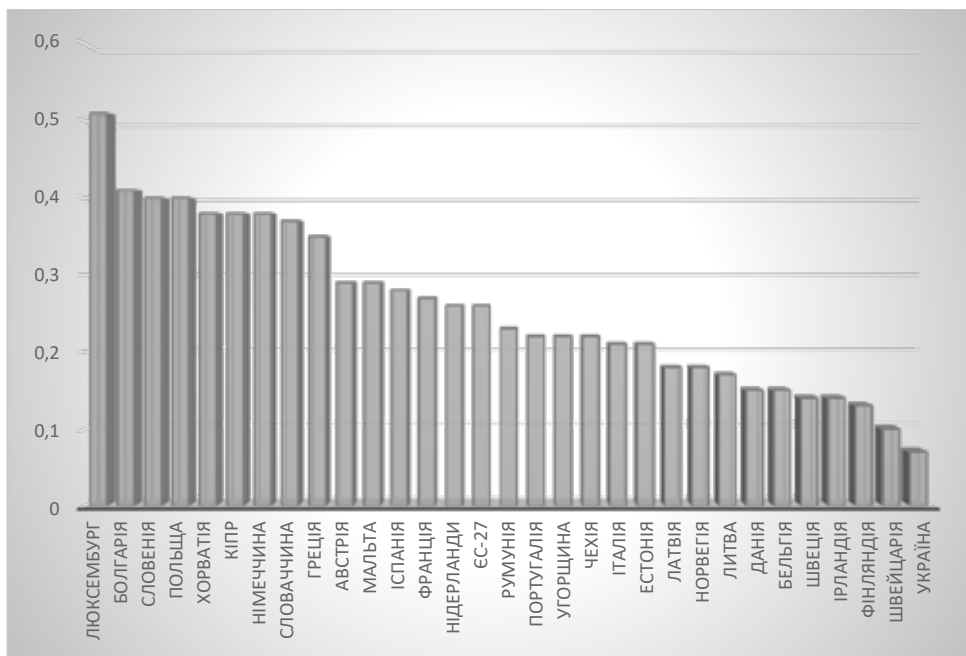


Рис. 1. Значення Індeksu заповідності країн Європи, 2022

Джерело: систематизовано авторами на основі [16]

Аналізуючи рис. 1, варто зауважити, що європейськими лідерами за рівнем заповідності позиціонуються Люксембург (0,51), Болгарія (0,41) та Словенія (0,40). Водночас, мінімальні показники рівнем характерні для Ірландії (0,14) та Фінляндії (0,13). Середньоєвропейським показником вважається значення 0,26, на тлі якого значення Індексу для України (0,07) не корелює із загальноприйнятими нормами.

У контексті дослідження ролі заповідних територій у збереженні біорізноманіття значна роль відводиться екотоксикологічному моніторингу та біоіндикації. Біоіндикація являє собою ідентифікацію екологічно важливих чинників антропогенного та природного навантаження на основі типів реагування на них живих організмів безпосередньо в середовищі їх існування. У екотоксикологічному ракурсі метод біоіндикації може успішно застосовуватись як пріоритетний показник наявності та рівня деструктивного впливу хімічних поллютантів довкілля.

У випадку використання біоіндикаторів мова йде про найбільш чутливі види рослинного чи тваринного світу, чи певної групи в межах виду, котрі найперше реагують на дію шкідливих речовин. Ключова роль біоіндикації в межах екосистемного підходу до розвитку заповідних територій вбачається, власне, у дослідження реагування живих систем на вплив шкідливих чинників, що є особливо важливим на тлі викликів війни.

Щодо гідрології водойм біоіндикаторами забруднення можуть виступати представники різних видів як флори, так і фауни, що зумовлено більшою стабільністю рівнів забруднення гідробіологічних екосистем, відносно забруднення, наприклад, атмосферного повітря. Тому пріоритетним завданням еколого-токсикологічного скринінгу в межах програм моніторингу заповідних територій повинна позиціонуватись оцінка потенційного шкідливого впливу на основні компоненти екосистем та біорізноманіття, з урахуванням їх резильєнтності до токсикантів. Це дозволить прогнозувати ймовірну динаміку екосистем заповідних локацій та приймати відповідні превентивні міри.

Аналізуючи специфіку розвитку Європейської системи екомереж, необхідно зауважити, що активне нарощування об'єктів збереження біорізноманіття вбачається можливим тільки за умови комплексної та ефективної державної підтримки. У більшості розвинених країн потенціал розширення заповідних територій складають лісові масиви та природні пасовища, водяні та водно-болотні угіддя, чагарники, території без рослинного покриву, що дозволяє розширити ареал біозбереження та охопити максимальне різноманіття специфічних екосистем.

Аналітика структури природоохоронних територій європейського простору демонструє перевагу лісових площ (49,6%), агросистем (29,8%), посушливих територій (9,2%), гідрологічних об'єктів (5,4%), водно-болотних угідь (4,09%). Щодо України, характер структури дещо інший: ліси займають 55,9%, гідрологічні об'єкти 19,7%, водно-болотні угіддя 10,5%, землі без рослинного покриву 9%, агросистеми 4,5%. Очевидно, що заповідні комплекси можна суттєво розширити з рахунок залучення земель аграрного призначення, що дозволить досягнути планованого збільшення площі ПЗФ, забезпечити екологічну стабільність територій, а також сприятиме збереженню біорізноманіття.

Загалом, стратегії збереження біорізноманіття доцільно диференціювати за певними напрямками, зокрема:

- 1) екологічний моніторинг і дослідження: регулярні спостереження за станом екосистем, фауни та флори дозволить оперативно ідентифікувати зміни та реагувати на них; напрям передбачає постійне спостереження за популяціями зникаючих

і рідкісних видів, оцінювання загального стану екосистем та ідентифікацію загроз, дослідження впливу глобальних кліматичних змін на біорізноманіття;

2) збереження природних ареалів існування видів: встановлення охоронних зон, що передбачають обмеження чи заборону антропогенного впливу з метою збереження та регенерації найбільш вразливих екосистем; відновлення деградованих ареалів за посередництвом комплексної реабілітації ландшафтів з послідовним повторним заселенням видів рослин та тварин, котрі раніше були витіснені; напрям передбачає, також, боротьбу з впливом інвазійних видів, які несуть загрозу місцевим видам;

3) залучення місцевих громад: підтримка традиційних практик збереження довкілля, залучення до спільного управління екосистемами;

4) міжнародне партнерство та співробітництво: участь у міжнародних природоохоронних угодах (зокрема, Конвенції про біорізноманіття); обмін ефективними практиками; залучення міжнародних грантових програм та фінансових ресурсів;

5) інтеграція сталого використання природних ресурсів: впровадження планів сталого управління та підтримки технологій, які не шкодять біорізноманіттю.

Розроблення та впровадження стратегій збереження біорізноманіття в межах заповідних територій вбачаються необхідною умовою гарантії перспективної екологічної стійкості.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Максимальне збереження біорізноманіття позиціонується пріоритетною складовою екологічної політики України, адже на її території локалізується більше 35% європейського видового різноманіття флори та фауни. Очевидно, що це детермінує необхідність розширення територій заповідного фонду.

Євроінтеграційний курс розвитку України зумовлює потребу інтеграції європейських стандартів збереження біологічного різноманіття, що передбачають розвиток стійкої системи екомереж та заповідних територій, як фундаменту захисту біологічного різноманіття в кризових умовах війни. Європейська концепція біозбереження має слугувати базисом для модернізації та ефективного сталого розвитку як європейської, так і української екологічної політики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. <https://mepr.gov.ua/>
2. Долішній М. І., Підгрушний Г. П. Екологічні стратегії охорони біорізноманіття в природоохоронних територіях. Київ: Інститут екології Карпат, 2020. 320 с.
3. Бондар І. І., Голікова Н. В. Національні парки України: збереження біорізноманіття та розвиток екотуризму. Одеса: ОНУ ім. Мечникова, 2021. 204 с.
4. Kovtun I., Serbov M. Роль об'єктів природно-заповідного фонду України як складової сталого регіонального розвитку. *SWorldJournal*. 2022. № 13(02). С. 57-68. <https://doi.org/10.30888/2663-5712.2022-13-02-031>
5. Skolskyi I. M., Karabchuk D. Y. Сучасні ризики збереження природо-заповідного фонду на шляху до вступу України в Європейський Союз. In *Forestry Education and Science: Current Challenges and Development Prospects. International Science-Practical Conference, October (October, 23-25, 2024), Lviv, Ukraine*. <https://doi.org/10.36930/conf150.6.03>
6. Kitowski I., Sujak A., Drygaś M. The water dimensions of Russian – Ukrainian Conflict. *Ecohydrology & Hydrobiology*. 2023. № 23(3). <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S164235932300054X>
7. Трофимчук О. М., Загородня С. А., Вишняков В. Ю., Клименко В. І., Шевякіна Н. А., Радчук І. В., Сластін С. О. Космічний моніторинг порушення

стану екосистеми Чорноморського біосферного заповідника внаслідок військових дій. *Екологічна безпека та природокористування*. 2023. № 47(3). С. 94-112.

8. Lockwood M., Worboys G., Kothari A. Managing Protected Areas: A Global Guide. London: Earthscan, 2020.

9. Rodríguez-Rodríguez D., Martínez-Vega J. Effectiveness of Protected Areas in Conserving Biodiversity. *A Worldwide Review*. Cham, Switzerland: Springer, 2022.

10. Gatiso T. T., Kulik L., Bachmann M., Bonn A., Bösch L., Freytag A., Kühl H. S. Sustainable protected areas: Synergies between biodiversity conservation and socioeconomic development. *People and Nature*. 2022. № 4(4). Pp. 893-903. <https://doi.org/10.1002/pan3.10326>

11. Singh V. Biodiversity Conservation. In *Textbook of Environment and Ecology* (pp. 225-236). Singapore: Springer Nature Singapore, 2024. https://doi.org/10.1007/978-981-99-8846-4_15

12. Opuni-Frimpong E., Gabienu E., Adusu D., Opuni-Frimpong N. Y., Dampney F. G. Plant diversity, conservation significance, and community structure of two protected areas under different governance. *Trees, forests and people*. 2021. № 4. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2021.100082>

13. He X., Wei H. Biodiversity conservation and ecological value of protected areas: A review of current situation and future prospects. *Frontiers in Ecology and Evolution*. 2023. № 11. <https://doi.org/10.3389/fevo.2023.1261265>

14. Pacheco L. F., Méndez de la Cruz F. R., Buchori D., Salazar-Bravo J. Increasing the size and coverage of protected areas will not be enough for effective biodiversity conservation. *Biodiversity*. 2024. № 25(4). Pp. 309-316. <https://doi.org/10.1080/14888386.2024.2403034>

15. Baldauf C. *Participatory biodiversity conservation: concepts, experiences, and perspectives*. Springer Nature, 2020.

