

ISSN 2226-0099

Міністерство освіти і науки України
Херсонський державний аграрно-економічний університет



Таврійський науковий вісник

Сільськогосподарські науки

Випуск 143
Частина 1



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. 1. 388 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 639.2.631/635.378

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.1>

КЛЮЧОВІ АСПЕКТИ РЕАЛІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ЄВРОІНТЕГРАЦІЇ В АГРАРНИХ ЗВО ПІВДНЯ УКРАЇНИ

Аверчев О.В. — д.с.-г.н., професор,
професор кафедри землеробства,
Херсонський державний аграрно-економічний університет,
директор,
Навчально-науковий центр «Інституту післядипломної освіти і дорадництва»
Херсонського державного аграрно-економічного університету
orcid.org/0000-0002-8333-2419
Гончарова О.В. — к.с.-г.н.,
доцент кафедри водних біоресурсів та аквакультури,
Херсонський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/0000-0002-9702-7458

В статті презентовано вектори розвитку української освіти з акцентом та синергію наукового, освітнього та практичного сектору. Презентований матеріал висвітлює алгоритм комплексних дій на практикоорієнтованість, інтернаціоналізацію закладів вищої освіти аграрного профілю. Проаналізовано окремі практики успішних програм міжнародних партнерів за цим спрямуванням. Відмічено, що саме динамічність всіх складових функціонування ЗВО (закладів вищої освіти) є одним із провідних процесів успішного розвитку, вдосконалення реалізації освітніх програм спеціальностей, які забезпечують аграрні ЗВО.

З огляду на комплексне дослідження та набутий досвід авторів презентовано концептуальні підходи раціонального використання потенціалу ЗВО та врахування регіонального контексту в кореляції з місією та стратегією розвитку. Отримані результати аналізу сучасного стану та тенденцій переходу на новий рівень загальної системи освітнього процесу є підґрунтям необхідності адаптації закладів вищої освіти аграрного спрямування до моделі синергічного поєднання відкритої науки через дослідження та практичну складову. Обґрунтовано, що освітньо-професійні та освітньо-наукові програми мають підсилювати всі сторони реалізації з акцентом на посиленій комунікації зі стейкголедами, представниками бізнес-сектору, міжнародними партнерами. Одним із запропонованих кейсів посилення позицій закладів вищої освіти Південного регіону України є європейська модель багатовекторності наукових центрів та університетів. Маркерами якої є інноваційність, сталий розвиток, практикоорієнтованість, міждисциплінарність, грантові підтримки. Врахування регіонального контексту значно підсилює позиції кожної

спеціальності, а освітні програми набувають унікальності. Враховуючи потенціал південного регіону нашої країни та потребу на рівні продовольчої безпеки країни у післявоєнному відновленні, можна відмітити, що заклади освіти півдня, використовуючи доступні ресурси (водні, земельні), мають певні переваги в даному контексті. Відмічено та обгрунтовано, що «територіальна близькість» ЗВО та ресурсний потенціал практичних баз та установ створює всі передумови для ефективної інтеграції «інноваційних центрів, хабів, пілотних демонстраційних проєктів для співпраці громад, бізнес-сектору».

Ключові слова: освітньо-професійні та освітньо-наукові програми, аграрне спрямування, динамічний розвиток, адаптація, євроінтегрування, синергія наукового, практичного та освітнього середовища.

Averchev O.V., Honcharova O.V. Key aspects of the implementation of the educational process and eurointegration in agricultural institutions of higher education of Southern Ukraine

The article presents the vectors of development of Ukrainian education with an emphasis on the synergy of the scientific, educational and practical sectors. The presented material highlights the algorithm of complex actions for practice-orientedness, internationalization of higher education institutions of an agricultural profile. Separate practices of successful programs of international partners in this direction are analyzed. It is noted that it is the dynamism of all components of the functioning of higher education institutions (higher education institutions) that is one of the leading processes of successful development, improvement of the implementation of educational programs of specialties that provide agricultural higher education institutions.

Taking into account the comprehensive research and the acquired experience of the authors, conceptual approaches to the rational use of the potential of higher education institutions and taking into account the regional context in correlation with the mission and development strategy are presented. The results of the analysis of the current state and trends in improving the general system of the educational process provide grounds to note the need to adapt higher education institutions of the agricultural direction to the model of synergistic combination of open science through research and a practical component. Educational-professional and educational-scientific programs should strengthen all sides of implementation with an emphasis on enhanced communication with stakeholders, representatives of the business sector, and international partners. One of the proposed cases of strengthening the positions of higher education institutions of the Southern region of Ukraine is the European model of multi-vectority of scientific centers and universities. Its markers are innovation, sustainable development, practice-orientedness, interdisciplinarity, grant support. Taking into account the regional context significantly strengthens the positions of each specialty, and educational programs acquire uniqueness. Considering the potential of the southern region of our country and the need for the country's food security in post-war reconstruction, it can be noted that educational institutions of the south, using available resources (water, land capital), have certain advantages in this context. It is noted and substantiated that the «territorial proximity» of higher education institutions and the resource potential of practical bases and institutions creates all the prerequisites for the effective integration of «innovation centers, hubs, pilot demonstration projects for community cooperation, the business sector».

Key words: educational-professional and educational-scientific programs, agrarian orientation, dynamic development, adaptation, European integration, synergy of scientific, practical and educational environment.

Постановка проблеми. Сучасні динамічні зміни у сфері освіти та науки є каталізатором у систематизації та адаптації існуючого інформаційного контенту, практичного досвіду для «перезавантаження» більшості системних підходів. Базуючись на оглядові роботи щодо поточного стану загалом системи освіти, доцільним відмітити, що освітньо-науковий простір потребує глобальних трансформацій в сучасних реаліях нашої країни [1, 6, 12, 14].

Безумовно, поняття «сучасного фахівця», здатного швидко адаптуватись під нові виклики реалій, передбачає не лише його професійні компетентності та навички – важливим є формування особистісних якостей. Тому усвідомлення важливості ролі закладів вищої освіти в цьому процесі має бути підґрунтям для

врахування такого підходу в стратегічних програмах розвитку, місії ЗВО (закладів вищої освіти). Принагідно відмітимо, що ЗВО аграрного спрямування реалізують освітні програми за спеціальностями, які забезпечують випускників компетентностями, спрямованих на досягнення глобальних цілей сталого розвитку до 2030 року, проголошених резолюцією Генеральної Асамблеї Організації Об'єднаних Націй (від 25 вересня 2015 року № 70/1, визначених Указом Президента України від 30 вересня 2019 року № 722). Забезпечення продовольчої безпеки країни в сучасних умовах є нагальним питанням, яке постає перед фахівцями, науковцями та практиками.

Вектор загальноєвропейських тенденцій розвитку та модернізації комплексної системи освіти в нашій країні є одним із провідних. Останні виклики: пандемія, військові конфлікти, економічні, політичні, кліматичні трансформації сприяють істотному оновленню («перезавантаженню») всіх систем, в тому числі і з класичним підходом. Питання набуває актуальності та національного значення, оскільки ЗВО націлені на інтегрування до загальної системи не лише освітньої та наукової складової, а й управлінської, соціальної, культурної тощо [13, 22]. Тематики сучасних наукових доробків, проєктів, а також кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти відображають нагальні потреби країни. Безумовно, гармонізуючи зі стандартами вищої освіти відповідних спеціальностей, тематики таких робіт мають технічні, технологічні, еколого-біологічні напрями.

В доступній літературі багаточисельні дослідження авторів підтверджують, що на сьогодні українське суспільство потребує висококваліфікованих фахівців, які конкурентоспроможні не лише в нашій країні, а й при представленні української освіти та науки на міжнародному рівні. При цьому науковці відмічають, що питання автономії ЗВО потребує особливої уваги [7, 16]. Потенціал та тенденції розвитку вищої освіти в Україні демонструють, що за умов всебічного, глибинного підходу під кутом синергії освітнього, практичного, наукового сектору стає можливим посилити позиції на зовнішніх платформах. Південь України має значні ресурси рибного, водного, земельного господарства, наприклад, освітні програми спеціальностей Агрономія, Водні біоресурси та аквакультура, Екологія, Садово-паркове господарство, Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва тощо [2, 8, 17].

Актуальним є прагнення до сучасної моделі освітнього і наукового середовища для ЗВО з забезпеченням синергії суспільного, академічного та економічного впливу підвищення суспільної довіри до результатів досліджень, інноваційних розробок, науково-технічних продуктів тощо. Важливим та одним із визначальних вибір спеціальності освітньої програми для потенційних вступників є практико-орієнтованість, можливості працевлаштування та інтернаціоналізація ЗВО. При цьому набуття соціальних навичок, вмінь комунікувати та здатність використовувати отримані знання і набуті компетентності для забезпечення стратегічних інтересів нашої країни також є домінуючими. Оптимізація системи освіти з акцентом на інтегруванні європейських підходів підвищить цінність наших фахівців. Впровадження європейських елементів лише підсилить та підтвердить визнання таких фахівців, здатних захищати національні та економічні інтереси нашої країни в сучасних умовах глобальної конкуренції та викликів. В даному контексті тематика набуває практичного значення та є актуальною.

Виклад основного матеріалу дослідження. Провідні складові ефективного функціонування комплексної системи освіти передбачають інноваційні технологічні рішення, які є передумовою стрімкої євроінтеграції. Сьогодні сучасні

умови формують та вносять певні корективи до вимог випускників освітніх програм, зокрема, соціальні навички *soft skills* та професійні *hard skills*. Розглядаючи Південь України, регіональний контекст, серед ЗВО, Херсонський державний аграрно-економічний університет (ХДАЕУ) є закладом вищої освіти з історією заснування у 1874 році, що здійснює підготовку здобувачів за багатовступною системою [17]. В контексті сучасного розуміння, ХДАЕУ є освітнім, науковим, інтелектуальним центром з вектором європейського розвитку. Одним із прикладів ефективного поєднання необхідних складових, які підсилюють всі сторони освітніх програм, можна навести успішні практики консолідації науковців, стейкхолдерів, освітян, обдарованої студентської молоді при виконанні спільних проєктів, грантів та наукових робіт. Впродовж реалізації освітніх програм в ХДАЕУ, важливими маркерами є орієнтованість на такі цінності, як людиноцентризм, академічна свобода та доброчесність, ментальність, збереження традицій, практикоорієнтованість [13, 17].

Розглядаючи практичну складову в освітньому процесі, можна відмітити, що Південний регіон України має потужний водний, рибогосподарський, земельний фонд [9, 10]. Оскільки здобувачі вищої освіти, які реалізують ці програми, розвивають теоретичні та практичні скілси, саме практикоорієнтованість, прикладні дослідження, таких «живих» спеціальностей є актуальним. Реалізація ОП Водні біоресурси та аквакультура, ОП Агрономія за всіма рівнями освіти в ХДАЕУ відбувається з максимальним прагненням та реалізацією самовдосконалення, симбіозу між освітньою, науковою та виробничою сферами (рис. 1). Потужна база для набуття практичних навичків, які є найважливішими для спеціаліста у рибному господарстві, в агрономії сільському господарстві, забезпечує всі потреби здобувачів. Потужні ресурсні можливості рибовідтворювальних заводів Півдня України та якісний кадровий склад учасників реалізації ОП відкривають високі перспективи перед здобувачами вищої освіти.



Рис. 1. Модель симбіозу наукової, освітньої та виробничої сфери

Сучасні екологічно – орієнтовані підходи в сільському господарстві з здобуттям відповідних компетентностей відображає ОП Агрономія.

Одним із важливих акцентів при реалізації ОП є орієнтація на сучасні умови: в умовах війни, в яких перебуває наша країна, національним завданням є забезпечення продовольства та стійкості сільських громад. В тому числі за рахунок впровадження інтенсивних технологій та інтелектуальних систем управління діджиталізації виробництва. В ХДАЕУ в даному контексті одним із позитивних

практик є Центри дорадництва, які організовують навчальні заходи, семінари та тренінги з сучасними тематиками для всіх зацікавлених, в тому числі фермерів, НПП, здобувачів вищої освіти та аспірантів з метою підвищення їхнього професійного рівня та ефективності виробництва [5, 15, 21].