16. Чумаченко О. М., Кривов'яз Є. В., Кустовська О. В., Колганова І. Г. Природоохоронні території як основа збереження біорізноманіття та надання екосистемних послуг у Європі: оцінка внеску України. *Науково-виробничий журнал*. 2022. № 3. <http://dx.doi.org/10.31548/zemleustriy2022.03.03>

УДК 502.17:62-665.9

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.43>

НОРМУВАННЯ ВІДХОДІВ ТА СКИДІВ ЗА КОМПЛЕКСОМ ПОКАЗНИКІВ

Тогачинська О.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри екології та екоменеджменту,
Національний університет харчових технологій
orcid.org/0000-0002-6672-6539

Бублієнко Н.О. – к.т.н.,

доцент кафедри екології та екоменеджменту,
Національний університет харчових технологій
orcid.org/0000-0003-0299-4646

Салавор О.М. – к.т.н.,

доцент кафедри екології та екоменеджменту,
Національний університет харчових технологій
orcid.org/0000-0002-5784-3127

Котинський А.В. – к.т.н.,

доцент кафедри екології та екоменеджменту,
Національний університет харчових технологій
orcid.org/0000-0003-4392-7538

Паращенко І.В. – к.с.-г.н.,

кафедра екології та безпеки життєдіяльності,
Державний університет інфраструктури та технологій
orcid.org/0009-0006-3367-9138

Стаття присвячена розкриттю нормуванню відходів і скидів, проведені їх моніторингу за санітарно-токсикологічними показниками та встановлення впливу відходів і скидів від підприємств різної сфери діяльності на екосистеми довкілля.

У статті наведено також моніторинг відходів і скидів за показниками, проведено екологічне оцінювання щодо накопичення відходів за їх класифікацією і класами токсичності, наведена структура показників щодо міграції токсичних речовини у компоненти довкілля.

Вплив відходів на екосистеми довкілля доцільно оцінювати в залежності від їх класу небезпеки, в результаті чого потрібно враховувати склад відходів, їх характеристики за кожною концентрацією забруднюючої речовини, фактичний обсяг їх накопичення. Нормування скидів характеризується складом стічних вод і визначення в них концентрації небезпечних речовин. Відповідно до цього доцільно визначити оцінку впливу відходів і скидів на екосистеми за такою градацією: I клас – незадовільний стан екосистеми; II клас – задовільний стан екосистеми; III клас – нормальний стан екосистеми; IV клас – оптимальний стан екосистеми. Така градація дозволяє встановлювати екологічний стан компонентів біосфери за комплексом тих показників, які можуть бути у фільтрах відходів і стічних водах, що утворилися в процесі виробничої діяльності підприємств.

За даними державної статистики було проведено моніторинг підприємств за категорією їх небезпеки, в результаті чого було встановлено, що утворилось 3154,4 тис. т., що на 3 % більше порівняно з 2020 р., у тому числі 44,2 тис. тон відходів I–III класів небезпеки, що на 10 % більше порівняно з 2020 р. Крім того, було охарактеризовано обсяг скидів підприємствами різної сфери діяльності, якими було скинуто 381 млн. м³ забруднених стічних вод підприємствами добувної промисловості та в процесі розроблення кар'єрів було скинуто 100,2 млн. м³ забруднених стічних вод.

Ключові слова: токсичність, політанти, біохімічне споживання кисню, хімічне споживання кисню, навколишнє природне середовище.

Togachinska O.V., Bublienko N.O., Salavor O.M., Kotinsky A.V., Parashchenko I.V.
Monitoring of waste and discharges by a set of indicators

The article is devoted to disclosure of waste and discharges regulation, their monitoring by sanitary and toxicological indicators, and determination of the impact of waste and discharges from enterprises of various fields of activity on environmental ecosystems.

The article also presents the monitoring of waste and discharges by indicators, an environmental assessment of the accumulation of waste by its classification and toxicity classes, and the structure of indicators for the migration of toxic substances into environmental components. The impact of waste on environmental ecosystems should be assessed depending on their hazard class, which requires taking into account the composition of waste, its characteristics for each concentration of pollutant, and the actual amount of waste accumulation. Discharge regulation is characterized by the composition of wastewater and the determination of the concentration of hazardous substances in it. Accordingly, it is advisable to assess the impact of waste and discharges on ecosystems according to the following gradation: class I – unsatisfactory ecosystem condition; class II – satisfactory ecosystem condition; class III – normal ecosystem condition; class IV – optimal ecosystem condition.

This gradation allows us to determine the ecological state of the biosphere components based on a set of indicators that may be present in waste leachates and wastewater generated in the course of production activities of enterprises. According to the state statistics, enterprises were monitored by their hazard category, which revealed that 3154.4 thousand tons were generated, which is a 3 % increase compared to 2020, including 44.2 thousand tons of hazard classes I–III waste, which is a 10 % increase compared to 2020. In addition, the volume of discharges by enterprises of various fields of activity was characterized, which discharged 381 million m³ of polluted wastewater by mining enterprises and 100.2 million m³ of polluted wastewater in the process of quarrying.

Key words: toxicity, pollutants, biochemical oxygen consumption, chemical oxygen consumption, environment.

Актуальність теми дослідження. Промислові відходи, що утворюються в результаті роботи підприємств харчової і інших галузей промисловості створюють велику небезпеку на компоненти біосфери. Доведено, що за останні 100 років людство збільшило використання енергетичних ресурсів, більше ніж у тисячу разів, що призвело до накопичення великих обсягів відходів. Крім того, в промислових населених регіонах до 6 % щорічно збільшується твердих побутових, промислових відходів, що в подальшому ними переповнюються у звалища, спецполігони. Такі звалища створюють високий ступінь небезпеки на екологію регіонів [1-2]. Крім того, звалища відходів можуть бути техногенними, стихійними, що можуть мати специфічні хімічні речовини, які здатні мігрувати і забруднювати екосистеми [3].

В результаті наукових досліджень було виявлено, що підприємства різних галузей промисловості спочатку створюють великий обсяг відходів, що призводить до утворення звалищ, які містять значну кількість органічних, неорганічних речовин, важких металів, патогенних мікроорганізмів та завислих речовин, що інтенсивно мають здатність забруднювати ґрунти, підземні води продуктами вилуговування [4-5].

Підприємства різної діяльності можуть скидати стічні води у каналізаційну мережу з високою концентрацією забруднюючих речовин, які потім потрапляють на очисні споруди. Але не завжди очисні споруди можуть працювати досконалим, тому недоочищені стоки з високою концентрацією забруднюючих речовин, можуть потрапляти у природні водойми. Тому у водних екосистемах відбувається накопичення токсичних речовин, органічних сполук, що призводить до зниження концентрації кисню у водоймах, який необхідний для водних організмів, і таким чином порушується природна рівновага водних екосистем [6-8].

Отже, **метою роботи** є нормування відходів і скидів за комплексом показників, проведенні їх моніторингу за санітарно-токсикологічними показниками, визначення впливу відходів і скидів від підприємств різної сфери діяльності на екосистеми довкілля.

Постановка проблеми. Питаннями оцінки впливу небезпеки відходів і встановлення їх ризику на екосистеми біосфери займалися вчені О.А. Сагдєєва, І.В. Сталіська, Л. Янковська, Н. Новицька, А. Нестор, В.О. Недавнія, Н.О. Любимова, О.В. Рибалова та інші [1-5, 9-10]. Щодо особливостей управління відходами та правовими проблемами їх утилізації займалися такі науковці, як В.Д. Кулакова, Т.А. Сафранов, В.Ю. Приходько та інші [11-12].

Вивчення нормування скидів і процесів акумуляції та міграції забруднюючих речовин, патогенних мікроорганізмів у ґрунтах, поверхневих і підземних водах та методів очищення стічних вод від підприємств різної діяльності представлено у роботах Н.О. Бублієнко, О.І. Семенової, С.С. Кулініч, Г.В. Сакалавої [6-7, 13-14].

Наші дослідження були спрямовані на вивчення науково-методичних підходів нормування скидів і відходів за комплексом показників, моніторингу підприємств різних сфер діяльності при утворенні скидів і відходів та їх вплив на стан екосистем навколишнього природного середовища.

Методика досліджень. Моніторинг відходів за класами небезпеки та скидів виконано на основі даних Держкомстату України за 2020–2021 рр. Аналітичну та методичну частини роботи було виконано впродовж 2020–2021 рр. Програмою аналітичних досліджень передбачалося виконання нормування відходів в залежності від їх класу небезпеки та скидів за комплексом показників.

Нормування відходів за токсичністю та скидів, їх впливу на компоненти довкілля важливо оцінювати за наступною градацією, яка описує про екологічний стан екосистеми при вилюговуванні токсичних речовин у ґрунт, поверхневі і підземні води.

Діапазон показників в межах класу небезпеки відходів і скидів визначається згідно нормативів, кількісні параметри яких встановлювалися шляхом адаптації існуючих нормативів з врахуванням класичних підходів до екологічного нормування [15].

Виходячи з цього, вплив відходів в залежності від класу небезпеки і скидів на екологічний стан екосистеми доцільно оцінювати за кожним показником (фактичної концентрації забруднюючої речовини) наступним чином: I клас – незадовільний стан екосистеми; II клас – задовільний стан екосистеми; III клас – нормальний стан екосистеми; IV клас – оптимальний стан екосистеми.

При проведенні наукових підходів щодо нормування та моніторингу відходів і скидів були використані літературні джерела, фондові джерела, нормативно-правові документи.

Результати досліджень. Розподіл токсичних речовин, які входять до складу відходів за класом їх небезпеки та скидів і потрапляння їх в генетичні горизонти ґрунту, ґрунтові та підземні води залежить від процесу ґрунтоутворення, мінералогічного складу материнських порід, гранулометричного складу і вмісту органічної речовини в ґрунті та глибини залягання ґрунтових вод [16]. Концентрації забруднюючих речовин, які можуть бути у фільтратах відходів чи у скидах, що в подальшому можуть потрапляти у компоненти довкілля, слід проводити за коефіцієнтом концентрації у різних генетичних горизонтах ґрунту, який характеризує ступінь накопичення забруднюючих речовин у ґрунті чи ґрунтових водах відносно контролю [15, 16].

$$Kc = \frac{k_i}{K_i}, \quad (1)$$

де k_i – вміст, i -го хімічного елементу у компоненті,

K_i – вміст i -го хімічного елементу в еталоні (контролі).

У таблиці 1 величина коефіцієнту концентрації свідчить про активність процесів вилуговування ($Kc < 1$) і накопичення ($Kc > 1$) концентрації забруднювальних речовин у генетичних горизонтах ґрунту чи у ґрунтових водах [15, 16].

Таблиця 1

**Екологічне нормування забруднюючих речовин
за коефіцієнтами концентрації**

Екологічний стан	Перевищення коефіцієнту концентрації	Оцінка, бали
незадовільний	$\geq 5,0$	0
задовільний	3,0 – 5,0	1
нормальний	1,0 – 2,9	2
оптимальний	$\leq 1,0$	3

Примітка: * [16].

Значення ГДК хімічних речовин, які потрапляють з фільтрату відходів в орний шар ґрунту – це кількість речовини, яка не повинна спричиняти прямого або опосередкованого негативного впливу на ґрунт і на інші компоненти довкілля і здоров'я людей. Тому показниками накопичення відходів є:

- міграційний водневий показник шкідливості, який характеризує перехід хімічної речовини з орного шару ґрунту в поверхневі та ґрунтові води;
- транслокаційний показник шкідливості, що характеризує перехід з ґрунту шкідливих речовин через кореневу систему в вегетативні і генеративні органи рослини;
- міграційний атмосферний показник шкідливості, що характеризує перехід хімічної речовини з ґрунту в атмосферу;
- загально-санітарний показник шкідливості характеризує вплив хімічних речовин на мікробіологічні процеси ґрунту.

Промислові відходи поділяються на чотири класи, які характеризуються токсичністю: I – надзвичайно небезпечні, II – високо небезпечні, III – помірно небезпечні, IV – мало небезпечні [15]. Клас безпеки відходів характеризує індекс токсичності – K_i :

$$K_i = \frac{ГДК_i}{(k_p + g_b)}, \quad (2)$$

де $ГДК_i$ – гранично допустима концентрація в ґрунті токсичної хімічної речовини, що міститься в відході;

k_p – коефіцієнт, який характеризує розчинність речовини в воді;

g_b – вміст шкідливих речовин в загальній масі відходів.

Кількість накопичення відходів на території підприємства визначають за такими критеріями: кількість шкідливих промислових відходів на території підприємства, гранично допустимий вміст токсичних сполук у промислових відходах.

Гранична кількість відходів на території підприємства показує кількість шкідливих речовин в повітрі, яка не перевищує 30 % ГДК у повітрі робочої

зони. Її встановлюють з врахуванням ефекту сумачії токсичних речовин у повітрі та визначення середньозваженої концентрації при умові, що це відношення більше 1 [15].

Це пояснюється тим, що кількість відходів, яка є на території, являється граничною і її необхідно негайно вилучити. Гранична кількість токсичних сполук у відходах визначає клас небезпечності цих відходів.

За даними держкомстату України на 2020 р. було утворено 456423,8 тис. тон відходів, а на одну особу відходів припадало 11074 кг [17].

В процесі функціонування господарських комплексів м. Києва утворюється велика кількість відходів, які є джерелом екологічної небезпеки, що це створює негативний імідж столиці України.

Підприємства м. Києва в процесі діяльності і від домогосподарств було утворено 3154,4 тис. т., що на 3 % більше порівняно з 2020 р., у тому числі 44,2 тис. тонн відходів I-III класів небезпеки, що на 10 % більше порівняно з 2020 р. Але основна частина відходів належить до IV класу небезпеки (мало небезпечні відходи). Найбільше відходів у 2020 р. утворилося у Солом'янському (180,8 тис. т., (18,0 %)), у Дніпровському (240,8 тис. т., (24,0 %)), та у Голосіївському (203,6 тис. т. (20,4 %)) районах. Найменше відходів утворено у Деснянському (5,8 тис. т. (1,5 %)) від сумарних обсягів по місту і Подільському (12,1 тис. т., (1,2 %)) районах.

Тверді побутові відходи вивозяться на переробку та подальше захоронення на:

- полігон твердих побутових відходів № 5 ПрАТ «Київспецтранс» (с. Підгірці, Обухівський район, Київська область);
- сміттєзвалища Київської області (Бориспільський, Бородянський, Броварський, Васильківський райони);
- сміттєспалювальний завод СП «Завод «Енергія» КП «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО» (вул. Колекторна, 44, м. Київ);
- полігон великогабаритних та будівельних відходів № 6 ПрАТ «Київспецтранс» (вул. Пирогівський шлях, 94-96, м. Київ);

Утилізацію твердих побутових відходів здійснює підприємство СП «Завод «Енергія» КП «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО» приблизно 20 % від загального річного обсягу утворених ТПВ. Інша кількість відходів потрапляє на полігон без процесів сортування. Але близько 90 % відходів може бути використано у господарському обігу. У м. Києві впроваджується двохконтейнерна технологічна схема роздільного збору побутових відходів.

Забруднення води забруднюючими речовинами, що скидаються разом зі стічними водами створюють фільтрат. Це є рідина, яка за хімічним складом містить в собі також забруднювачі, що здатні потрапляти до ґрунту та ґрунтових вод, які можуть призвести до значного забруднення довкілля неорганічними, органічними сполуками, а ще накопичення патогенних мікроорганізмів. Основними причинами забруднення поверхневих вод є скиди забруднених комунальних і промислових стічних вод, а також надходження до водних об'єктів забруднюючих речовин у процесі поверхневого стоку води із забудованих територій та сільгоспугідь.

За результатами дослідження був проведений моніторинговий контроль якості поверхневих вод. В процесі скидання стічних вод від підприємств, було виявлено, що найбільшими забруднювачами є підприємства різної виробничої діяльності, якими було скинуто 381 млн. м³ забруднених стічних вод; підприємствами добувної промисловості і розроблення кар'єрів було скинуто 100,2 млн. м³ забруднених стічних вод; підприємствами переробної промисловості було скинуто 16,5 млн. м³ забруднених стічних вод; сільське господарство, лісове господарство та рибне

господарство) скинуто 33,7 млн. м³ забруднених стічних вод. Всього підприємств, що забруднюють водні об'єкти станом на 2021 р. було – 531.

За санітарно-гігієнічними показниками результати досліджень води зі створів поверхневих вод повинні відповідати нормативам безпечних рівнів. Можливою причиною перевищення допустимої норми ХСК і БСК у створах поверхневих вод можуть бути скиди стічних вод підприємств. Це можна пояснити тим, що видалення забруднювальних речовин на очисних спорудах є слабо ефективною, що в подальшому свідчать про посилення антропогенного впливу на природні водойми. Може бути відмічено також збільшення вмісту загального заліза у поверхневих водах, причиною такого підвищення може бути відносно висока корозійна активність води.

Таблиця 2

**Підприємства, які скидають зворотні води
та забруднювальні речовини у поверхневі води**

Назва виду діяльності	Азот амонійний	БСК ₅	Завислі речовини	Залізо	Нафто-продукти	Нітрати	Нітриги	Фосфати	ХСК
	т		т	т	т	т	т	т	
Всього по Україні	6009,7	16862,9	22123	397,44	244,16	47623,3	1749,4	6242,7	76606
Сільське, лісове та рибне господарства	3	60,5	212,1	0,65	0,24	153	0,8	11,4	474
Добувна промисловість і розроблення кар'єрів	59	438,6	2858	34,32	16,36	737,9	19,7	30,7	2287,5
Переробна промисловість	335	1210,7	1976,9	53,12	24,67	5166,5	182,7	311,1	5486,8
Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря	52,6	253,1	504,3	6,77	2,20	495,2	13,5	57,1	1387,6
Водопостачання, каналізація повождення з відходами	5438,1	14736,2	16250,3	300,41	198,33	40967,5	1527,7	5808,2	66444
Будівництво	1,6	12,1	61,2	0,360	0,15	7,6	0,2	430,7	43,3
Транспорт, складське господарство, ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів	4,5	32,8	126,3	0,61	1,70	26,2	2,1	185,1	3697,4

*Примітка: *систематизовано авторами на основі статистичних даних [17].*

За лімітуючою ознакою шкідливості забруднювальні речовини (фосфати, азот амонійний, важкі метали, нітрати, нітроти, нафтопродукти) для об'єктів господарсько-питного, культурно-побутового і рибогосподарського призначення характеризуються як токсичними. Підвищений вміст нітрогену амонійного, нітратів, нітритів у поверхневих водах свідчить про забруднення води органічними речовинами та добривами в процесі роботи агропромислових підприємств, які можуть бути розташовані поблизу заселених територій.

Нафтопродукти у природні води можуть потрапляти зі стічними водами будь-яких промислових підприємств, особливо підприємств видобувної та нафтопереробної промисловості, при розробленні кар'єрів, із господарсько-побутовими стічними водами. Слід відмітити, що основною небезпекою підприємства при виготовленні будівельних матеріалів є утворення кар'єрних вод, які забруднюються механічними частками і хімічними сполуками шляхом розмивання розкритих відвальних порід та корисних копалин, а також мінеральними маслами, лугами, фенолами і іншими речовинами, що використовуються при роботі бурової, розкриткової, добувної і транспортної техніки.

З таблиці 3 видно, що у поверхневі водні об'єкти було скинуто 4684,6 млн. м³ стічних вод, у тому числі: забруднені складають 541,5 млн. м³ (11,6 %), нормативно-очищені – 1430 млн м³ (30,5 %) та нормативно-чисті без очистки – 2712,9 млн. куб. м (57,9 %). Такий об'єм скидів у поверхневі водойми свідчить про накопичення у них певних концентрацій забруднювальних речовин за лімітуючою ознакою шкідливості, що в подальшому створюють екологічну небезпеку для водних екосистем України.