Систематично при перегляді якісної реалізації ОП відбувається оновлення, вдосконалення та врахування інтересів стейкхолдерів у вимірі сучасного запиту конкурентоспроможного фахівця в галузі. Актуальним є впровадження інноваційних рішень у загальну схему реалізації ОП, зокрема, штучний інтелект, IT-технологічні рішення та вміння їх запровадити в умовах виробництва, оптимізувати технологічні процеси в з використанням світових цифрових методів [9].

Автори відмічають у роботах, що українська освіта в умовах сьогодення знаходиться на етапі трансформування, забезпечення нової якості освіти на всіх рівнях: від дошкільної освіти – до вищої освіти та освіти дорослих (рис. 2). Вектори розвитку націлені на прагнення відповідності сучасним запитам, потребам економічного розвитку, вимогам світовим тенденціям тощо. Зокрема, програма дуальної освіти, науково-виробнича практика за спеціальністю, експедиційні виїзди, практичні заняття, проведення майстер-класів провідними фахівцями-рибоводами, іхтіологами, агрономами, міжнародні програми обмінів є одним із позитивних практик динамічного розвитку освітніх програм.

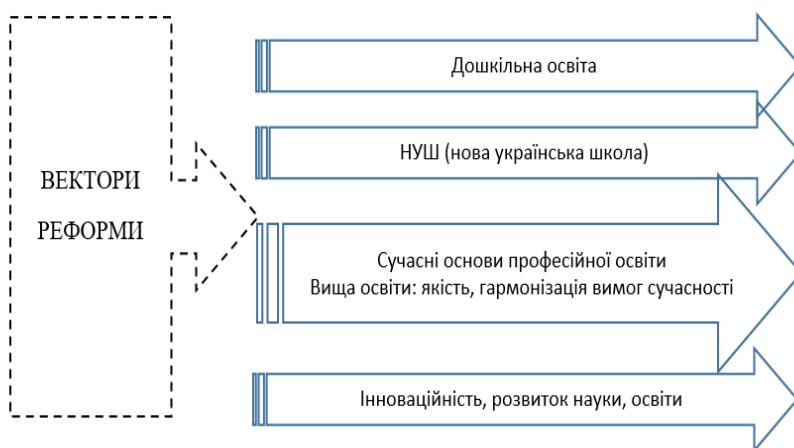


Рис. 2. Різномірні складові при трансформуванні всіх рівнів освіти

Акцентом реалізації ОП 207 в ХДАЕУ є формування навичків соціального напрямку, розвинення здібностей адаптації до різних, в тому числі, і критичних умов середовища. Лише за таких умов спеціаліст матиме якісні характеристики особистості не тільки у професійній сфері, а й при подальшому в житті при інтегруванні.

Одним із важливих аспектів в контексті позитивної трансформації освіти є інтеграційна регіональна платформа з компонентами відкритої науки в ЗВО [14]. Реалізація такої важливої компоненти розвитку, як політика відкритої науки, підтримується і в ХДАЕУ. Вектором для досягнення обрано всі кейси підвищення дослідницького рівня із забезпеченням доброчесності результатів наукових досліджень. Підсилення освітніх програм за критеріями їх успішної реалізації,

є відкритий доступ до дослідницької інфраструктури з популяризацією науки та доброчесністю. Студентська молодь для ЗВО є рушійною силою, тому підтримка їх досліджень із залученням до спільних грантових програм, державних та ініціативних тематик, сприятиме підвищенню академічної мобільності. В тому числі і на міжнародному рівні. До речі, є чимало позитивних практик європейських країн, за якими університети самостійно розробляють власний академічний профіль та мають більшу автономію [7].

Тому наступною моделлю позитивного розвитку є реалізація міжнародних наукових проєктів. Доцільним зробити акцент на важливій ролі динамічного розвитку кожної освітньої програми в ЗВО з поступовою інтеграцією до європейського дослідницького простору (Угода про асоціацію між Україною та Європейським Союзом). Важливою умовою такої інтеграції є впровадження принципів відкритої науки з відповідним регламентуванням нормативно-правової бази та супровідної документації (дорожня карта з інтеграції науково-інноваційної системи України до європейського дослідницького простору, наказ МОН України № 167 від 10.02.2021р.; розпорядженням КМУ № 892-р від 08 жовтня 2022 р. «Про затвердження національного плану щодо відкритої науки»). В тому числі, однією зі сторін такої реалізації інтернаціоналізації може бути навчання іноземних студентів в українських ЗВО.

Здійснивши комплексний аналіз векторів розвитку та успішного функціонування європейської моделі освітньо-наукового сектору, можна узагальнити та виділити провідні аспекти (рис. 3). Доцільним зауважити, що елементи презентованих практик вже реалізуються та поступово адаптуються в українських ЗВО [19].

Наприклад, практика подвійних дипломів, дуальна форма освіти, комплексний підхід бізнес-представництва в ролі стейкхолдерів, демо-версії стартапів випускників освітніх програм з подальшою перспективою працевлаштування, тощо [17, 18, 20].

Базуючись на власному отриманому досвіді авторів, в якості позитивної практики можна навести французьку модель співпраці між університетами та науковими центрами. Розгалужена, інституційна система, зорієнтована на міждисциплінарні дослідження, інновації, сталий розвиток та практичне застосування отриманих знань та вмінь. Один із найяскравіших прикладів – INRAE (Національний інститут сільськогосподарських, харчових та екологічних досліджень), який тісно співпрацює з університетами, аграрними школами, регіональними органами влади та приватним сектором [1, 4].

Підтримка наукових досліджень реалізується в науково-дослідних лабораторіях, випробувальних майданчиках шляхом спільного фінансування. Найчастіше яке забезпечує INRAE, а іншу частину – університет. Розробка тематики досліджень також відбувається спільно та має національне значення для країни із відповідним фокусом прикладних досліджень. При цьому особлива увага приділяється темам, важливим для регіонів: аграрне виробництво, адаптація до змін клімату, збереження водних ресурсів, екологічна безпека тощо [3, 4]. INRAE активно залучає студентів до дослідницьких проєктів, сприяє їх працевлаштуванню в аграрному секторі підтримкою стартапів. Наприклад, в нашій країні такий підхід знаходиться на етапі становлення. Розробка пілотних проєктів у співпраці з громадами, фермерами, місцевою владою, має місце в реалізації. Втім носить більш суб'єктивний характер та залежить від тематики та спеціальності.

Тому для успішної євроінтеграції української освіти та науки через дослідження, однією із ключових умов має бути всебічна підтримка на державному рівні.

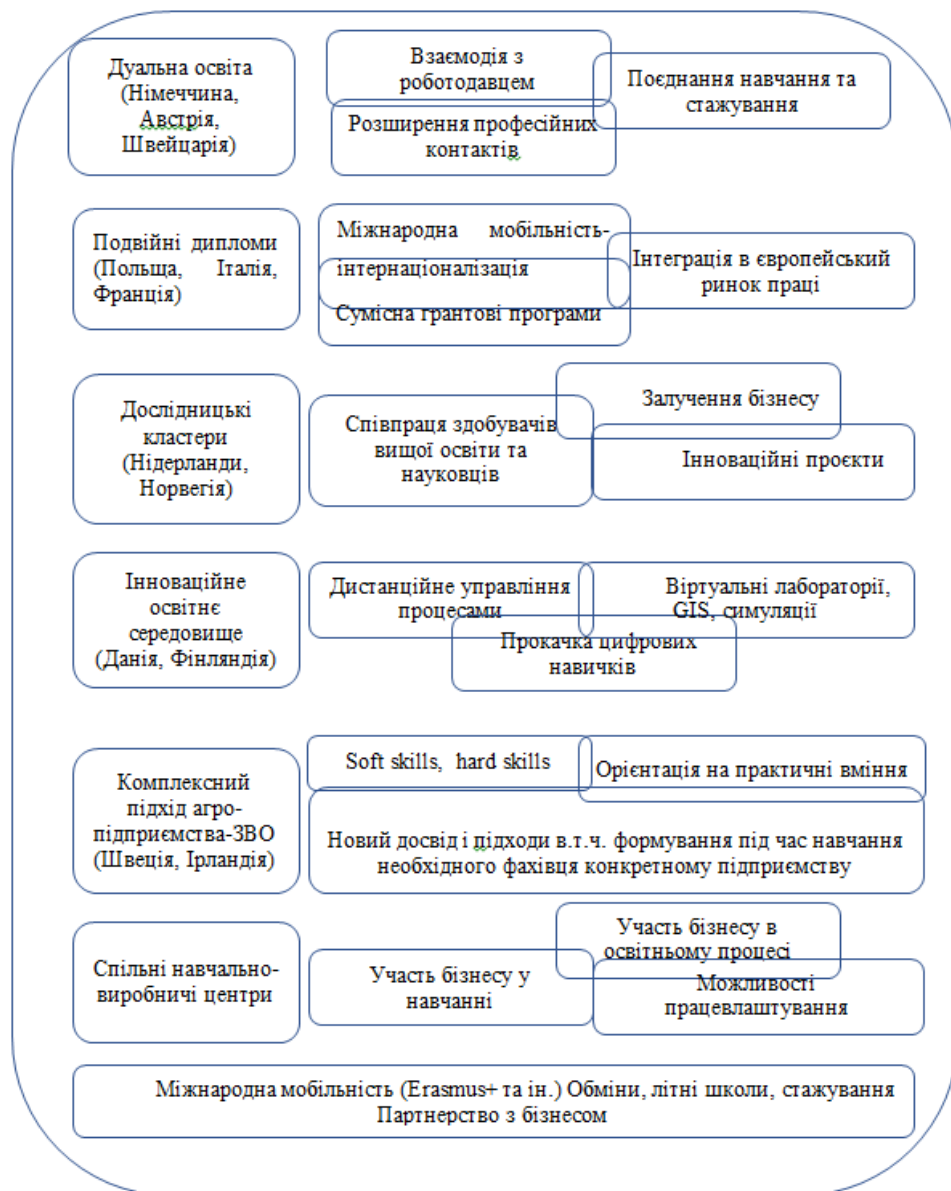


Рис. 3. Вектори позитивних європейських практик в аграрних ЗВО

Висновки і пропозиції. Впровадження політик і процедур відкритої науки є одним із ключових пріоритетів розвитку дослідницького потенціалу України в умовах війни і повосенного відновлення України. Актуальність проблеми імплементації стандартів відкритої науки в Україні визначається національними пріоритетами соціально-економічного розвитку, необхідністю виконання вимог країни-кандидата на вступ та набуття членства в ЄС. Для забезпечення стійкого

розвитку України як сильної європейської країни, важливим є вибір домінуючих напрямів, всебічна підтримка на державному рівні. Лише за таких умов можна досягти ефективного синтезу академічної та прикладної науки через успішне партнерство. Підвищення рівня наукових досліджень, розширення можливостей залучення міжнародних ресурсів (інвестиції) – всі ці аспекти є важливими при підтримці сталого розвитку Південного регіону країни. В умовах динамічних змін, можливість розширення автономії ЗВО дозволить більш швидко реагувати на сучасні виклики та вимоги ринку праці, формувати гнучкі стратегії розвитку та забезпечувати ефективну адаптацію до сучасних реалій.