Тому можна також відмітити, найбільші об'єми скидів забруднених стічних вод спостерігаються у басейні Дніпра – 256,6 млн. м³, Вісли – 114,2 млн. м³ (у тому числі у суббасейні р. Західний Буг – 113,7 млн. м³ та суббасейн р. Сян – 0,48 млн. м³), Дону (суббасейн річки Сіверський Дінець) – 69,2 млн. м³, Дунаю – 32 млн. м³, Південного Бугу – 25,5 млн. м³, річок Приазов'я – 29,9 млн. м³, Дністра – 10,8 млн. м³, річок Причорномор'я – 3,3 млн. м³.

На основі моніторингових досліджень можна сказати, що екологічне оцінювання поверхневих вод за санітарно-токсикологічними показниками відповідало допустимому і помірному стану. Це можна пояснити тим, що у басейни річок скидаються великі об'єми забруднених стічних вод, до складу яких входять токсичні речовини, які можуть потрапляти від агропромислових, харчових і інших підприємств у недостатньо очищеному стані.

Наукові основи нормування відходів і скидів включають такі принципи:

для проведення екологічного нормування відходів потрібно встановити їх клас небезпеки;

- встановити обсяг відходів на території підприємства;
- визначити категорію відходів і їх індекс токсичності;
- встановити граничнодопустимий вміст забруднюючих речовин у відходах;
- визначити категорії небезпеки підприємств, технологічний процес виробництва, їх екологічні ризики технології;
- визначити вплив відходів і скидів на компоненти довкілля;
- провести нормування відходів і скидів та встановити екологічне оцінювання за санітарно-токсикологічними показниками;
- встановити склад відходів і скидів та визначити їх джерело забруднення і вид шкідливих речовин з врахуванням їх комбінованої дії;

Таблиця 3

Скиди зворотних (стічних) вод об'єктами різної сфери діяльності

Назва виду діяльності	Скинуто зворотних (стічних) вод, млн. куб. м					
	Всього	Забруднених			Нормативно чистих без очистки	Нормативно очищених на очисних спорудах
		всього	без очистки	недостатньо очищених		
Всього по Україні	4684,565	541,507	119,327	422,18	2712,896	1430,165
Сільське, лісове та рибне господарства	261,079	33,744	32,809	0,935	222,692	4,643
Добувна промисловість і розроблення кар'єрів	168,341	100,205	31,14	69,065	29,946	38,19
Переробна промисловість	774,309	16,478	6,377	10,101	422,508	335,324
Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря	1972,733	3,023	0,010	3,013	1952,538	17,172
Водопостачання, каналізація поводження з відходами	1480,656	381,067	47,055	334,012	71,317	1028,272
Будівництво	3,102	2,484	–	2,484	0,484	0,134
Транспорт, складське господарство, ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів	4,860	1,443	0,954	0,489	1,365	2,053

Примітка: *систематизовано авторами на опрацювання статистичних даних [17].

– визначити коефіцієнт концентрації забруднюючих речовини у ґрунті, який показує міграцію хімічної речовини з орного шару ґрунту у поверхневі та ґрунтові води;

– встановити санітарно-токсикологічний показник шкідливості відходів і скидів, з метою характеристики впливу хімічних речовин на мікробіологічні процеси ґрунту;

– під час технологічних операцій підприємств провести моніторинг утворення відходів і утворення скидів.

Утворення відходів і скидів у процесі діяльності підприємств без комплексу природоохоронних заходів є значними джерелами забруднення екосистем довкілля. Відходи, які знаходяться на звалищах під впливом кліматичних умов за допомогою проходження біохімічних процесів у товщі звалища, утворюються різні хімічні сполуки, які можуть мігрувати до екосистем навколишнього середовища і створювати екологічну небезпеку для довкілля та людини. Нормативні значення скидів потрібно встановлювати з врахуванням гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин у місцях водокористування, наявного природного водного об'єкта.

Нормування відходів і скидів, з врахуванням їх складу базується на проведенні моніторингу за санітарно-токсикологічними показниками (за концентрацією забруднювальних речовин). Такий моніторинговий контроль включає

градацію стану забруднення екосистеми за чотирма класами і встановлює їх ступінь забруднення.

Висновки. Моніторинг відходів і скидів включає екологічну характеристику підприємств, визначення їх категорії небезпечності, встановлення санітарно-захисних зон, визначення джерел утворення відходів і скидів у процесі технологій (за їх стадіями), їх характеристика, визначення особливостей технологічних схем природоохоронних обладнань підприємств; вивчення методик збору та обробки екологічної інформації.

За даними державної статистики було проведено моніторинг підприємств за категорією їх небезпеки, в результаті чого було встановлено, що утворилось 3154,4 тис. т., що на 3 % більше порівняно з 2020 р., у тому числі 44,2 тис. т. відходів I–III класів небезпеки, що на 10 % більше порівняно з 2020 р.

Крім того, було визначено обсяг скидів підприємствами різної сфери діяльності та також було встановлено, що найбільшими забруднювачами були об'єкти діяльності (каналізаційні системи, утворення відходів підприємствами різної виробної діяльності) якими було скинуто 381 млн. м³ забруднених стічних вод; підприємствами добувної промисловості і розроблення кар'єрів було скинуто 100,2 млн. м³ забруднених стічних вод. Стічні води, які надходили у природні водойми можуть призвести до накопичення у них високих концентрацій забруднюючих речовини, що в подальшому можуть створити екологічну небезпеку для компонентів довкілля.

Перспективи подальших досліджень полягають у проведенні екологічної оцінки та прогнозування техногенного впливу відходів на екосистеми довкілля.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Сагдєєва, О.А. Крусір Г.В., Цикало А.Л. Оцінка впливу небезпеки звалищ твердих муніципальних відходів. *Екологічна безпека*, 2018 № 25. С. 75–83. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ekbez_2018_1_13.
2. Сталінська, І.В. Зменшення екологічного ризику полігонів твердих побутових відходів. *Екологічні науки*. 2022. № 4(43). С. 185–189. DOI: doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.4-43.31.
3. Великодський, Ю.І., Трофімов, І.Л., Бойченко, С.В. Моніторинг, картографування та інвентаризація звалищ м. Києва та Київської області, що містять відходи транспортної інфраструктури. *Наукоємні технології*. 2021. № 3(51). С. 246–254. DOI: [10.18372/2310-5461.51.15995](https://doi.org/10.18372/2310-5461.51.15995).
4. Янковська, Л., Новицька С. Проблеми та перспективи поводження з твердими побутовими відходами в Тернопільській області. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка*, 2020. № 1(48), С. 156–162. URL: <http://dspace.tnpu.edu.ua/handle/123456789/16225>.
5. Недавня В.О., Любимова Н.О. Сміття – глобальна проблема людства. Молодь і технічний прогрес в АПВ: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Інноваційні розробки в аграрній сфері. Харків: ХНТУСГ, 2021. Том 2. С. 285–287. URL: https://khntusg.com.ua/wp-content/uploads/2020/02/molod_2021.pdf.
6. Бублієнко Н.О. Метанова ферментація концентрованих стічних вод цукрозаводів. *Харчова промисловість*. 2021. № 29. С. 94–101. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/3675f49e-f3e1-4320-ae27-58f0f17aa6de/content>.
7. Семенова О.І., Ясінська В.О. Інтенсифікація процесу очищення стічних вод – пріоритетне завдання сучасної екології. Екологія, природокористування та охорона навколишнього середовища: прикладні аспекти. Маріуполь: МДУ, 2020. С. 99–101. URL: https://lib.lntu.edu.ua/sites/default/files/2021-03/zbirnik_ekologija_

%D0%9C%D0%B0%D1%80%D1%96%D1%83%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%8C_2020.pdf#page=99.

8. Корійцева Г., Замула І., Циганенко-Дзюбенко І., Демчук Л. Аналіз стану та моніторинг поверхневих водних об'єктів Чернігівської області. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. 2024. № 1/144. С. 84–91 URL: https://eztuir.ztu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/8504/2024_1_84.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

9. Нестер А. Проблеми забруднення ґрунтів відходами виробництва. Використання й охорона земельних ресурсів: актуальні питання науки та практики: матеріали Всеукр. наук.-практ. інтернет-конференції. Львів: Львівський національний університет природокористування, 2022 С. 61–64. URL: <https://elar.khmnu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/cdaa457c-9d21-4a19-a743-8b47e51ccc9f/content>.

10. Рибалова О.В., Бригада О.В., Ільїнський О.В., Бондаренко О.О. Вплив твердих побутових відходів на здоров'я населення. The 2nd International scientific and practical conference "Science and technology: problems, prospects and innovations". Osaka, Japan, 2022. Р. 249–254. URL: <https://sci-conf.com.ua/wp-content/uploads/2022/11/SCIENCE-AND-TECHNOLOGY-PROBLEMS-PROSPECTS-AND-INNOVATIONS-17-19.11.22.pdf>.

11. Кулакова, В.Д. Правові проблеми утилізації відходів. Молодий вчений. 2018. № 11(63), С. 117–120. URL: <https://molodyivchenyi.ua/index.php/journal/article/view/3432/3395>.

Масловська Л. Ц., Савчук В. А. Оцінка результативності і ефективності виробництва органічної агропродовольчої продукції. *Агросвіт*. 2016. № 6. С. 23–28.

12. Сафранов Т.А., Приходько В.Ю., Михайленко В.І. Особливості управління та поводження з відходами від руйнувань в регіонах України. *Ukrainian hydrometeorological journal*. 2024. № 33. С. 88–98. DOI: 10.31481/uhmj.33.2024.07.

13. Кулініч С.С., Шкоп А.О., Босюк А.С. Зниження навантаження на екосистему через очищення стічних вод промислових підприємств. Екологічна безпека та раціональне природокористування: тези доп. Всеукр. наук. конф. здобувачів вищої освіти та молодих учених. Житомир: ДУ «Житомирська політехніка», 2024. С. 255–256. URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/6d631a30-69b9-4dbf-bad8-49b545975207/content>.

14. Сакалова Г.В., Сандул О.М., Ранський О.П., Василініч Т.М. Очищення стічних вод молокопереробної промисловості сумішевыми сорбентами. *Вісник Вінницького Політехнічного Інституту*. 2024. № 3(174). С. 14–18. DOI: <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2024-174-3-14-2>.

15. Тогачинська О.В., Семенова О.І. Нормування та стандартизація у природоохоронній діяльності: курс лекцій. Національний університет харчових технологій. Україна, 2024. 254 с. URL: <https://elibrary.nuft.edu.ua/library/DocDownloadForm?docid=413194>.

16. Макаренко Н.А., Бондарь В.І., Макаренко В.В., Ткач Є.Д. Оцінка технологій за впливом на процеси акумуляції та міграції шкідливих речовин у ґрунті. Екологічна експертиза технологій вирощування сільськогосподарських культур: методичні рекомендації. Київ: ТОВ «ДІА», 2008. 84 с.

17. Державна служба статистики України. Навколишнє природне середовище: веб-сайт. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/ns.htm.

УДК 504.4.054

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.44>

ОЦІНКА ЗАБРУДНЕНOSTІ РІЧОК ЗОН ВІДПОЧИНКУ ЧЕРНІГІВЩИНИ

Челябієва В.М. – к.т.н., доцент,
доцент кафедри харчових технологій та екології,
Національний університет «Чернігівська політехніка»
orcid.org/0000-0001-5364-4633

Костенко І.А. – к.т.н., доцент,
доцент кафедри харчових технологій та екології,
Національний університет «Чернігівська політехніка»
orcid.org/0000-0003-1195-5163

Буяльська Н.П. – к.т.н., доцент,
доцент кафедри харчових технологій та екології,
Національний університет «Чернігівська політехніка»
orcid.org/0000-0002-6800-5604

Цибуля С.Д. – д.т.н., професор,
заступник директора,
Навчально-науковий інститут інженерії, будівництва та виробництва
Національного університету «Чернігівська політехніка»
orcid.org/0000-0002-7843-6061

Іваненко К.М. – к.т.н.,
доцент кафедри харчових технологій та екології,
Національний університет «Чернігівська політехніка»
orcid.org/0000-0002-9940-6523

Проведена оцінка відповідності гігієнічним нормам якості води водних об'єктів зон відпочинку на річках Десна, Сейм, Снов та Стрижень в межах Чернігівської області. Застосовані вольтамперометричний метод дослідження вмісту важких металів та фотоколориметричний метод оцінки забруднень води з використанням спеціалізованої комп'ютерної програми (версія 3.6.10) для аналізатора вольтаметрометричного TA-Lab та вбудованого програмного забезпечення портативного фотометра AQ4000 (Thermo Orion). Водневий показник оцінювався портативним комбінованим вимірювачем SX731. За результатами дослідження відібраних проб води були встановлені основні показники якості стану води. Спостерігалось значне перевищення вмісту йонів Мангану у всіх відібраних пробах, перевищення Плюмбуму – тільки в річці Сейм, а загального Феруму – тільки для річки Снов. Забрудненість йонами Кадмію у всіх відібраних пробах води не була виявлена. Фактична концентрація фосфатів у аналізованих пробах значно перевищувала гранично допустимі значення. Не виявлено забрудненості сульфатами та нітратами. Значення показника хімічного споживання кисню свідчить про незначне забруднення досліджуван-них водойм. Визначена твердість відібраних проб води характеризує воду в усіх річках, як помірно жорстку. Підвищений вміст у водах Чернігівського регіону Мангану має природне походження і зумовлено гумідною зоною. На фоні підвищеного температурного режиму повітря при підвищеному вмісті гумусових сполук у воді може виникати різке зростання у водах вмісту Мангану. Підвищений вміст Феруму спостерігається, як правило, у болот-них водах. В басейні річки Снов розташовані «Болото Мох» та природоохоронна територія «Болото Гальський мох». Отримані результати аналізу вказують на задовільний стан води у досліджених рекреаційних зонах Чернігівщини, стан води річок за вмістом йонів важких металів Плюмбуму і Кадмію не становить загрози здоров'ю населенню.

Ключові слова: забруднення, вода, проба, аналіз, річка, Чернігівщина.

Cheliabiieva V.M., Kostenko I.A., Buialska N.P., Tsybulya S.D., Ivanenko K.M. An assessment of the pollution of rivers within recreational areas of the Chernihiv region

The assessment of compliance with hygienic standards for water quality of water bodies in recreation areas located on the rivers Desna, Seim, Snov and Strizhen was carried out in the Chernihiv region. The voltammetric method for studying the content of heavy metals and the photocolorimetric method for assessing water pollution using a specialized computer program (version 3.6.10) for the voltammetric analyzer TA-Lab and the built-in software of the portable photometer AQ4000 (Thermo Orion) were used. The hydrogen index was assessed by a portable combination meter SX731. The main characteristics of the water quality were established based on the results of studying the selected water samples. A significant excess of manganese ions in all selected samples, excess lead – only in the Seim River, and total iron – only for the Snov River were observed. Contamination with cadmium ions was not detected in all selected water samples. The actual concentration of phosphates in the samples under consideration significantly exceeded the maximum permissible values. Pollution with sulfates and nitrates was not detected. The value of chemical oxygen demand indicates minor pollution of the studied water bodies. The determined hardness of the selected water samples characterizes the water in all rivers as moderately hard. The increased content of manganese in rivers of the Chernihiv region is of natural origin and is due to the humid zone. Against the background of increased air temperature with an increased content of humus compounds in rivers, a sharp increase in manganese can occur. An increased content of iron is usually observed in swamp waters. The Mokh swamp and the nature conservation area Galsky Mokh are located in the Snov River basin. The obtained results of the analysis indicate a satisfactory state of water in the studied recreational areas of the Chernihiv region. The state of the river water in terms of the content of ions of heavy metals such as lead and cadmium does not pose a threat to public health.

Key words: *pollution, water, sample, analysis, river, Chernihiv region.*

Актуальність теми дослідження. На території Чернігівщини протікають дві великі річки Дніпро (123 км) та Десна (534 км), 8 середніх річок, а також 255 малих річок. Річка Десна у своєму басейні містить найбільші запаси прісних підземних вод в Україні, що використовуються як основне джерело забезпечення питних і господарських потреб м. Київ та інших міст України. Долина Десни включена до Смарагдової мережі Європи як окрема територія, яка відіграє особливе природоохоронне значення.

Угода про Асоціацію України з Європейським Союзом зобов'язує дотримуватись встановлених рамок заходів в галузі водної політики відповідно Директиви Європейського Парламенту і Ради 2000/60/ЄС [1]. Стаття 8 зазначеної Директиви передбачає, що держави-члени Союзу повинні забезпечувати створення програм моніторингу стану вод для запровадження узгодженого та комплексного огляду стану вод у межах кожного району річкового басейну. Необхідно забезпечити належний екологічний і хімічний стан для всіх масивів поверхневих вод, оскільки потрапляння забруднюючих речовин до поверхневих водних об'єктів шкідливо впливає на водне середовище [2, 3] і здоров'я людини [4]. Постійне і часто доволі стійке погіршення екологічного стану поверхневих вод спостерігається через техногенний вплив на поверхневі водні об'єкти України. Тому моніторинг екологічного стану поверхневих водних об'єктів країни залишається нагальним питанням для усіх водних басейнів України.

Постановка проблеми. Природні поверхневі водні об'єкти відіграють важливе значення для громад, забезпечуючи різні сфери їх життя, у тому числі відпочинок і оздоровлення населення. Однак цей цінний природний ресурс часто використовується для скидання стічних вод або забруднюється внаслідок господарської діяльності людини, збройного конфлікту, що впливає на санітарно-гігієнічний стан річок [5-7], погіршує прибережні території, зменшує біорізноманіття [8]. Підвищений рівень шкідливих речовин, зокрема, у поверхневих водах створює

загрози здоров'ю громадян, у тому числі під час відпочинку, тому необхідно здійснювати регулярний моніторинг стану водних об'єктів [9, 10].

Для оцінки актуального екологічного стану поверхневих вод Чернігівського регіону проведений екологічний моніторинг: вивчали стан води р. Десна, що протікає через м. Чернігів, та її правої (р. Снов) і лівої (р. Сейм) притоки, а також малої р. Стрижень. Проби води відбирали в місцях масового відпочинку населення громад Чернігівської обл.: на р. Сейм – м. Батурин у зоні відпочинку «Біля мосту»; на р. Десна – м. Чернігів у зоні відпочинку «Золотий берег»; на р. Снов – с. Клочків у місці масового відпочинку біля води; на р. Стрижень – м. Чернігів у зоні відпочинку «Ялівщина».

Методика досліджень. Відбір проб поверхневих вод проведено згідно з ДСТУ ISO 5667-2:2003 Якість води. Відбирання проб. Частина 2. Настанови щодо методів відбирання проб, ДСТУ ISO 5667-6:2009 Якість води. Відбирання проб. Частина 6. Настанови щодо відбирання проб з річок і струмків (ISO 5667-6:2005, IDT). Умови зберігання проби згідно з ДСТУ ISO 5667-3-2001 Якість води. Відбирання проб. Частина 3. Настанови щодо зберігання та поводження з пробами (ISO 5667-3:1994, IDT).

Вміст важких металів Плюмбуму та Кадмію визначали на аналізаторі вольтамперометричному ТА-Lab. Робота приладу базується на інверсійній вольтамперометрії. Метод заснований на здатності елементів електрохімічно осаджуватися на індикаторному електроді з розчину при заданому значенні граничного дифузійного струму, а потім розчинятися в процесі анодної поляризації при визначеному потенціалі, характерному для кожного елементу [11, 12].

Вміст нітрат-, фосфат-, сульфат-іонів, йонів Феруму та Мангану, біхроматне окиснення (ХСК) визначали на фотометрі портативному AQ4000 (Thermo Orion). Водневий показник (рН) визначали за допомогою портативного комбінованого вимірювача SX731. Статистичну обробку результатів дослідження проводили для рівня ймовірності 95%, при трьох паралельних вимірюваннях.