Південний регіон нашої країни має потужний ресурсний потенціал в аграрному секторі, що сьогодні перебуває під негативним впливом чинників. За умов комплексного підходу кожного з секторів, в тому числі і представництва науково-освітньої спільноти, є всі передумови для забезпечення продовольчої безпеки, формування ефективної стратегії післявоєнного відновлення агропродовольчого сектору в нашій країні. За таких умов підготовка фахівців за спеціальностями освітньо-професійних та освітньо-наукових програм в ХДАЕУ, буде зорієнтована на сталий розвиток галузі з акцентом на людський капітал, досягнення глобальних цілей національного значення в аграрно-економічному секторі. А інтернаціоналізаційна діяльність підсилить освітні програми та сприятиме динамічному інтегруванню українських інноваційних розробок до європейського простору з рівнозначним партнерством.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Astre P., Astre M., Honcharova O. Перспективи розвитку аквакультури в Україні з огляду європейського досвіду. Науковий журнал «Бористен». № 04 (297). 2016. С. 24–26.
2. Averchev, O.V., Bidnyna, I.O., Bondar, O.I. & Boyarkina, L.V. etc. (2019). Ecohydrological investigation of plain river section in the area of small hydroelectric power station influence. Collective monograph: Current state, challenges and prospects for research in natural sciences. Lviv-Torun: Liha-Pres, P. 135–154.
3. Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: <http://www.fao.org> (дата звернення: 20 травня 2025 р.).
4. Aquaculture-pour-tous [сайт] URL: <https://www.inrae.fr/> (дата звернення: 21 травня 2025 р.).
5. Аверчев О.В., Нікітенко М.П., Вплив воєнних дій на екологізацію агрови-робництва у Херсонській області. Таврійський науковий вісник. Серія: Сільсько-господарські науки. Одеса, 2023. Вип. 130. С. 3–10.
6. Васильєва Н.Б. Трансфер технологій української науки: від потенціалу до розвитку. Синергія науки і бізнесу у повоєнному відновленні регіонів України: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції (ХНТУ, 24–26 квітня 2024 року) у 3-х т.; Т. 3 за ред. О. В. Чепелюк. Одеса : Олді+, 2024. С. 316–321.
7. Василькова Н. Дослідження автономії університетів у Європі. Університетська освіта. 2011. № 1. С. 48–57. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/32608806.pdf>
8. Гончарова О.В. Аграрні науки та продовольство: вектори відновлення рибогосподарської галузі на півдні України Синергія науки і бізнесу у повоєнному відновленні регіонів України : матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції (ХНТУ, 24–26 квітня 2024 року) у 3-х т.; Т. 3 за ред. О. В. Чепелюк. Одеса : Олді+, 2024. С. 12–16.
9. Гончарова О.В., Кутіщев П.С. Аспекти формування потенціалу та роз-витку української аквакультури на фоні євроінтегрування інноваційних рішень. Водні біоресурси та аквакультура, 1(13). 2023. С. 73–82. <https://doi.org/10.32851/wba.2023.1.6>

10. Гончарова, О. В., Грановська, В. Г., Ларжевська, Т. О. (2023). Аспекти євро-інтеграції аквакультури з вектором розвитку рекреаційно-туристичної сфери. збірник наукових праць за матеріалами наук.-практ. конференції молодих вчених з міжнародною участю «Сучасний стан водних біоресурсів та аквакультури України і Світу»: за ред. док. філос., к. г. н. Коржова Є. І. (Херсон, 31 жовтня 2023 р.). Херсон: ХДАЕУ, С. 122–126. doi: 10.13140/RG.2.2.20989.13284
11. Закон України «Про вищу освіту». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18> (Дата звернення 13.05.2025)
12. Реформа освіти і науки URL: <https://www.kmu.gov.ua/diyalnist/reformi/rozvitok-lyudskogo-kapitalu/reforma-osviti>
13. Кирилов, Ю. Є., Ігнатенко, М. М. Грановська, В. Г. (2021). Соціально-економічні чинники академічної мобільності у формуванні конкурентоспроможності представників науково-освітньої спільноти. Економіка АПК. № 12. С. 73–80.
14. Національна доповідь про стан і перспективи розвитку освіти в Україні /Нац. акад. пед. наук України [за заг. ред. В. Г. Кременя]. Київ: Педагогічна думка, 2016. 448 с. (До 25-річчя незалежності України).
15. Нікітенко М.П., Аверчев О.В. Трансформація агропромислового сектору та сільських територій у світлі воєнного конфлікту. Збірник матеріалів Науково-практичного форуму «Розвиток агропромислового комплексу та сільських територій під час війни», Одеса, ОДАУ, 29.05.2024 р., 2024. С. 103–105.
16. Створення університетських альянсів. URL: https://dt.ua/UKRAINE/ostannim-chasom-dedali-bilshe-ydetsya-pro-stvorennyauniversitetskiy-alyansiv-ekspert-342532_.html (дата звернення 13.05.2025)
17. Офіційна сторінка ХДАЕУ [сайт] URL: http://www.ksau.kherson.ua/files/_osv.progr/
18. Постанова (ЄС) № 232/2014 Європейського Парламенту та Ради від 11 березня 2014 року про заснування Європейського інструменту сусідства. URL: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2014:077:0027:0043:EN:PDF> (Дата звернення 14.05.2025)
19. Постанова (ЄС) № 233/2014 Європейського Парламенту та Ради від 11 березня 2014 року про заснування фінансового інструменту співпраці розвитку на період 2014–2020. URL: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2014:077:0044:0076:EN:PDF> (Дата звернення 19.05.2025)
20. Угода про асоціацію між Україною та ЄС. Офіційний текст. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011 (дата звернення 12.05.2025)
21. Шаманська, О. І. Застосування інформаційних систем та технологій як пріоритетного напрямку ефективного функціонування та розвитку дорадчої діяльності в Україні. Ефективна економіка. № 4. 2015. С. 14–17.
22. Як змінюється вища освіта в Україні та в європейському освітньому просторі. URL: <http://education-ua.org.ua/articles/1296-yak-zminyuetsya-vishcha-osvita-v-ukrajini-ta-vevropejskomu-osvitnomu-prostori>. (дата звернення 12.05.2025)

УДК 631.523:633.2:575.3:631.4

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.2>

ГРЕЧКА ТАТАРСЬКА – ПЕРСПЕКТИВНА КУЛЬТУРА ДЛЯ БІОРІЗНОМАНІТТА ТА АГРОЕКОЛОГІЧНОЇ СТІЙКОСТІ (ОГЛЯДОВА)

Аверчев О.В. – д.с.-г.н., професор,
професор кафедри землеробства,
Херсонський державний аграрно-економічний університет,
директор,
Навчально-науковий центр «Інституту післядипломної освіти і дорадництва»
Херсонського державного аграрно-економічного університету
orcid.org/0000-0002-8333-2419

Нікітенко М.П. – д.філос. з агрономії,
старший викладач кафедри землеробства,
Херсонський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/0000-0001-7453-6682

Ворона П.С. – аспірант кафедри землеробства,
Херсонський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/0009-0006-0430-5233

У статті наведено огляд перспектив гречки татарської (*Fagopyrum tataricum*) як важливої культури для біорізноманіття та агроекологічної стійкості. Зазначено, що ця культура має високу харчову цінність і потенціал для використання в медицині, фармацевтиці, а також у харчовій промисловості завдяки наявності біоактивних компонентів, таких як рутин, антиоксиданти та клітковина. Гречка татарська є цінною для виробництва безглютенових продуктів та нутрицевтиків. Установлено, що її використання може значно підвищити екологічну стійкість агроecosистем, адже гречка характеризується низьким рівнем вимог до умов вирощування і здатністю пригнічувати бур'яни за рахунок алелопатичних властивостей.

Досліджено, що гречка татарська має високу адаптивність до різних кліматичних умов і може стати ефективним елементом органічного землеробства завдяки своїй стійкості до шкідників та хвороб. Виявлено, що ця культура є важливим попередником для інших сільськогосподарських культур у сівоzmінах, а також сприяє збереженню біорізноманіття та залученню запилювачів. Її використання у сівоzmінах дозволяє зменшити залежність від хімічних засобів захисту рослин та пестицидів, що робить її важливою для сталого сільського господарства.

Визначено, що для подальшого розвитку виробництва гречки татарської необхідно значно вдосконалити селекцію сортів, які будуть краще адаптовані до специфічних умов регіонів, зокрема в Україні. У статті розглядалось питання, для подальшого вивчення, з приводу створення ефективних технологій обробки та переробки гречки татарської. Таким чином, це дозволить знизити витрати на її вирощування і підвищити рентабельність виробництва. Окрему увагу слід приділити розробці технологічних карт і стандартів для цієї культури, що дозволить фермерам застосовувати оптимальні методи вирощування та догляду. Розвиток цієї культури має важливе значення для забезпечення продовольчої безпеки і сталого розвитку сільського господарства в умовах змін клімату та потреби в екологічно чистому виробництві.

Ключові слова: гречка татарська (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.), гречка посівна (*Fagopyrum esculentum*), фітомеліорація, органічне землеробство, безглютенові продукти, агроекологічна стійкість.

Averchev O.V., Nikitenko M.P., Vorona P.S. Tatar buckwheat – a promising crop for biodiversity and agroecological sustainability (review)

The article provides an overview of the prospects of Tatar buckwheat (*Fagopyrum tataricum*) as an important crop for biodiversity and agroecological sustainability. It is noted that this crop has a high nutritional value and potential for use in medicine, pharmaceuticals, and the food industry due to the presence of bioactive components such as rutin, antioxidants, and fiber. Tatar buckwheat is valuable for the production of gluten-free products and nutraceuticals. It has been established that its use can significantly increase the environmental sustainability of agroecosystems, as buckwheat is characterized by low requirements for growing conditions and the ability to suppress weeds due to its allelopathic properties.

It has been shown that Tatar buckwheat is highly adaptable to different climatic conditions and can become an effective element of organic farming due to its resistance to pests and diseases. It has been found that this crop is an important precursor for other crops in crop rotations, and also contributes to the conservation of biodiversity and the attraction of pollinators. Its use in crop rotations can reduce dependence on chemical plant protection products and pesticides, which makes it important for sustainable agriculture.

It is determined that for the further development of Tatar buckwheat production, it is necessary to significantly improve the selection of varieties that will be better adapted to the specific conditions of the regions, in particular in Ukraine. The article discusses the issue of creating effective technologies for the cultivation and processing of Tatar buckwheat for further study. Thus, this will reduce the cost of its cultivation and increase the profitability of production. Particular attention should be paid to the development of technological maps and standards for this crop, which will allow farmers to apply the best methods of cultivation and care. The development of this crop is important for ensuring food security and sustainable agricultural development in the context of climate change and the need for environmentally friendly production.

Key words: Tatar buckwheat (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.), seed buckwheat (*Fagopyrum esculentum*), phytomelioration, organic farming, gluten-free products, agroecological sustainability.

Постановка проблеми. У сучасних умовах зміни клімату, деградації ґрунтів та зростання попиту на екологічно чисту продукцію особливого значення набувають малопоширені культури, які поєднують в собі адаптивність до стресових умов вирощування та цінні поживні властивості. Однією з таких культур є гречка татарська (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.) – маловідома, проте надзвичайно перспективна рослина, що належить до родини гречкових.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Гречка татарська (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.) однорічна трав'яниста культура родини гречкових, яка природно поширена в гірських районах Центральної Азії, зокрема Тибету та Гімалаїв. У порівнянні з більш поширеною у виробництві, гречкою посівною (*Fagopyrum esculentum*), вона має низку характерних морфологічних і фізіолого-біохімічних відмінностей, що визначають її адаптивні та агрономічні переваги [1].

Рослина має прямостояче, добре розгалужене стебло, яке є міцнішим і жорсткішим, ніж у посівної гречки. Висота рослини зазвичай коливається від 40 до 100 см, залежно від умов вирощування. Листки серцеподібні, розміщені очергово, зеленого або темно-зеленого кольору. Суцвіття – складні завитки, що містять дрібні квітки білого або зеленувато-рожевого забарвлення. Особливістю є переважно самозапильний тип розмноження, що забезпечує стабільне формування насіння навіть за відсутності запилювачів.

Насіння гречки татарської дрібніше за розміром, порівняно із насінням звичайної гречки, тригранної форми, з більш щільною оболонкою, колір якої варіює від зеленувато-сірого до жовтувато-коричневого. Маса 1000 насінин становить 8–14 г (у посівної – 20–30 г), що зумовлює деякі труднощі при післязбиральній обробці, проте забезпечує високу стійкість до механічних ушкоджень [2].

Культура вирізняється високою холодостійкістю та посухостійкістю. Насіння може проростати вже при температурі $+4...+5^{\circ}\text{C}$, що дає можливість ранніх строків сівби. Рослина здатна витримувати нетривалі заморозки на ранніх фазах розвитку та добре адаптується до посушливих умов, завдяки компактній кореневій системі та зниженій транспірації. Це робить її цінною культурою для вирощування в умовах нестабільного зволоження та на легких, малородючих ґрунтах [3].