Результати досліджень. Результати досліджень представлені в табл. 1 та на рис. 1. Спостерігалось перевищення ГДК за Mn^{2+} у ~6 разів у пробах води р. Десна, у ~5 раз в р. Стрижень та р. Снов відповідно, і у ~25 раз у пробах води р. Сейм. Також є перевищення ГДК по PO_4^{3-} у ~7 раз у пробах води р. Десна, р. Снов та р. Сейм, у ~5 раз у пробах води р. Стрижень. Перевищення ГДК загального Феруму у пробах води р. Снов знаходиться у межах похибки методу визначення. За іншими показниками перевищення ГДК не спостерігалось.

Отримані результати корелюють з дослідженнями поверхневих вод Чернігівського регіону [14]. Підвищений вміст Fe і Mn має природне походження, що зумовлено специфічними особливостями водних ресурсів Чернігівського регіону. Згідно з екологічним паспортом Чернігівської області, Чернігівське і Новгород-Сіверське Полісся відносяться до гумідної зони, поверхневі, ґрунтові і дренажні води якої містять підвищену концентрацію органічних сполук гумусового ряду, головним джерелом надходжень яких є ґрунти і торф'яники болотистої і лісної місцевості [15]. На фоні підвищеного температурного режиму повітря при підвищеному вмісті гумусових сполук у воді може виникати різке зростання вмісту Mn.

Підвищений вміст Fe спостерігається, як правило, у болотних водах. В басейні р. Снов розташовані «Болото Мох» біля с. Єліне Корюківського району – гідрологічний заказник загальнодержавного значення – та природоохоронна територія

«Болото Гальський мох» біля с. Загребельна Слобода. Згідно досліджень [16] протягом 2000-2016 р.р. серед показників санітарно-екологічного індексу у всіх річках басейну Десни найбільше відхилення спостерігалось за сполуками мінерального фосфору, які надходять переважно за рахунок стічних вод населених пунктів. За цим показником якість води коливалась у межах 5-6 категорії. Коливання нітрат-іонів для води р. Десна не виходило за межі 1-2 категорії якості. Однак у гирлі р. Десна спостерігався вміст нітрат-іонів у межах 4 категорії якості, що відповідає «задовільному» стану і може бути пов'язано із впливом сільськогосподарського виробництва. За вмістом сульфатних іонів води р. Десна і всіх її приток відносяться до 1 категорії якості [16]. Ця тенденція згідно з отриманими результатами (табл. 1), зберіглась дотепер.

Таблиця 1

Якість проб поверхневої води у пунктах відбору

Показник	Результати дослідження у пунктах відбору				ГДК ^{**} [13]
	р. Десна	р. Стрижень	р. Снов	р. Сейм	
pH	7,44±0,01	7,51±0,01	7,11±0,01	7,47±0,01	6,5-8,5
Загальна твердість, моль/м ³	4,9±0,2	4,0±0,2	6,3±0,2	6,0±0,2	–
ХСК, мг О ₂ /дм ³	<	4,1±3,0	20,3±3,0	22,9±3	30,0
Кадмій, мг/дм ³	0,00012 ±0,00003	не знайдено	0,00018 ±0,00005	не знайдено	0,001
Плюмбум, мг/дм ³	0,0056 ±0,0016	0,00020 ±0,00005	0,00079 ±0,00022	0,036 ±0,008	0,03
Ферум (загальний), мг/дм ³	0,14±0,05	<	0,31±0,05	0,22±0,05	0,3
Mn ²⁺ , мг/дм ³	0,61±0,05	0,51±0,05	0,55±0,05	2,46±0,05	0,1
NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	1,7±1,0	1,4±1,0	1,3±1,0	1,1±1,0	45,0
PO ₄ ³⁻ , мг/дм ³	27,5±5,0	19,6±5,0	24,9±5,0	27,6±5,0	3,5
SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	<	95,9±5,0	8,7±5,0	9,7±5,0	500,0
*/Для господарсько-побутового, водокористування в оздоровчих, рекреаційних, спортивних цілях, а також для водних об'єктів в межах населених пунктів					

Висновки. Проведено поточний моніторинг стану поверхневих вод річок Десна, Сейм, Снов, Стрижень в межах зон відпочинку Чернігівщини. Вміст фосфатів перевищує ГДК у 5-7 разів, що є наслідком використання мінеральних добрив та їх міграції з ґрунтів. Підвищений вміст Mn²⁺ у 5-25 разів має природне походження. Забруднення йонами Cd²⁺ не виявлено. Водневий показник та хімічне споживання кисню відповідали нормі. Концентрації NO₃⁻ та SO₄²⁻ у межах норми. Перевищення вмісту Pb²⁺ в р. Сейм та загального Fe у пробах води р. Снов були у межах похибки методу визначення. Отримані результати вказують на задовільний стан води у досліджених рекреаційних зонах Чернігівщини та відсутність загрози здоров'ю населенню.

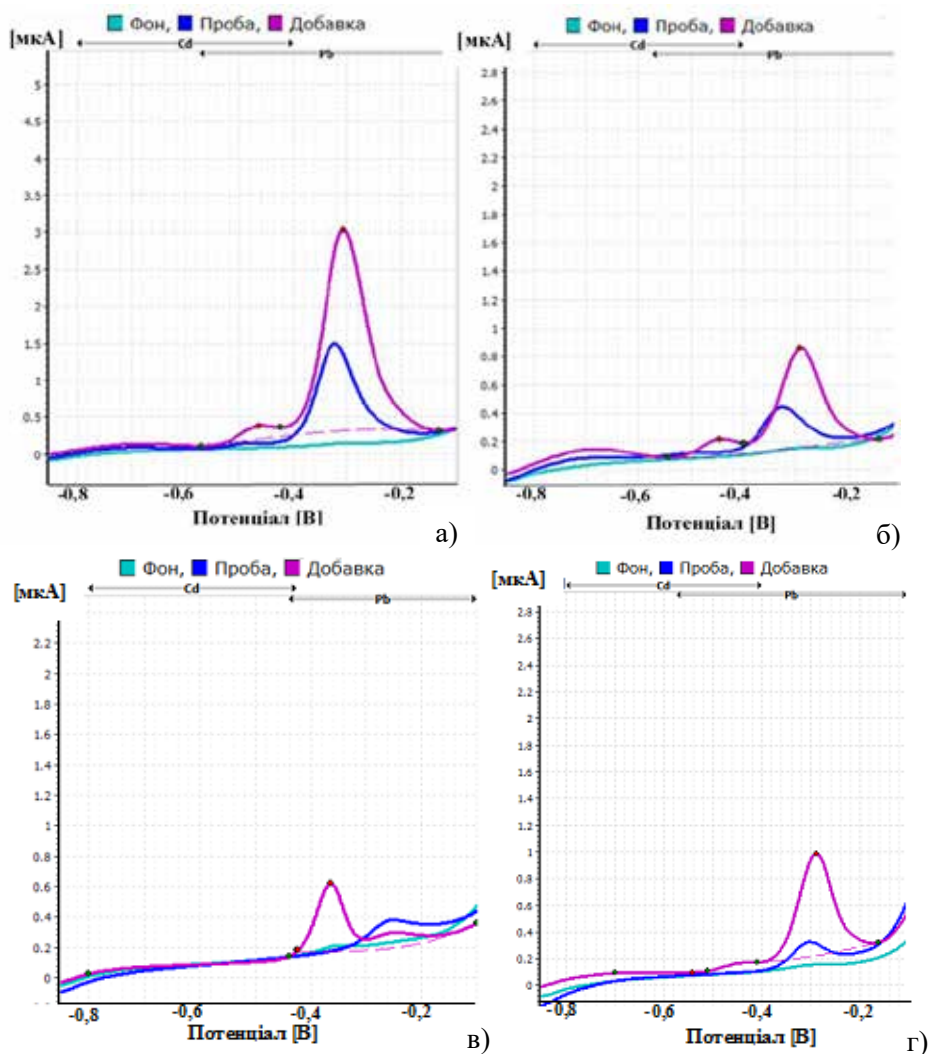


Рис. 1. Вольтамперні криві: а – проба води р. Снов (маштаб 5:1);
 б – проба води р. Десна (маштаб 10:1); в – проба води р. Сейм (маштаб 10:1);
 г – проба води р. Стрижень (маштаб 10:1)

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Директива 2000/60/ЄС Європейського Парламенту і Ради: Про встановлення рамок діяльності Співтовариства в галузі водної політики, від 23 жовтня 2000 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_962#Text
2. Biochemical Effects of Lead, Zinc, and Cadmium from Mining on Fish in the Tri-States District of Northeastern Oklahoma, USA / Schmitt C. J. et al. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 2005. No. 24. P. 1483–1495. DOI: <https://doi.org/10.1897/04-332R.1>

3. Changes in the Swimming Behavior of *Eurytemora Affinis* (Copepoda, Calanoida) in Response to a Sub-Lethal Exposure to Nonylphenols / Cailleaud K. et al. *Aquatic Toxicology*. 2011. No. 102. P. 228-231. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2010.12.017>.
4. Fish Consumption as a Source of Human Exposure to Perfluorinated Alkyl Substances in Sweden – Analysis of Edible Fish from Lake Vättern and the Baltic Sea / Berger U. et al. *Chemosphere*. 2009. No. 76. P. 799-804. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2009.04.044>.
5. Мельниченко С. Рибництво на малих водосховищах півдня України: аналіз динаміки вилову, проблем та перспектив розвитку. Водні біоресурси та аквакультура. 2023. № 2(14). С. 19–28. DOI: <https://doi.org/10.32782/wba.2023.2.2>
6. Величко С., Дупляк О. Вплив повномасштабної агресії на водні об'єкти як джерела водопостачання. Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки. 2023. № 45. С. 5–14. DOI: <https://doi.org/10.32347/2524-0021.2023.45.5-14>
7. Мокієнко А. В., Бабієнко В. В., Гушук І. В. Клімат, вода та інфекції: нові виклики для Півдня України на тлі старих проблем. *Public Health Journal*. 2023. № 4. С. 41–49. DOI: <https://doi.org/10.32782/pub.health.2023.4.6>
8. Зубко А. Г. Водні аспекти Російської агресії на півдні України. Економічна наука. Інвестиції: практика та досвід. 2022. № 18. С. 75-79. DOI: [10.32702/2306-6814.2022.18.74](https://doi.org/10.32702/2306-6814.2022.18.74)
9. Пономаренко Р. В. Дослідження зміни якісного стану поверхневого водного об'єкта в умовах техногенного навантаження. Техногенно-екологічна безпека. 2020. № 8 (2/2020). С. 48-54. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4300769>
10. Екологічна оцінка якісного складу поверхневого водного об'єкта (на прикладі річки Псел) / Коваленко С. А. та ін. Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Екологія». 2021. Вип. 25. С. 31–41. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2021-24-03>
11. Експрес-визначення вмісту іонів важких металів у водних розчинах вдосконаленим методом інверсійної вольтамперометрії / Сенік І. В. та ін. Технології та дизайн. 2012. № 1 (2). URL: https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/2868/1/td_2012_N1_12.pdf
12. Купчик О. Ю. Визначення кореляції між вмістом важких металів у продуктах рослинництва та ґрунті при екологічному моніторингу. Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. 2016. № 1. С. 85-91.
13. Про затвердження Гігієнічних нормативів якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення. Наказ МОЗ № 721 від 02.05.2022. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/RE37860?an=1>
14. Мехед О. Б., Кирієнко С. В. Синтаксономічний склад та аналіз забрудненості важкими металами прибережно-водної та водної рослинності екосистем заплави річок Снов, Ревна, Ірпа в межах Чернігівської області. Український журнал природничих наук. 2023. № 6. С. 7-17.
15. Екологічний паспорт Чернігівської області за 2023 рік. Департамент екології та природних ресурсів Чернігівської обласної державної адміністрації. URL: <https://eco.cg.gov.ua/index.php?id=15800&tp=1&pg>
16. Якість води р. Десна та тенденції її зміни з початку 2000 р.р. / Лузовіцька Ю. А. та ін. Проблеми гідрології, гідрохімії, гідроекології (монографія). Київ: Ніка-Центр, 2019. С. 201-208.