Гречка татарська є менш вибагливою до родючості ґрунтів. Вона добре росте на легких супіщаних і суглинкових ґрунтах, витримує невисокий рівень вмісту поживних речовин. Завдяки короткому вегетаційному періоду (від 75 до 100 діб), її можна використовувати як основну або повторну культуру в сівозміні, особливо у зонах ризикованого землеробства.

Самозапильність рослини, на відміну від перехреснозапильної гречки посівної, є важливою селекційною ознакою, яка дозволяє зберігати сортову чистоту, стабільність урожаю та спрощує вирощування в умовах ізольованих ділянок або при відсутності комах-запилювачів.

Постановка завдання. У статті ставиться завдання провести всебічний огляд всіх основних агрономічних та економічних показників, що впливають на вирощування гречки татарської. Зокрема, ми прагнемо детально дослідити біологічні особливості цієї культури, її вимоги до умов вирощування, а також оцінити ефективність різних агротехнологій та перспективи її розвитку в умовах змін клімату.

Виклад основного матеріалу дослідження. Гречка татарська (*Fagopyrum tataricum*) в останні роки привертає все більшу увагу агровиробників не лише як харчова та лікарська культура, а й як важливий компонент агроекологічно стійких сівозмін. Завдяки своїм біологічним властивостям вона має ряд агротехнічних переваг, що робить її перспективною для використання у різних формах землеробства, зокрема органічному, екологічному та адаптивному.

Одна з ключових особливостей культури – швидкий стартовий ріст, що дозволяє їй ефективно конкурувати з бур'янами вже на ранніх фазах розвитку. Дослідження свідчать, що щільний листовий покрив та раннє змикання рядків дають змогу пригнічувати ріст однорічних та багаторічних бур'янів без застосування гербіцидів, що є особливо важливим у системах органічного землеробства.

Крім того, гречка татарська проявляє високу алелопатичну активність – здатність виділяти біологічно активні речовини, які пригнічують проростання насіння бур'янів та розвиток фітопатогенних мікроорганізмів. Це знижує фітосанітарне навантаження на поля та зменшує потребу у хімічних засобах захисту рослин.

Завдяки добре розвиненій кореневій системі й короткому вегетаційному періоду, культура вдало вписується в сівозміни. Її можна використовувати як покривну, проміжну або повторну культуру. Вона виконує фітомеліоративну функцію, тобто сприяє поліпшенню структури ґрунту, активізації мікробіоти, а також збагаченню ґрунту органічною речовиною після заорювання рослинних решток.

Висока поживна цінність, поєднана з функціональними властивостями та лікувально-профілактичним ефектом, вирізняє гречку татарську (*Fagopyrum tataricum*) серед інших зернових культур. Завдяки своєму унікальному хімічному складу вона дедалі частіше привертає увагу як складова здорового раціону, джерело сировини для дієтичного харчування, а також сучасних оздоровчих продуктів, що мають лікувально-профілактичну спрямованість.

Однією з основних переваг татарської гречки є високий вміст рутину – біофлавоноїду, що належить до групи вітаміну Р. У зерні цієї культури його кількість може досягати 4–5% від сухої маси, тоді як у звичайній посівній гречці цей

показник становить лише 0,1–0,4%. Рутин має важливі властивості, зокрема зміцнює капіляри, знижує ламкість судин, нормалізує артеріальний тиск і має проти-запальну, антиалергічну та радіозахисну дію.

Порівняльна таблиця агротехнічних характеристик гречки татарської та гречки посівної

Показник	Гречка татарська (<i>F. tataricum</i>)	Гречка посівна (<i>F. esculentum</i>)
Швидкість початкового росту	Висока – швидке змикання рядків	Середня
Здатність пригнічувати бур'яни	Висока (до 80% покриття площі до 25 дня)	Помірна
Алелопатична активність	Висока	Слабко виражена
Потреба в гербіцидах	Низька / можлива відмова	Середня / необхідність захисту
Строки вегетації	75–100 днів	80–120 днів
Вимоги до попередників	Низькі	Високі
Можливість повторних посівів	Є (як проміжна культура)	Обмежено
Меліоративний вплив на ґрунт	Виразений (поліпшення структури)	Слабкий
Застосування в органічному землеробстві	Висока придатність	Потребує додаткових заходів
Стійкість до хвороб та шкідників	Вища (завдяки фітонцидам)	Менша

Завдяки таким біологічно активним властивостям, татарська гречка активно використовується у фармацевтичній промисловості для виробництва біологічно активних добавок, препаратів для профілактики серцево-судинних захворювань та функціональних продуктів харчування. Високий вміст рутину робить її цінною для дієтичного харчування та лікувального застосування, що підвищує її популярність як перспективної культури.

У порівнянні з посівною гречкою, гречка татарська містить більшу кількість харчових волокон (клітковини), що позитивно впливає на травлення, сприяє зниженню рівня холестерину в крові, нормалізує мікрофлору кишечника й забезпечує довше відчуття ситості. Клітковина також відіграє важливу роль у виведенні токсинів з організму та запобіганні метаболічним порушенням.

Білки гречки татарської мають високий вміст незамінних амінокислот, зокрема лізину, треоніну, метіоніну, триптофану та аргініну. У зв'язку з цим вона вважається повноцінним джерелом рослинного білка, наближеним за амінокислотним профілем до тваринного. Ця властивість робить гречку особливо цінною для вегетаріанців, веганів, спортсменів і осіб, що дотримуються дієт із обмеженим вмістом м'яса.

Гречка татарська має нижчий глікемічний індекс, ніж звичайна гречка, що забезпечує повільне вивільнення глюкози в кров і зниження ризику коливань

рівня цукру. Це робить її придатною для харчування людей із цукровим діабетом, метаболічним синдромом або інсуліно-резистентністю.

Порівняльна таблиця поживної цінності гречки татарської та посівної

Показник	Гречка татарська (<i>F. tataricum</i>)	Гречка посівна (<i>F. esculentum</i>)
Білок, %	13,5–16,0	10,5–13,0
Клітковина, %	11,0–13,5	6,5–10,0
Жири, %	2,2–3,0	2,5–3,4
Вуглеводи, %	55,0–63,0	60,0–70,0
Глікемічний індекс	40–45 (низький)	50–60 (середній)
Рутин (вітамін Р), мг/100 г	2000–5000	20–40
Флавоноїди (загальні), мг/100 г	до 7000	до 1000
Антиоксидантна активність (ORAC), мкмоль ТЕ/100 г	2700–3000	800–1000
Лізин, мг/100 г білка	520–630	430–520
Триптофан, мг/100 г білка	180–200	160–180

Зерно також є джерелом важливих мікроелементів – заліза, магнію, цинку, селену та калію, а також вітамінів групи В (В1, В2, В6), що підтримують енергетичний обмін і функціонування нервової системи. Крім того, культура не містить глютену, що робить її придатною для безглютенових дієт та харчування осіб з целиакією.

Макро- та мікроелементи у зерні гречки, мг/100 г

Елемент	Гречка татарська	Гречка посівна
Калій (K)	370–400	340–380
Кальцій (Ca)	20–25	16–20
Магній (Mg)	220–240	200–220
Фосфор (P)	280–300	250–270
Залізо (Fe)	7,0–9,0	6,0–8,0
Цинк (Zn)	2,0–2,5	1,8–2,2
Марганець (Mn)	1,2–1,5	1,0–1,3
Селен (Se)	6–10 мкг	4–6 мкг
Натрій (Na)	<5	<5

Унікальний біохімічний склад та агрономічні переваги гречки татарської зумовлюють її широке застосування в різних галузях – від медицини й харчової промисловості до органічного землеробства. Завдяки високому вмісту рутину, антиоксидантів, повноцінного білка та клітковини, культура має вагомий потенціал у виробництві функціональних продуктів, біоактивних добавок, а також у системах сталого землеробства.

У фармацевтичній галузі вона є важливою сировиною для виготовлення біологічно активних добавок, екстрактів з венотонічною, капіляро-укріплювальною та антиоксидантною дією. Її використовують для створення капсул, фітопрепаратів

і чаїв, які застосовуються з метою профілактики серцево-судинних захворювань, варикозного розширення вен, гіпертонії. Завдяки високому вмісту флавоноїдів і поліфенолів, ця культура також використовується у виробництві протиzapальних та загально-зміцнювальних засобів. Природне походження та безпечність біоактивних компонентів роблять її перспективною сировиною для створення нутрицевтичних і парафармацевтичних продуктів, що сприяють підтримці здоров'я без застосування синтетичних сполук.

У харчовій промисловості гречка татарська застосовується як багатофункціональний інгредієнт. Завдяки безглютеновій природі та високій харчовій цінності з неї виготовляють борошно для хлібобулочних виробів, макаронів, печива, призначених для людей із целиацією. Також її використовують для виробництва круп, пластівців, екструдованих продуктів, які збагачені білком, клітковиною та антиоксидантами. Завдяки амінокислотному складу зерна гречка татарська придатна для виготовлення дієтичних сумішей і продуктів дитячого харчування. Окрім того, вона є сировиною для ферментованих напоїв та функціональних концентратів, які мають підвищену біологічну активність [4].

У системах органічного землеробства культура має низку переваг. Вона характеризується високою адаптивністю до різноманітних ґрунтово-кліматичних умов, стійкістю до шкідників і хвороб, що дозволяє зменшити або повністю уникнути використання пестицидів. Крім того, гречка татарська має здатність пригнічувати ріст бур'янів завдяки алелопатичним властивостям, що робить її ефективною у боротьбі з небажаною рослинністю. Вона є добрим попередником у сівозмінах і приваблює запилювачів, що позитивно впливає на біорізноманіття агроєкосистем. У зв'язку з цим гречка татарська є важливим елементом сталого землеробства, особливо в умовах кліматичних змін і потреби в екологізації аграрного виробництва [5].

Попри численні переваги та високу потенційну цінність гречки татарської, її широке поширення в аграрному секторі досі стримується кількома значними проблемами. Одна з основних перепон для її популяризації – це складність обробки зерна. Зерно гречки татарської є дрібним і досить твердим, що ускладнює процеси збирання та обробки. Це потребує застосування спеціалізованої техніки та додаткових зусиль для переробки, що робить вирощування цієї культури менш привабливим для великих агропідприємств, де важливими є механізація та економічна ефективність.

Ще однією значною проблемою є недостатність адаптованих сортів, які відповідають вимогам інтенсивного землеробства в Україні. Більшість існуючих сортів не відрізняються високою врожайністю та стійкістю до змін кліматичних умов, що знижує їх конкурентоспроможність порівняно з іншими культурами, такими як пшениця чи кукурудза. Крім того, недостатня кількість селекційних досягнень вітчизняної науки у цій сфері значно обмежує масштаби вирощування татарської гречки в Україні [6, 7].

Однією з основних причин обмеженого розвитку виробництва є також відсутність технологічних карт та агротехнічних рекомендацій на рівні державних стандартів, що ускладнює роботу агрономів та фермерів. Брак офіційних документів, що регламентують основні етапи вирощування цієї культури, знижує ефективність її впровадження в аграрну практику. Відсутність чітких настанов щодо обробки ґрунту, системи удобрення, боротьби з шкідниками та хворобами для гречки татарської також є однією з причин низької популярності цієї культури серед фермерів [8].

Зважаючи на ці проблеми, перспектива розвитку виробництва гречки татарської в Україні потребує комплексного підходу. Це включає розробку нових сортів, які будуть більш пристосовані до місцевих умов, створення технологічних карт і агротехнічних стандартів для цієї культури, а також інвестиції в технології для полегшення процесу її обробки. Крім того, важливим кроком є підвищення поінформованості фермерів та агрономів про потенційні вигоди вирощування цієї культури, що допоможе їм вирішити технологічні та економічні проблеми.

Висновки і пропозиції. Гречка татарська має значний потенціал для подальших наукових досліджень і розвитку у аграрному секторі, зокрема як культура, здатна адаптуватися до змін клімату. Її унікальний біохімічний склад, високий вміст біоактивних речовин та екологічна пластичність відкривають нові можливості для розвитку сталого сільського господарства в умовах глобальних кліматичних змін.