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

Амонс С.Е.	189	Лошкова Ю.М.	304
Бондар А.О.	319	Луник Ю.М.	267
Бондаренко А.С.	105	Любич В.В.	21
Бордун О.М.	267	Люта І.М.	211
Бублієнко Н.О.	382	Мамченко В.Ю.	364
Буяльська Н.П.	392	Мандрига М.В.	220
Ващенко О.В.	203	Маргітай Л.Г.	355
Вознюк Р.Р.	241	Марков Ф.Ф.	309
Воропай Ю.В.	153	Матусяк М.В.	319
Гаврилець С.В.	67	Меленті В.О.	83
Григорів Я.Я.	96	Мельник О.Т.	50
Гусак В.В.	172	Мельничук Т.В.	96
Деркач С.С.	153	Мильнікова О.О.	326
Диченко О.Ю.	347	Мурач О.М.	3
Дмитрик П.М.	172	Овдіюк В.М.	337
Євстафієва Ю.М.	227	Овчарук В.І.	227
Ємець З.В.	375	Овчарук О.В.	227
Жилін О.С.	347	Огороднічук Г.М.	286
Жук М.М.	50	Оліфірович В.О.	13
Забарна Т.А.	189	Оліфірович С.Й.	13
Забродіна І.В.	83	Осадча Ю.В.	241
Заводній Т.В.	355	Остапчук В.В.	21
Заїка В.К.	172	Отченашко В.В.	296
Засуха Л.В.	267	Падалко Т.О.	26
Зимароєва А.А.	309	Паламарчук В.Д.	33
Зимароєв О.О.	309	Панкова С.О.	319
Іваненко К.М.	392	Паращенко І.В.	382
Ільченко Л.А.	326	Писаренко П.В.	347
Ільчук І.І.	241	Півторайко В.В.	3
Іщук О.В.	364	Пітера В.О.	241
Кифорук І.М.	96	Піциль А.О.	309
Ковальчук І.І.	364	Погиба В.О.	43
Когут І.М.	50	Почколіна С.В.	50
Козечко В.І.	105	Почукалін А.Є.	235
Козурман Н.І.	326	Притула О.В.	61
Костенко І.А.	392	Разанова О.П.	277, 286
Котинський А.В.	382	Разанов О.С.	286
Кричковський В.Ю.	33	Салавор О.М.	382
Курилянова І.І.	96	Самойлік М.С.	347
Ліпков В.А.	3	Світельський М.М.	364
Логоша Р.В.	33	Семенчук В.Г.	67

Сербов М.Г.....	355	Урсал В.В.	131
Сергєєв Л.А.	50	Федорчук І.В.....	375
Середа М.С.	347	Халак В.І.	267
Сидякіна О.В.	73	Харабара В.О.	67
Сичов М.Ю.	220, 241	Ходос Т.А.	131
Скрипник С.В.	247	Цибуля С.Д.....	392
Слюсар М.В.	364	Цицюра Я.Г.	138
Совгіра С.В.	375	Челябієва В.М.....	392
Соловйов О.В.	73	Чигрин О.В.	153
Станкевич С.В.	83	Чорний Д.О.....	277
Стельмах О.М.....	96	Чудак Р.А.	286
Степанченко В.М.	259	Шаферівський Б.С.....	267
Сябро А.С.	267	Шевченко С.М.	105
Ткаліч Ю.І.	105	Шейдик К.А.	161
Ткачук О.П.	138	Шеленко Д.І.	172
Тогачинська О.В.	382	Шило В.С.	296
Томаш Л.В.....	13	Шкатула Ю.М.	189
Томчук О.М.....	114	Яценко Н.В.....	203
Турак О.Ю.....	172	Shepel A.V.....	181

ЗМІСТ

ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО, ОВОЧІВНИЦТВО ТА БАШТАННИЦТВО	3
Мурач О.М., Півторайко В.В., Ліпков В.А. Симбіотична діяльність та продуктивність рослин сої за впливу фізіологічно активних речовин у Лівобережному Лісостепу України	3
Оліфірович С.Й., Оліфірович В.О., Томаш Л.В. Колекція квасолі звичайної у селекційному процесі для створення високопродуктивного та технологічного сорту.....	13
Остапчук В.В., Любич В.В. Урожайність тритикале озимого залежно від умов азотного живлення в Правобережному Лісостепу.....	21
Падалко Т.О. Вплив макро- та мікроелементів на сортову врожайність та якість сировини нагідок лікарських (<i>Calendula officinalis</i> L.) в умовах Правобережного Лісостепу України	26
Паламарчук В.Д., Логоша Р.В., Кричковський В.Ю. Особливості вирощування та продуктивності міскантусу першого року вегетації як високоенергетичної культури.....	33
Погиба В.О. Особливості контролю комах фітофагів за ресурсоощадних технологій зернових культур у польових сівозмінах України	43
Почколіна С.В., Когут І.М., Сергєєв Л.А., Мельник О.Т., Жук М.М. Урожайність посівів пшениці озимої залежно від агротехнічних заходів в аридних умовах Півдня України	50
Притула О.В. Продуктивність посівів сої за використання різних видів фунгіцидів.....	61
Семенчук В.Г., Гаврилець С.В., Харабара В.О. Продуктивність та ураження вірусними хворобами насінневої картоплі в процесі репродукування за застосування біопрепарату Аватар-2 Захист.....	67
Соловійов О.В., Сидякіна О.В. Біологізація технології вирощування соняшнику: огляд технологій та перспективи їх впровадження	73
Станкевич С.В., Забродіна І.В., Меленті В.О. Хроніка масових розмножень головних шкідників сільськогосподарських культур і лісових насаджень	83
Стельмах О.М., Мельничук Т.В., Кифорук І.М., Григорів Я.Я., Курлянова І.І. Вплив мінерального живлення на урожайність та якість насіння ріпаку озимого	96
Ткаліч Ю.І., Козечко В.І., Шевченко С.М., Бондаренко А.С. Інкрустація насіння як фактор регулювання схожості та урожайності кукурудзи і соняшника в умовах степової зони	105
Томчук О.М. Формування асиміляційної поверхні ріпаку озимого залежно від варіантів поєднання рістрегулюючих компонентів та удобрення в умовах Лісостепу Правобережного	114
Урсал В.В., Ходос Т.А. Вплив біологічних та хімічних протруйників на формування урожайності ріпаку ярого в умовах Південного Степу України.....	131
Цицюра Я.Г., Ткачук О.П. Вплив форм азотних добрив на формування урожайності та якості насіння ріпаку озимого.....	138
Чигрин О.В., Воропай Ю.В., Деркач С.С. Заходи підвищення врожайності пшениці твердої ярої у Східному Лісостепу України	153
Шейдик К.А. Морфологічні та сортові особливості <i>Nicotiana rustica</i> L. як основа селекції та підвищення продуктивності	161

Шеленко Д.І., Заїка В.К., Дмитрик П.М., Турак О.Ю., Гусак В.В. Вплив мікробіологічної обробки насіння та позакореневого підживлення на якісні показники у гібридів кукурудзи.....	172
Shepel A.V. The impact of mineral fertilization on the economic and energy indicators of sweet pepper cultivation under drip irrigation in Southern Ukraine	181
Шкатула Ю.М., Забарна Т.А., Амонс С.Е. Ефективність зростаючих норм азотного живлення у реалізації продуктивності ріпаку озимого	189
Яценко Н.В., Ващенко О.В. Обґрунтування строків висаджування розсади для конвеєрного надходження плодів кавуна звичайного в Правобережному Лісостепу України.....	203
ТВАРИННИЦТВО, КОРМОВИРОБНИЦТВО, ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ПЕРЕРОБКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ	211
Люта І.М. Вплив показників росту та розвитку телиць голштинської породи на їх відтворювальні якості	211
Мандрига М.В., Сичов М.Ю. Використання раціонів зі зниженими рівнями сирого протеїну в годівлі птиці.....	220
Овчарук В.І., Овчарук О.В., Євстафієва Ю.М. Вплив сорту, густоти рослин, строків збирання врожаю коренеплодів кормових буряків на зберігання в умовах Правобережного Лісостепу України	227
Почукалін А.Є. Племінне тваринництво України (кролівництво).....	235
Сичов М.Ю., Ільчук І.І., Осадча Ю.В., Пітера В.О., Вознюк Р.Р. Токсичні важкі метали кормів.....	241
Скрипник С.В. Вплив пробіотичних стимулюючих підгодівель на фізіологічний стан і зимостійкість бджолиних сімей	247
Степанченко В.М. Якість бобово-злакового корму залежно від факторів вирощування в умовах Правобережного Лісостепу	259
Халак В.І., Бордун О.М., Засуха Л.В., Луник Ю.М., Ільченко М.О., Шаферівський Б.С., Сябро А.С. Відтворювальні якості та рівень їх дискретності у свинюматок різної експлуатаційної цінності	267
Чорний Д.О., Разанова О.П. Ефективність використання стимулюючих підгодівель у бджільництві	277
Чудак Р.А., Разанова О.П., Огороднічук Г.М., Разанов О.С. Ефективність застосування підгодівлі з комплексною біологічно активною добавкою у період підготовки до весняного розвитку медоносних бджіл	286
Шило В.С., Отченашко В.В. Вплив амінокислот з розгалуженим аліфатичним бічним ланцюгом (BCAA) на інтенсивність росту молодняку свиней	296
ЕКОЛОГІЯ, ІХТІОЛОГІЯ ТА АКВАКУЛЬТУРА	304
Лошкова Ю.М. Результати вирощування коропа (<i>Cyprinus carpio</i>) із застосуванням пасовищної технології у ставах Півдня України	304
Марков Ф.Ф., Зимаросьва А.А., Піціль А.О., Зимарось О.О. Стан та адаптаційний потенціал деревних насаджень у закладах дошкільної освіти Житомирської територіальної громади в умовах кліматичних змін	309
Матусяк М.В., Бондар А.О., Панкова С.О. Оцінка техногенного впливу на стан насаджень лісопаркової зони м. Вінниця	319
Мильнікова О.О., Ільченко Л.А., Козурман Н.І. Аналіз видової структури зелених насаджень на території дошкільних дитячих установ м. Дніпро	326