Подальше вивчення та селекція сортів гречки татарської з підвищеною врожайністю та стійкістю до хвороб стане важливим напрямом, що дозволить розширити площі її вирощування та покращити економічну ефективність цієї культури. Крім того, дослідження її агрономічних особливостей, таких як оптимальні методи обробки ґрунту, системи удобрення та захисту від шкідників, можуть стати основою для розробки спеціалізованих технологій для ефективного вирощування гречки татарської.

Враховуючи підвищений інтерес до здорового харчування та функціональних продуктів, подальші наукові розробки у галузі харчових технологій також можуть сприяти збільшенню попиту на гречку татарську як інгредієнт для створення дієтичних та нутрицевтичних продуктів. Водночас, для успішного впровадження цієї культури на ринку потрібне покращення інфраструктури для її обробки та переробки, що дозволить знизити витрати і підвищити рентабельність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Нішеві культури: гречка їстівна. *Головне управління Держпродспоживслужби в Херсонській області*. URL: <https://dpss-ks.gov.ua> › nishevi-kulturi-grechka-istivna (дата звернення: 05.03.2025)
2. Гречка татарська. *Agrarii-razom.com.ua*. URL: <https://agrarii-razom.com.ua> › Культури та об'єкти. (дата звернення: 17.03.2025)
3. Аверчев О.В., Сумарне водоспоживання круп'яних культур при вирощуванні в умовах глобальних змін клімату. *Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених*. Одеса. 2024. С. 16–17.
4. Аверчев, О. В. Гречка зичить вам здоров'я та запрошує до столу / О. В. Аверчев, Л. М. Левіна. Херсон. 2010. 66 С.
5. Аверчев О. В., Нікітенко М. П., Йосипенко І. В. Впровадження біологічних методів боротьби з шкідниками та хворобами на посівах гречки. Проблемні аспекти в економіці, фінансах та управлінні. *Мат. Міжнар. науково-практичної конференції*. Одеса, СІНД. 2021. С. 69–71.
6. Jion M., Higt F., Syuntaro H., Hideaki M. Al resistance in buckwheat. Oxalic acid detoxifies internally. *Plant Physiol.* № 3. 1998. P. 753–759.
7. Тригуб О.В., Ляшенко В.В. Взаємозв'язок елементів архітекtonіки рослини з урожайними характеристиками у сортозразків гречки звичайної (*Fagopyrum esculentum* Moench.). *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. № 3. 2013. С. 49–55.
8. Аверчев О.В., Колесник Д.П. Сучасний стан та перспективи розвитку гречкосіяння в Херсонській області. *Таврійський науковий вісник*. Херсон. 2001. Вип.18. С. 57–61.

УДК 633.11:631:527

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.3>

ВПЛИВ СТРУКТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПРОДУКТИВНОСТІ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ДОБОРУ ГОСПОДАРСЬКО-ЦІННИХ ФОРМ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

Базалій В.В. – д.с.-г.н.,

професор кафедри рослинництва та агроінженерії,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

orcid.org/0000-0002-0581-7242

Ларченко О.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри менеджменту, маркетингу та інформаційних технологій,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

orcid.org/0000-0001-7857-0802

У статті висвітлено особливості реалізації та взаємозв'язків між окремими структурними компонентами продуктивності озимої пшениці залежно від умов вирощування (зрошення та без зрошення), а також обґрунтовано доцільність їх застосування в селекційному процесі.

Встановлено, що рівень урожайності озимої пшениці тісно пов'язаний з характером реалізації основних продуктивних ознак, які демонструють суттєву варіабельність під впливом біотичних і абіотичних чинників середовища. За умов різного вологозабезпечення ці структурні елементи можуть частково взаємокомпенсуватися за рахунок формування вторинних ознак, які більш повно проявляються в сприятливому агрофоні протягом вегетаційного періоду.

Для підвищення ефективності відбору високопродуктивних морфобіотипів гібридних популяцій озимої пшениці доцільно проводити оцінювання в умовах як оптимального, так і стресового рівня вологозабезпечення. Такий підхід дає змогу виявити продуктивний потенціал селекційних ліній у зрошуваних умовах, а також перевірити їхню адаптивність до несприятливих факторів у посушливих регіонах.

Результати досліджень показали, що за умов зрошення морфобіотипи озимої пшениці характеризуються підвищеними показниками маси зерна з головного колоса, кількості колосків другого порядку та маси 1000 зерен. Співвідношення між цими структурними елементами в умовах достатнього водозабезпечення виявилось більш стабільним і тісно корельованим, ніж у варіантах без зрошення.

Найбільшу стабільність високих значень таких ознак, як маса зерна з колоса та маса 1000 зерен, продемонстрували селекційні лінії, створені на основі сортів універсального типу (Асканійська, Асканійська Берегиня, Перлина) та альтернативного типу (Кларіса).

Середньорічна врожайність найперспективніших селекційних ліній озимої пшениці становила 5,86–6,01 т/га, що перевищило контрольний сорт Херсонська безоста на 0,19–0,34 т/га.

Ключові слова: озима пшениця універсального типу, сорт пшениці альтернативного типу, селекційна лінія, структурні елементи продуктивності.

Bazaliy V.V., Larchenko O.V. Influence of structural elements of productivity on the efficiency of selection of economic-valuable forms of winter wheat

The article highlights the specific features of expression and interrelationships among individual structural components of winter wheat productivity under varying cultivation conditions (irrigated and non-irrigated), and substantiates their relevance for application in the breeding process.

It has been established that the yield level of winter wheat is closely related to the expression of key productivity traits, which exhibit significant variability under the influence of biotic and abiotic environmental factors. Under different moisture conditions, these structural components may partially compensate for each other through the manifestation of secondary

traits, which are more fully expressed under favorable agro-environmental conditions during the growing season.

To enhance the efficiency of selecting high-yielding morphobiotypes from hybrid winter wheat populations, it is advisable to evaluate them under both optimal and stress moisture regimes. This approach makes it possible to identify the yield potential of breeding lines under irrigation and assess their adaptability to adverse environmental factors in arid regions.

The research results demonstrated that, under irrigation, winter wheat morphobiotypes were characterized by increased grain weight from the main spike, a greater number of secondary-order spikelets, and higher thousand kernel weight. The relationships between these structural productivity components were found to be more stable and strongly correlated under adequate moisture conditions than under water-limited conditions.

The greatest stability in achieving high values of grain weight per spike and thousand kernel weight was observed in breeding lines developed from universal-type cultivars (*Askaniiska*, *Askaniiska Berehynia*, *Perlyna*) and the alternative-type cultivar *Klarisa*.

The average annual yield of the most promising winter wheat breeding lines ranged from 5.86 to 6.01 t/ha, which exceeded the performance of the control cultivar *Khersonska bezosta* by 0.19–0.34 t/ha.

Key words: universal-type winter wheat, alternative-type wheat cultivar, breeding line, structural productivity components.

Постановка проблеми. Забезпечення стабільного зростання валового виробництва зерна озимої пшениці в сучасних аграрних умовах можливе передусім через упровадження ресурсоефективних інтенсивних технологій та удосконалення сортової структури посівів за рахунок використання високоадаптивних сортів, здатних формувати високий і стабільний рівень урожайності.

Продуктивність озимої пшениці залежить від особливостей реалізації основних структурних компонентів урожайності, які демонструють значну варіативність унаслідок дії біотичних і абіотичних факторів середовища. За певних умов ці елементи здатні частково взаємокомпенсуватися через формування вторинних морфофізіологічних ознак, що проявляються під час росту та розвитку в сприятливіших умовах [1].

З агробіологічної точки зору, здатність рослин витримувати стресові впливи навколишнього середовища характеризується рівнем змін їх продуктивності під впливом екстремальних факторів. Кількісним показником такої стійкості є рівень зниження врожайності сорту в несприятливих умовах порівняно з показниками, зафіксованими в оптимальному агрофоні [2].

У контексті адаптивної селекційної роботи особливої уваги потребує ідентифікація генетичних джерел цінних ознак та оцінка їхньої стабільності в різних умовах вирощування. Аналіз реакцій морфобіотипів на зміну середовища, а також вивчення характеру прояву і взаємозалежностей кількісних ознак слугують методологічною основою для цілеспрямованого використання генотипів в адаптивних селекційних програмах озимої пшениці [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Підвищення продуктивності озимої пшениці безпосередньо пов'язане з глибоким розумінням закономірностей формування врожаю, характеру взаємозв'язків між основними структурними компонентами врожайності, а також параметрів їх екологічної пластичності та стабільності прояву в різних умовах вирощування.

Досягнення високого рівня урожайності можливе лише за умови узгодженості кількісних ознак продуктивності та екологічної адаптивності з конкретними агро-екологічними умовами. Водночас в онтогенетичній структурі адаптації озимої пшениці виділяються окремі ознаки, що демонструють різну чутливість до змін середовища, тобто мають неоднакові рівні пластичності й стабільності реалізації [4].

Можливість поєднання у межах одного генотипу елементів структури врожаю з комплексом адаптивних характеристик пояснюється тим, що ці властивості контролюються різними генетичними блоками. Це підтверджується практичними досягненнями селекції, де створено сорти озимої пшениці, що поєднують високу продуктивність з адаптивними властивостями, що дозволяє ефективно використовувати такі генотипи як вихідний матеріал у селекційних програмах [5].

Адаптивна здатність сортів м'якої озимої пшениці, створених для умов Південного Степу України, орієнтована на специфіку регіонального агроекологічного середовища. У таких сортів адаптивні реакції налаштовуються на домінуючі зовнішні чинники, що забезпечує відповідну стабільність продуктивності [6].

Часто спостерігається певний дисбаланс між високою пластичністю і низькою врожайністю, що притаманна окремим генотипам озимої пшениці. Такий дисонанс може бути частково нівельований шляхом цілеспрямованої селекції та оптимізації зовнішніх умов вирощування. У цьому контексті основними механізмами екологічної стійкості генотипів вважаються їх здатність до толерантності й уникнення стресових факторів [7].

Максимальна продуктивність досягається тоді, коли ознаки врожайності та екологічної адаптивності гармонійно поєднані та скориговані відповідно до конкретних умов вирощування [4].

Через складну й часто суперечливу взаємозалежність між потенційною продуктивністю й стійкістю до стресу, добір селекційного матеріалу вимагає створення контрастних умов вирощування [8]. Такий підхід дає змогу виявити фактори середовища, які сприяють підвищенню потенційної врожайності, але водночас можуть знижувати загальну стійкість генотипу до абіотичних та біотичних навантажень. Це також дозволяє ідентифікувати ознаки, здатні проявляти толерантність або компенсувати недостатній внесок інших кількісних показників у формування реальної врожайності [1, 2, 9].

Постановка завдання. Метою експериментальних досліджень було вивчення особливостей реалізації кількісних та адаптивних ознак у морфобіотипів озимої пшениці з різним рівнем продуктивності залежно від умов вирощування, зокрема в зрошуваних та незрошуваних агрофонах.

У якості об'єкта дослідження використовувалися сорти озимої пшениці Херсонська безоста, Асканійська, Асканійська Берегиня, Перлина, Кларіса, а також селекційні лінії, виведені на їх основі.

Польові дослідження закладалися та проводилися згідно з методичними рекомендаціями Державної служби з охорони прав на сорти рослин [10], що передбачає дотримання стандартів щодо обліку та спостережень у селекційних дослідках.

Аналіз параметрів екологічної пластичності та стабільності кількісних ознак проводився за методологією Eberhart S.C. та Russel W.C. [11].

Оцінювання коефіцієнта реалізованої спадковості в широкому розумінні (H^2) здійснювали шляхом порівняння варіаційних показників між батьківськими формами та гібридними нащадками [12].

Виклад основного матеріалу дослідження. Встановлення закономірностей впливу окремих продуктивних ознак на загальну врожайність озимої пшениці залишається складним завданням, що потребує розробки концептуальних підходів до вивчення процесів формування врожаю. Послідовний аналіз морфогенезу продуктивних та генеративних органів різних морфобіотипів дозволяє виявити залежності між структурними компонентами колоса й оцінити їхню селекційну цінність як у селекційному процесі, так і в розробці сортової агротехніки [2].

У межах проведених досліджень встановлено, що такі показники, як продуктивність колоса та маса 1000 зерен, мають виразну генетичну детермінованість і істотно впливають на рівень врожайності. За різних умов вологозабезпечення (зрошення та його відсутність) найвищу масу зерна з одного колоса формували сорти Херсонська безоста, Херсонська 90, Асканійська, Асканійська Берегиня, Перлина, Кларіса та Знахідка одеська. Підвищені показники цих сортів пояснюються посиленою інтенсивністю наливу зерна, що також підтверджено вищою масою 1000 зерен порівняно з іншими сортами (табл. 1).

Таблиця 1

Структурні елементи продуктивності сортів озимої пшениці за різних умов вирощування (2023–2024 рр.)

Сорти	Довжина колоса, см	Кількість колосків у колосі, шт.	Кількість зерен у колосі, шт.	Маса зерна з колоса, гр.	Маса 1000 зерен, гр.
Зрошення					
Херсонська безоста	10,1	19,8	42,4	1,74	44,8
Херсонська 90	9,8	18,2	40,8	1,68	43,6
Асканійська	10,8	21,4	46,8	1,84	44,5
Асканійська Берегиня	10,4	20,6	42,4	1,82	43,9
Перлина	9,8	19,2	43,4	1,78	44,5
Кларіса	9,9	20,1	44,9	1,71	42,8
Знахідка одеська	9,2	18,4	40,5	1,58	41,9
Вікторія одеська	8,9	16,8	36,6	1,32	39,6
Дріада 1	8,8	17,2	35,9	1,38	40,4
Мудрість одеська	10,9	22,1	47,8	1,78	44,2
Середнє по сортам	9,7	19,4	42,2	1,66	43,0
Без зрошення					
Херсонська безоста	9,2	16,1	36,8	1,42	38,6
Херсонська 90	8,9	15,4	34,9	1,38	36,8
Асканійська	9,4	18,2	41,8	1,54	37,9
Асканійська Берегиня	9,2	17,8	40,1	1,54	36,8
Перлина	8,8	15,2	39,9	1,44	36,9
Кларіса	9,1	16,2	40,4	1,48	40,5
Знахідка одеська	8,9	16,0	39,1	1,32	36,4
Вікторія одеська	8,4	14,9	32,4	1,19	34,5
Дріада 1	8,2	14,8	31,9	1,18	36,4
Мудрість одеська	9,8	19,4	42,4	1,48	40,4
Середнє по сортам	9,0	16,5	37,9	1,40	37,5

Для цілеспрямованого добору високопродуктивних форм озимої пшениці доцільно оцінювати гібридні популяції в умовах як оптимального, так і обмеженого вологозабезпечення. Такий підхід дозволяє виявити селекційні лінії

з високим потенціалом продуктивності в зрошуваних умовах, а також оцінити їх адаптивність і стійкість до несприятливих екологічних факторів у стресових агрофонах [1].

Дані досліджень свідчать, що за умов зрошення морфобіоти́пи озимої пшениці демонстрували більш інтенсивний розвиток таких структурних ознак, як маса зерна з головного колоса, продуктивність колосків другого порядку та маса 1000 зерен.

У умовах достатнього водозабезпечення кореляційні зв'язки між цими показниками були тіснішими порівняно з посушливими умовами. Зокрема, перевищення маси зерна головного колоса над колосками другого порядку становило 23,6–30,1% у зрошуваному режимі та 30,5–35,5% у варіантах без зрошення. За показником маси 1000 зерен ці відмінності становили відповідно 15,5–22,3% та 16,6–22,4% (табл. 2).

Таблиця 2

Характер прояву елементів продуктивності за різних умов вирощування високопродуктивних ліній озимої пшениці (2023–2024 рр.)

Генетичне походження ліній	Маса зерна з колоса, г			Маса 1000 зерен, г		
	$\frac{\bar{X}_1}{\bar{X}_2}$	$\Delta\bar{X}_1 > \Delta\bar{X}_2$ %	$\frac{H^2_{p^1}}{H^2_{p^2}}, \%$	$\frac{\bar{X}_1}{\bar{X}_2}$	$\Delta\bar{X}_1 > \Delta\bar{X}_2$ %	$\frac{H^2_{p^1}}{H^2_{p^2}}, \%$
Зрошення						
Херсонська безоста, st.	$\frac{1,74}{1,26}$	27,6		$\frac{44,8}{38,4}$	14,3	
Херсонська безоста / Асканійська	$\frac{1,81}{1,32}$	28,3	$\frac{38,2}{14,2}$	$\frac{47,8}{39,5}$	17,4	$\frac{20,5}{4,0}$
Херсонська 90/Кларіса	$\frac{1,84}{1,32}$	28,3	$\frac{36,4}{12,2}$	$\frac{49,5}{40,2}$	18,8	$\frac{18,9}{6,0}$
Асканійська / Знахідка одеська	$\frac{2,03}{1,42}$	30,1	$\frac{44,8}{16,5}$	$\frac{49,0}{41,4}$	15,5	$\frac{18,0}{5,0}$
Мудрість одеська / Перлина	$\frac{2,18}{1,46}$	33,1	$\frac{46,8}{19,2}$	$\frac{50,4}{39,8}$	21,0	$\frac{56,1}{30,2}$
Асканійська Берегиня / Кларіса	$\frac{1,86}{1,44}$	23,6	$\frac{44,6}{14,2}$	$\frac{46,8}{36,4}$	22,3	$\frac{54,6}{24,8}$
Без зрошення						
Херсонська безоста, st.	$\frac{1,42}{0,89}$	37,6		$\frac{38,6}{28,1}$	27,2	
Херсонська безоста / Асканійська	$\frac{1,58}{1,02}$	35,5	$\frac{24,8}{6,0}$	$\frac{39,4}{30,6}$	22,4	$\frac{21,8}{4,0}$
Херсонська 90/Кларіса	$\frac{1,41}{0,98}$	30,5	$\frac{30,9}{5,0}$	$\frac{41,2}{32,4}$	21,6	$\frac{30,4}{5,0}$
Асканійська / Знахідка одеська	$\frac{1,64}{1,12}$	31,8	$\frac{26,4}{4,9}$	$\frac{41,8}{34,1}$	17,8	$\frac{24,5}{5,5}$
Мудрість одеська / Перлина	$\frac{1,62}{1,12}$	30,9	$\frac{28,2}{4,8}$	$\frac{40,8}{34,1}$	16,6	$\frac{18,0}{5,0}$
Асканійська Берегиня / Кларіса	$\frac{1,38}{0,92}$	34,5	$\frac{24,2}{5,0}$	$\frac{39,5}{31,4}$	20,6	$\frac{24,5}{4,5}$

Найвищу стабільність у реалізації показників продуктивності колоса продемонстрували морфобіоти́пи, відібрані з гібридних комбінацій Херсонська безоста / Асканійська, Херсонська 90 / Кларіса, Асканійська / Знахідка одеська, Мудрість одеська / Перлина, Асканійська Берегиня / Кларіса. Вказані гібридні популяції вирізнялися високим рівнем адаптивності до стресових умов вирощування та виявили здатність до максимальної реалізації генетичного потенціалу врожайності.

Прояв ознак продуктивності у зазначених гібридних популяціях загалом характеризувався середнім рівнем інтенсивності, але демонстрував високу стабільність у різних умовах вирощування. З-поміж гібридних комбінацій було відібрано низку селекційних ліній (19/210, 19/236, 19/294, 19/325, 19/330, 19/345, 19/360), які за показником маси зерна з одного колоса перевищували стандартний сорт Херсонська безоста. Такі результати були зумовлені одночасним зростанням кількості зерен у колосі та маси 1000 зерен.

Середньорічна врожайність найбільш перспективних селекційних ліній озимої пшениці за роки досліджень становила 5,86–6,01 т/га, що на 0,19–0,34 т/га перевищувало показник контрольного сорту (табл. 3).

Таблиця 3

**Урожайність(т/га) перспективних селекційних ліній
озимої пшениці (2022–2024 рр.)**

Сорт, генетичне походження	Роки			Середнє за роки досліджень
	2022	2023	2024	
Херсонська безоста, st.	5,85	5,65	5,52	5,67
19/210 -Херсонська б/о /Асканійська	6,05	5,85	5,76	5,89
19/236 -Херсонська 90 /Кларіса	6,04	5,90	5,78	5,91
19/294 -Асканійська /Знахідка одеська	5,98	6,10	5,72	5,93
19/325-Асканійська Берегиня /Кларіса	6,10	5,85	5,62	5,86
19/330-Асканійська Берегиня /Кларіса	6,05	5,90	5,81	5,92
19/345-Мудрість одеська /Перлина	5,98	5,84	5,75	5,86
19/360 -Херсонська 90 /Перлина	6,10	5,94	5,99	6,01
НСР ₀₅ , т/га	0,38	0,21	0,24	

Висновки. 1. Відбір генотипів, здатних протистояти несприятливим умовам середовища, має здійснюватися лише після підтвердження їх високого продуктивного потенціалу за оптимальних умов вирощування. Це дозволяє уникнути втрати перспективних форм унаслідок недостатньої оцінки їх врожайності. 2. Надмірна селекційна орієнтація на підвищення окремих ознак без урахування комплексної адаптації може призводити до зростання їх варіативності й зниження стабільності реалізації продуктивного потенціалу морфобіотипів. 3. Найбільш стабільні показники маси зерна з колоса та маси 1000 зерен продемонстрували селекційні лінії, створені на базі сортів універсального типу (Асканійська, Асканійська Берегиня, Перлина) та альтернативного типу (Кларіса), що свідчить про їхню перспективність для подальшої селекційної роботи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Базалій В.В., Домарацький Є.О. та інші. Наукові основи селекції озимої пшениці на агроекологічну адаптивність. *Монографія. Миколаїв: МНАУ. 2024. 244 с.* <http://dspace.ksaeu.kherson.ua/handle/123456789/9609>
2. Орлюк А.П., Гончарова К.В. Адаптивний і продуктивний потенціал пшениці. *Херсон: Айлант. 2002. 276 с.*
3. Базалій В.В., Бойчук І.В. Агроекологічна оцінка сортів пшениці м'якої озимої і використання їх як вихідного матеріалу в адаптивній селекції. *Монографія. Херсон: Грін Д.С. 2015. 176 с.*
4. Литвиненко М.А. Створення сортів пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L), адаптивних до змін клімату на Півдні України. *Зб. наукових праць СГІ-НЦНС. 2016. Вип. 27(67) С. 36-53.* http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpsgi_2016_27_5.
5. Литвиненко М.А. Основні віхи 100-річного періоду селекції пшениці м'якої озимої у відділі селекції та насінництва пшениці СГІ-НЦНС (огляд). *Зб.наук. праць СГІ-НЦНС. 2016. Вип. 27(67). С. 9-22.* http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpsgi_2016_27_3
6. Панфілова А.В., Корхова М.М. Сортовипробування пшениці м'якої озимої в умовах Південного Степу України. *Аграрні інновації.2023. Вип. 21. С. 176-182.* DOI:<https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.21.26>
7. Jungu D.M., Kaetsikes P.S., Lather E.V. Intra and intergration relationships among yield its components and of ter related characteristics in spring wheat. *Eughytica. L.5. № 2. 1990. P. 139-153.*
8. Базалій В.В., Бойчук І.В., Козлова О.П. Проблеми формування і реалізації генетичного потенціалу врожайності сортів пшениці озимої за різних умов вирощування. *Perfect Publishing Vancouver. Canada. 2020. P. 355-362.*
9. В.В. Базалій та інші. Ідентифікація сортів, селекційного матеріалу пшениці озимої за параметрами синхронного стеблоутворення та індексу продуктивності. *Херсон. ТВН. № 112. 2020. С. 16-24.*
10. Охорона прав на сорти рослин. Офіційний бюлетень. Державна комісія по сортовипробуванню та охороні сортів рослин. *К.: Алефа. 2003. Вип. 2-3. С. 5-6, 191-193.*
11. Eberhart S. N., Russel W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop. Sci. 1966. Vol. 6, № 1. P. 36-40.*
12. Mahmud V.S., Kramer H.H. Segregation for yield, height and maturity following a soy bean cross. *Agronomy Journal. 1951. V.43. № 12. P. 303-321.*

УДК 633.861:582.998.1

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.4>

ВПЛИВ СІВБИ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ САФЛОРУ КРАСИЛЬНОГО ЗА РІЗНИХ МЕТЕОУМОВ ВИРОЩУВАННЯ В ХАРКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Безпалько В.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри рослинництва,

Державний біотехнологічний університет

orcid.org/0000-0003-4448-7001

Жукова Л.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри зоології, ентомології, фітопатології, інтегрованого захисту

і карантину рослин імені Б.М. Литвинова,

Державний біотехнологічний університет

orcid.org/0000-0003-1549-8019

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

Дерев'янко І.О. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри рослинництва,

Державний біотехнологічний університет

orcid.org/0000-0002-1276-2905

Осипова Л.С. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри агрономії та землеустрою,

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

orcid.org/0000-0003-3029-1286

В статті наведено результати досліджень впливу строків сівби та тривалість міжфазних і вегетаційного періодів рослин сафлору красильного. Дослідження проводили у 2023–24 рр. на полях ТОВ «АГРОСЕРВІС» Богодухівського району Харківської області. Досліджено густоту стояння рослин сафлору красильного на початку вегетації і перед збиранням урожаю, а також біометричні показники і вплив природничих чинників на врожайність культури.