Овдіюк В.М. Теоретичні аспекти кларієвого сома (<i>Clarias gariepinus</i>) як біологічного виду через призму сучасних досліджень	337
Писаренко П.В., Самойлік М.С., Диченко О.Ю., Серeda М.С., Жилін О.С. Комплексна система удобрення кукурудзи за допомогою супутньо-пластової води та пробіотиків	347
Сербов М.Г., Заводній Т.В., Маргітай Л.Г. Вплив змін клімату на водні екосистеми України та адаптаційні стратегії їхнього збереження	355
Слюсар М.В., Ковальчук І.І., Мамченко В.Ю., Світельський М.М., Іщук О.В. Сучасний стан та перспективи розвитку раківництва в Україні на прикладі австралійського червоноклешневого рака	364
Совгіра С.В., Ємець З.В., Федорчук І.В. Роль заповідних територій у збереженні біорізноманіття: міжнародний та національний досвід	375
Тогачинська О.В., Бублієнко Н.О., Салавор О.М., Котинський А.В., Паращенко І.В. Нормування відходів та скидів за комплексом показників	382
Челябієва В.М., Костенко І.А., Буяльська Н.П., Цибуля С.Д., Іваненко К.М. Оцінка забрудненості річок зон відпочинку Чернігівщини	392

CONTENTS

AGRICULTURE, CROP PRODUCTION, VEGETABLE AND MELON GROWING.....	3
Murach O.M., Pivtoraiko V.V., Lipkov V.A. Symbiotic interaction and productivity of Soybean plants under the influence of physiologically active compounds in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine.....	3
Olifirovych S.Y., Olifirovych V.O., Tomasz L.V. Collection of common bean in the breeding process for the creation of a high-yielding and technological variety ...	13
Ostapchuk V.V., Lyubich V.V. Yield of winter triticale depending on the conditions of nitrogen nutrition and senication in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine.....	21
Padalko T.O. Influence of macro- and micro-elements on varieties yield and quality of raw material of calendula (<i>Calendula officinalis</i> L.) in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine.....	26
Palamarchuk V.D., Logosha R.V., Krychivskyi V.Yu. Cultivation characteristics and productivity of first-year growth miscanthus as a high-energy crop.....	33
Pohyba V.O. Features of phytophagous insect control using resource-saving technologies for grain crops in field crop rotations in Ukraine	43
Pochkolina S.V., Kohut I.M., Serhieiev L.A., Melnyk O.T., Zhuk M.M. Yield of winter wheat crop depends on agrotechnical measures in arid conditions of Southern Ukraine.....	50
Prytula O.V. Soybean crop productivity using different types of fungicides.....	61
Semenchuk V.H., Gavrylets S.V., Kharabara V.O. Productivity and viral disease incidence in seed potatoes during reproduction with the use of the biopreparation Avatar-2 Protection	67
Solovyov O.V., Sydiakina O.V. Biologization of sunflower cultivation technology: overview of technologies and prospects for their implementation	73
Stankevych S.V., Zabrodina I.V., Melenti V.O. Chronicle of mass propagations of major pests of agricultural crops and forest plantings.....	83
Stelmakh O.M., Melnychuk T.M., Kyforuk I.M., Hryhoriv Ya.Ya., Kurlyanova I.I. The effect of mineral nutrition on the yield and seed quality of winter rapeseed	96
Tkalych Yu.I., Kozechko V.I., Shevchenko S.M., Bondarenko A.S. Seed incrustation as a factor in improving germination and yield of maize and sunflower under conditions of the Steppe zone.....	105
Tomchuk O.M. Formation of the assimilation surface of winter rape depending on the variants of combination of regulating components and fertilization in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe.....	114
Ursal V.V., Khodos T.A. Influence of biological and chemical seed treatments on the formation of spring rapeseed yield under conditions of the Southern Steppe of Ukraine.....	131
Tsytsiura Ya.H., Tkachuk O.P. Influence of nitrogen fertilizer forms on the formation of yield and quality of winter rape seeds.....	138
Chyhryn O.V., Voropai Yu.V., Derkach S.S. Measures to increase the yield of durum spring wheat in the Eastern Forest-Steppe of Ukraine.....	153
Sheidyk K.A. Morphological and varietal characteristics of <i>Nicotiana rustica</i> L. as a basis for breeding and productivity improvement	161

Shelenko D.I., Zaika V.K., Dmytryk P.M., Turak O.Yu., Husak V.V. The effect of microbiological seed treatment and foliar fertilization on quality indicators of maize hybrids	172
Shepel A.V. The impact of mineral fertilization on the economic and energy indicators of sweet pepper cultivation under drip irrigation in Southern Ukraine	181
Shkatula Yu.M., Zabarna T.A., Amons S.E. Efficiency of increasing norms of nitrogen nutrition in realization of winter rape productivity	189
Yatsenko N.V., Vashchenko O.V. justification of transplanting dates for conveyor-type supply of common watermelon fruits in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine	203

ANIMAL HUSBANDRY, FEED PRODUCTION, STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTS

Liuta I.M. Influence of growth and development indicators of holstein heifers on their reproductive traits	211
Mandryga M.V., Sychov M.Yu. Use of diets with reduced crude protein levels in poultry feeding	220
Ovcharuk V.I., Ovcharuk O.V., Yevstafieva Yu.M. Influence of variety, plant density, harvesting period of feed beet roots on storage in the conditions of the Right-Bank Forest Steppe of Ukraine	227
Pochukalin A.Ye. Ukrainian breeding livestock (rabbit breeding)	235
Sychov M.Yu., Ilchuk I.I., Osadcha Yu.V., Pitera V.O., Vozniuk R.R. Toxic heavy metals in feed	241
Skrypnyk S.V. Influence of probiotic stimulating feeds on the physiological state and winter hardness of bee families	247
Stepanchenko V.M. The quality of legumes and grain forage depending on growing factors under the conditions of the Right Bank Forest-Steppe	259
Khalak V.I., Bordun O.M., Zasukha L.V., Lunyk Yu.M., Ichenko M.O., Shaferivskyy B.S., Siabro A.S. Reproductive qualities and their level of discreteness in sows of different operational value	267
Chornyi D.O., Razanova O.P. Effectiveness of the use of stimulating feedings in beekeeping	277
Chudak R.A., Razanova O.P., Ohorodnichuk H.M., Razanov O.S. Effectiveness of application of fertilization with complex biologically active supplement during the period of preparation for spring development of honey bees	286
Shylo V.S., Otchenashko V.V. The effect of branched-chain amino acids (BCAAs) on growth rate of young pigs	296

ECOLOGY, ICHTHYOLOGY AND AQUACULTURE

Loshkova Yu.M. Results of carp (<i>Cyprinus carpio</i>) farming using pasture technology in ponds of Southern Ukraine	304
Markov F.F., Zymarioieva A.A., Pitsil A.O., Zymarioiev O.O. The state and adaptive potential of tree plantations in preschool education institutions of the Zhytomyr city territorial community in the context of climate change	309
Matusiak M.V., Bondar A.O., Pankova S.O. Assessment of the anthropogenic impact on the state of the forest park zone in Vinnitsia	319

Mylnikova O.O., Ilchenko L.A., Kozurman N.I. The analysis of the species structure of green spaces on the territory of preschool children's institutions in Dnipro	326
Ovdiuk V.M. Theoretical aspects of the clarias catfish (<i>Clarias gariepinus</i>) as a biological species through the prism of modern research.....	337
Pysarenko P.V., Samoilik M.S., Dychenko O.Yu., Sereda M.S., Zhylin O.S. Integrated corn fertilization system using associated formation water and probiotics	347
Serbov M.H., Zavodnii T.V., Margitay L.H. Impact of climate change on aquatic ecosystems of Ukraine and adaptation strategies for their conservation	355
Sliusar M.V., Kovalchuk I.I., Mamchenko V.Yu., Svitelskyi M.M., Ishchuk O.V. Current status and prospects for the development of crayfish farming in Ukraine using the example of the Australian red-clawed crayfish	364
Sovhira S.V., Yemets Z.V., Fedorchuk I.V. The role of protected areas in biodiversity conservation: international and national experience.....	375
Togachinska O.V., Bubliencko N.O., Salavor O.M., Kotinsky A.V., Parashchenko I.V. Monitoring of waste and discharges by a set of indicators.....	382
Cheliabiiëva V.M., Kostenko I.A., Buialska N.P., Tsybulya S.D., Ivanenko K.M. An assessment of the pollution of rivers within recreational areas of the Chernihiv region	392

НОТАТКИ

НОТАТКИ

Таврійський науковий вісник

Випуск 143

Частина 2

Сільськогосподарські науки

Підписано до друку 27.06.2025 р.

Формат 70×100/16. Папір офсетний.
Умовн. друк. арк. 33,15. Зам. № 0725/593

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.