Значні розбіжності за основними метеорологічними показниками у роки досліджень дали змогу повніше визначити вплив строків сівби сафлору красильного на майбутній урожай.

Згідно результатів дослідження польової схожості насіння сафлору при різних строках посіву встановлено, що як надранній, так і над пізній строк сівби негативно позначилися на показниках польової схожості. Найнижчою вона була за пізнього строку (II декада травня) сівби і становила 78,3 %.

Слід відмітити, що найкращі показники по виживаності рослин показав варіант із строком сівби 22.04. і складав 87,1 шт./м² в порівнянні з іншими (більш пізніми) строками сівби (I та II декади травня), коли відбулося суттєве зниження виживаності рослин. Виживаність рослин знизилась до 80,0–84,0 %.

Строки сівби насіння по різному вплинули на проходження фаз розвитку рослин сафлору красильного. Проведений аналіз тривалості міжфазних періодів сафлору показав, що на посівах пізніх строків (I та II декади травня) період сівба-сходи був найкоротший, а найдовший спостерігали у раннього строку (II декада квітня). Це пов'язано з погодними умовами в роки проведення досліджень.

Найкращі показники по структурі врожаю сафлору красильного отримано за рахунок продуктивних кошиків та кількості насіння з 1 рослини і маси 1000 насінин, які посіяні в III декаді квітня або (22.04.). При цьому формувалось більше продуктивних та виповнених корзиночок, та густина стояння рослин, що забезпечила найвищу врожайність 0,75 т/га. А найменший показник по структурі був у варіанті із запізненням сівби у II декаді травня, або (12.05.), при якому була врожайність 0,50 т/га.

Економічно доцільним при вирощуванні враховуючи показники росту і розвитку, структури врожаю вирощування сафлору при різних строках посіву встановлено що найбільш оптимальним в умовах є сівба у III декаді квітня, при якому отримали найбільший прибуток 3,6 тис. гр./га. і рівень рентабельності склав 40,0 %.

Ключові слова: сафлор красильний, строки посіву, польова схожість, виживаність рослин, міжфазні періоди, урожайність, вегетаційний період.

Bezpal'ko V.V., Zhukova L.V., Stankevych S.V., Derevyanko I.O., Osypova L.S. Influence of sowing on the formation of the productivity of safflower beautiful under various growing conditions in the Kharkiv region

The article presents the results of studies on the influence of sowing dates and the duration of the interphase and growing periods of safflower plants. The research was conducted in 2023–24 in the fields of LLC “AGROSERVICE” in the Bogodukhiv district of the Kharkiv region. The density of safflower plants at the beginning of the growing season and before harvest, as well as biometric indicators and the influence of natural factors on crop yield, were studied.

Significant differences in the main meteorological indicators during the years of research made it possible to more fully determine the impact of the timing of sowing safflower on the future harvest.

According to the results of the study of field germination of safflower seeds at different sowing dates, it was found that both very early and very late sowing dates had a negative effect on field germination indicators. It was the lowest at the late sowing date (second decade of May) and amounted to 78.3%.

It should be noted that the best plant survival rates were shown by the variant with the sowing date of 22.04. and amounted to 87.1 pcs. /m² in comparison with other (later) sowing dates (I and II decades of May), when there was a significant decrease in plant survival. Plant survival decreased to 80.0–84.0%.

The timing of seed sowing had different effects on the development of safflower plants. The analysis of the duration of the interphase periods of safflower showed that the sowing-emergence period was the shortest in late sowings (the first and second decades of May), and the longest was observed in early sowings (the second decade of April). This is due to the weather conditions in the years of research.

The best indicators of the structure of the dye safflower crop were obtained due to the productive baskets and the number of seeds from 1 plant and the mass of 1000 seeds, which were sown in the third decade of April or (22.04.). At the same time, more productive and full baskets were formed, and the density of plants, which provided the highest yield of 0.75 t/ha, was achieved. And the lowest indicator in terms of structure was in the variant with delayed sowing in the second decade of May, or (12.05.), in which the yield was 0.50 t/ha.

Economically expedient in cultivation, taking into account the growth and development indicators, yield structure of safflower cultivation at different sowing dates, it was established that the most optimal in terms is sowing in the third decade of April, in which the highest profit of 3.6 thousand gr./ha was obtained and the profitability level was 40.0%.

Key words: safflower, sowing dates, field germination, plant survival, interphase periods, yield, growing season.

Аналіз останніх досліджень. Останні роки спостерігається науково необґрунтоване збільшення площ під ріпаком і соняшником, що разом зі змінами клімату та нестачею вологи змушує аграріїв шукати більш посухостійкі культури. Завдяки своїм біологічним властивостям сафлор вигідно вирізняється серед інших олійних культур. Він має високу посухостійкість і добре переносить дефіцит вологи, тоді як ріпак і соняшник потребують постійного зволоження та значно виснажують ґрунт.

Вирощування сафлору є екологічно безпечним, оскільки ця культура має високу стійкість до шкідників і хвороб, що дозволяє уникнути застосування пестицидів. Сафлор також є гарним попередником у сівозміні, на відміну від соняшнику, який виснажує ґрунт, і є менш витратною культурою в умовах природного зволоження порівняно з ріпаком та соняшником.

В Україні сафлор красильний зазвичай вирощують як олійну культуру. Його насіння містить 25–37 % напіввисихаючої олії (у ядрі – 46–60 %) та до 12 % білка. Олія з ядер сафлору має смакові властивості, схожі на соняшникову, і використовується в харчуванні. Олія, отримана з цілого насіння, має гіркуватий смак і застосовується у виробництві оліфи, фарб, емалей, мила та лінолеуму.

Світові площі під сафлором перевищують 1 млн га. Найбільше його вирощують в Азії (близько 650 тис. га), а також в Індії, Іспанії, Ефіопії, Австралії, Мексиці та США. В Україні та країнах СНД сафлор поки що не набув широкого поширення, але має значний потенціал для вирощування в умовах дефіциту природного зволоження [1].

У багатьох країнах світу сафлор використовують для медичних цілей. Лікувальними властивостями володіє і чай із квіток сафлору, який рекомендується при захворюваннях шлунково-кишкового тракту, серцево-судинної системи, а також як профілактичний засіб від різних хвороб. Пелюстки сафлору широко застосовуються для отримання барвників жовтого та червоного кольорів, які використовують у кондитерській промисловості, зокрема при виробництві карамелі та печива [2, 3, 4, 5].

Сафлор стає дедалі популярнішим серед українських виробників, проте у науковій літературі бракує інформації про його біологію та технологію вирощування. Більшість рекомендацій щодо культивування сафлору запозичено з технологій вирощування соняшнику, який є біологічно близьким. Водночас агротехніка сафлору значно відрізняється і потребує детального вивчення, зокрема з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов і специфіки регіону вирощування [3].

Одним із ключових факторів, що впливають на врожайність сафлору, є густина рослин. Оптимальна кількість рослин на одиниці площі та їх рівномірне розташування забезпечують ефективне використання ресурсів довкілля, формування високого врожаю та якісного насіння.

Серед агротехнічних заходів найважливішими є норма висіву насіння та спосіб сівби та строки посіву. Їх правильне поєднання сприяє підвищенню польової схожості насіння, зменшенню втрат рослин протягом вегетації та синхронізації їх росту і розвитку [6].

В залежності від структури посівних площ, а також сортового складу різних культур, які вирощуються в різних зонах вносять свої корективи по строкам сівби. А також залежно від запасів ґрунтової вологи та розподілу опадів, які випадають за вегетаційний період [7, 8].

Вибір оптимального строку сівби, як відомо, залишається одним із основних елементів технології вирощування сільськогосподарських культур. Тому, посів у оптимальні строки забезпечує віддачу коштів, які вкладаються при вирощуванні сільськогосподарських культур [7, 9].

Сафлор рекомендують висівати, за даними ряду авторів [7, 10, 11], дивлячись на погодні умови в тій чи іншій зоні, по закінченню ранніх зернових культур.

Технологія вирощування сафлору в Україні розроблена недостатньо. Немає чітких рекомендацій виробництву за термінами, способами, нормами посіву, вимогами до посівного матеріалу та строками посіву.

Результати досліджень. Метою наших досліджень було вивчити ріст, розвиток, та формування продуктивності сафлору красильного за різних строків сівби в умовах ТОВ «АГРОСЕРВІС» Богодухівського Харківської області протягом 2023–2024 рр.

Експериментальні дослідження, спостереження проводились у відповідності із загальноприйнятими методиками [12, 13].

Дослід був закладений у чотирьох кратній послідовності на 16 ділянках. Ділянки розміщені послідовно. Облікова площа дослідної ділянки 64 м². Норма висіву сафлору 105 тис. шт. /га. Посівна придатність насіння сафлору 92 %. Попередник – пшениця озима.

Передпосівний обробіток проводили на глибину загортання насіння до 4 см, при температурі ґрунті 4,3...4,8 °С, мінеральні добрива не вносились.

Посів сафлору красильного виконували вручну, з шириною міжрядь 45 см. Сівбу проводили коли ґрунт прогрівся до температури 4,4–4,9 °С, добрива не вносились.

Урожайність визначали поділяючно шляхом обмолоту кожного варіанту.

Посів сафлору красильного згідно схеми досліду, проводили у чотири строки, через кожні 10 днів, починаючи з 12 квітня і по 12 травня. Для проведення досліджень було взято сорт Добриня. Сорт має морфологічні ознаки: корінь сафлору красильного стрижневий, дуже галузистий, проникає на глибину до 2 м, що забезпечує достатньою кількістю вологи рослини у період тривалої посухи. Вирізняється високою посухостійкістю, низьким коефіцієнтом водоспоживання.

Під час виконання польових досліджень з сафлором, реєстрували настання основних фаз вегетації рослин: сходи, утворення кошиків, цвітіння, дозрівання. Динаміку росту рослин визначали шляхом проведення замірів при настанні тої чи іншої фази вегетації рослин сафлору, методом відбору проб з кожного повторення варіанту (з 1 м²).

Як, відомо, для проростання насіння потрібна мінімальна температура на 1–2 °С, нижче ніж для дальшого розвитку сходів [11].

Слід віддати перевагу раннім строкам посіву, які краще використовують осінньо-зимові запаси ґрунтової вологи.

Відомо, що строки посіву культури визначаються біологічними особливостями рослин. Які забезпечують при всіх факторах, що забезпечують при оптимальних умовах проходження фізіологічних процесів у насінні та при появі сходів.

За висловленням Їжика М.К., насіння з високою польовою схожістю забезпечує одержання дружних сходів, формування при цьому оптимальної густоти рослин та отримання високого врожаю [15].

Відомо, що зниження польової схожості сільськогосподарських культур призводить до втрат майбутнього врожаю [8].

Результати проведених досліджень показали, що на польову схожість і виживаність сафлору істотний вплив чинили погодні умови.

Дослідження польової схожості насіння сафлору при різних строках посіву показали, що як надранній, так і над пізній строк сівби негативно позначилися на показниках польової схожості (табл. 1).

Так, найвищі показники польової схожості встановлено у варіанті по із строком посіву 22.04. (або 3 декада квітня) і відповідно складала 84,3 %. Із зміщенням строку сівби відбувалось і погіршення показників польової схожості. Найменші показники спостерігались по найбільш пізньому посіву у строк 12.05. (друга декада травня) і становили 78,3 %.

Характерно відмітити, що найкращі показники по виживаності рослин показав варіант із строком сівби 22.04. і складав 87,1 шт./м² в порівнянні з іншими пізніми строками сівби відбулося зниження виживаності рослин і складало від 80,0 % до 84,0 %.

Кількість рослин сафлору у фазі повних сходів так і перед збиранням показав найкращий результат з строком посіву 22.04. (88,5 шт./м² і 87,1 шт./м²) в порівнянні з іншими строками посіву.

Таблиця 1

**Польова схожість та виживаність рослин сафлору красильного сорту
Добриня в залежності від способів сівби в 2023–24 рр. (в середньому)**

Строки сівби	Кількість рослин на м ² у фазі повних сходів, шт./м ²	Польова схожість, %	Кількість рослин перед збиранням, шт./м ²	Вживаність, %
12.04.2023–24 рр.	84,0	80	82,1	82,1
22.04.2023–24 рр. (контроль)	88,5	84,3	87,1	87,1
02.05.2023–24 рр.	83,8	79,8	84,0	84,0
12.05.2023–24 рр.	82,2	78,3	80,0	80,0

Строки сівби насіння по різному вплинули на проходження вегетаційної фази розвитку рослин сафлору красильного (табл. 2).

Проведений аналіз тривалості міжфазних періодів сафлору показав, що на посівах пізніх строків період сівба-сходи був найкоротший, а найдовший спостерігали у раннього строку, це пов'язано з погодними умовами в роки досліджень.

Морфологічні показники сафлору за різних строків посіву показали, що при початковому етапі росту сафлору (сходи-стеблування) особливих відмінностей за ростовими процесами між варіантами не відмічалось, тобто різниця була несуттєва.

Таблиця 2

**Тривалість міжфазних та вегетаційного періодів при вирощуванні сафлору
красильного сорту Добриня в 2023–24 рр. (в середньому)**

Строки сівби	Міжфазні періоди, діб				Веgetаційний період, діб
	сівба-сходи	сходи-бутонізація	бутонізація-цвітіння	цвітіння-дозрівання	
12.04.2023–24 рр.	12	48	17	45	122
22.04.2023–24 рр. (контроль)	8	46	17	45	116
02.05.2023–24 рр.	9	45	14	44	112
12.05.2023–24 рр.	7	44	12	43	106

А отже, у фазу дозрівання морфологічні показники сафлору за різних строків посіву зберегли таку ж тенденцію: із запізненням строків посіву висота рослин

знижувалась, а товщина стебла зменшувалась. А показник товщини стебла свідчить про те, що сафлор забезпечений достатньою кількістю всіх елементів живлення рослин. В наших дослідженнях встановлено, що у рослин товщина стебла зменшувалась із запізненням строку посіву від 0,2 до 0,3 мм в порівнянні з ранніми строками (табл. 3).

При запізненні строків сівби (2.05. і 12.05.) слід відмітити, що подовження довжини кореня сафлору, можна проаналізувати необхідністю рослини шукати вологу з більш глибоких шарів ґрунту, при зменшенні її запасів на поверхні. При більш ранніх строках сівби у рослин відмічалась менша висота закладки перших бічних пагонів 32,0–31,1, яке позитивно впливало на розвиток та гілкування сафлору. Це можна пояснити, чим нижче відбувалась закладка пагонів, тим більше формувалось гілок та кошиків на них, а в подальшому і їх продуктивність.

Таблиця 3

Морфологічні показники сафлору красильного сорту Добриня в залежності від строків сівби (фаза дозрівання) в 2023–24 рр.

Строки сівби	Висота рослин, см	Товщина стебла, мм	Висота закладки перших бічних пагонів, см	Довжина кореня, см
12.04.2023–24 рр.	86,5	6,2	32,0	13,1
22.04.2023–24 рр. (контроль)	88,9	6,8	31,1	13,0
2.05.2023–24 рр.	84,5	6,1	39,2	14,6
12.05.2024 рр.	70,2	6,0	38,1	14,9
НіР _{0,5}	4,0	0,11	3,7	0,7

Строки сівби сафлору позначились на показниках структури врожаю та самій врожайності рослин (табл. 4).

Таблиця 4

Структурні показники та врожайність сафлору красильного сорту Добриня в залежності від строку посіву в 2023–24 рр. (в середньому)

Строк сівби	Кількість кошиків на 1рослині, шт.		Діаметр кошиків, см	Кількість насінин з 1 рослини, см	Маса 1000 насінин, г	Біологічна врожайність, т/га
	всього	з них продуктивних				
12.04.2023–24 рр.	8,8	8,6	2,4	229,8	50,1	0,65
22.04.2023–24 рр. (контроль)	9,7	9,6	2,5	221,8	50,5	0,75
2.05.2023–24 рр.	9,1	8,4	2,3	183,6	47,5	0,61
12.05.2023 рр.	8,6	8,0	2,3	147,6	46,1	0,50
НіР _{0,5}	4,0	0,11	0,07	7,0	0,53	0,33

Тобто, найкращі показники по структурі врожаю встановлено за рахунок продуктивних кошиків та кількості насіння з 1 рослини і маси 1000 насінин, які посіяні в III декаді квітня або (22.04.). При цьому формувалось більше продуктивних та виповнених кошиків, та густота стояння рослин, що забезпечила найвищу врожайність 0,75 т/га, в порівнянні з раннім строком посіву, де отримали врожайність 0,65 т/га. А найменший показник по структурі був у варіанті із запізненням сівби у II декаді травня, або (12.05.), при якому була врожайність 0,50 т/га.

Висновки. Для отримання високих показників продуктивності рослин сівбу сафлору красильного сорту Добриня в умовах вирощування доцільно проводити в строки коли ґрунт прогріється до 4–6 °С, що відбувається в березні-квітні в залежності від погодних умов. Більш повній реалізації продуктивного потенціалу сафлору красильного сорту Добриня сприяв посів (22.04.) або III декада квітня.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Хоміна В.Я. Агротехнічні аспекти вирощування сафлору красильного (*Carthamus tinctorius* L.) в умовах південної частини Лісостепу Західного. *Техніка і технології АПК*. 2013. № 49. С. 30–32.
2. Emongor V. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) the underutilized and neglected crop: A review. *Asian J. Plant Sci.* 2010. № 9. P. 299–306. DOI: <https://doi.org/10.3923/ajps.2010.299.306>
3. Sirel Z., Aytac Z. Relationship between the seed yield and some agronomic characteristics of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under semiarid conditions. *Turk. J. Field Crops*. 2016. Vol. 21(1). P. 29–35. DOI: <https://doi.org/10.17557/tjfc.50988>
4. Солоненко С.В. Схожість та виживаність рослин сафлору красильного залежно від досліджуваних факторів. *Таврійський наук. вісник. Землеробство, рослинництво, овочівництво, баштанництво*. 2020. № 101. С. 105–110.
5. Федорчук М.І., Філіпов Є.Г. Методичні рекомендації з використання інформаційних технологій при оптимізації технології вирощування сафлору красильного на поливних землях півдня України. Херсон: Колос, 2014. 5 с.
6. Адамень Ф.Ф., Рудік О.Л., Прошина І.О. Особливості водоспоживання сафлору красильного при різних строках посіву і нормах висіву в умовах Півдня України. *Вісник ХНАУ ім. В.В. Докучаєва. Рослинництво, селекція, насінництво, плодовоовочівництво*. Харків, 2012. № 2. С. 3–8.
7. Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножко М.А. Рослинництво. Київ: Аграрна освіта 2001. 591 с.
8. Мостіпан М.І. Рослинництво. Лабораторний практикум. Кіровоград: видавець – Лисенко В.Ф., 2015. 320 с.
9. Федорчук М., Філіпов Є. Вплив строків сівби на продуктивність рослин сафлору красильного в умовах зрошення Півдня України. *Таврійський науковий вісник*. Вип.83. 2013. С. 137–141.
10. Ушкаренко В.О., Адамень Ф.Ф. Вирощування сафлору красильного: практичні рекомендації / за ред. Н.Н. Лазера. Херсон: «ЛТ-Офіс», 2012. 28 с.
11. Лазер П.Н., Рудік П.Л., Найденова В.Г., Нижеголенко В.М. Агроєкологічне вирощування сафлору красильного в зоні сухого степу. *Таврійський науковий вісник*. № 81. Херсон. 2012. С. 65–70.
12. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С.М., Попов С. І. Дослідна справа в агрономії: навч. посібник: книга друга. / за ред. А. О. Рожкова. Харків: Майдан. 2016. 342 с.
13. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні. Київ, 2016. 81 с.

14. Рожков А.О., Демков Д.В. Польова схожість насіння і виживаність рослин сафлору красильного (*Carthamus tinctorius* L), залежно від ширини міжрядь та норми висіву. *Збірник наукових праць. Агробіологія*. 2021. № 1. С. 145–155.

15. Їжик М.К. Сільськогосподарське насіннєзнавство. Харків: ХДАУ ім. В.В. Докучаєва, 2001. Ч.2. С. 62–108.

16. Основи наукових досліджень в агрономії: навч. посіб. / В.М. Положенець, Л.В. Немерицька, М.М. Фурдига, С.В. Станкевич, Т.О. Рожкова. Житомир ПП «Рута», 2024. 168 с.

UDC 633.16:631.15:338.43

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.5>

PROSPECTS FOR SORGHUM CULTIVATION AS A NICHE CROP IN MODERN AGRIBUSINESS

Boiko M.O. – Candidate of Agricultural Sciences,
Senior Lecturer at the Department of Ecology and Sustainable Development
named after Professor Yu. V. Pylypenka,
Kherson State Agrarian and Economic University
orcid.org/0009-0001-2291-3164

In modern conditions of agricultural production, accompanied by climate change, water scarcity, rising energy costs and the need to diversify crops, sorghum cultivation is becoming increasingly relevant. This niche crop demonstrates a high level of adaptability to arid conditions, low soil requirements and resistance to pests and diseases, which makes it an attractive alternative for regions with risky agriculture. Sorghum has a wide range of applications: it is used as a feed crop, for food needs, and in bioenergy. Of particular interest is the possibility of using sugar and grain sorghum for bioethanol production, which opens up additional economic benefits for agricultural producers. In addition, the high biomass yield allows this crop to be effectively used in the feed balance of farms.

The study carried out a comprehensive analysis of the world and domestic experience in growing sorghum as a promising niche crop. Particular attention was paid to the dynamics of the areas of grain and fodder sorghum crops in the countries of the European Union, where there is a steady growth of interest in this crop. The current state and the need for high-quality seed material, which is one of the key factors in increasing sorghum productivity and ensuring its stable cultivation in various soil and climatic zones, were considered. A special emphasis was placed on the prospects for expanding the sales markets for sorghum products, in particular in the food, feed, and bioenergy industries. Based on the study, potential ways of integrating sorghum into modern business models of agricultural enterprises as an important element of the strategy for sustainable development of the agricultural sector were identified. The introduction of sorghum into the crop structure can contribute to increasing the climate resilience of production, product diversification, and strengthening food security.

Key words: sorghum, niche crop, bioethanol, agribusiness, cultivation efficiency.

Бойко М.О. Перспективи вирощування сорго як нішевої культури в умовах сучасного агробізнесу

У сучасних умовах аграрного виробництва, що супроводжуються кліматичними змінами, дефіцитом водних ресурсів, зростанням вартості енергоносіїв та необхідністю диверсифікації посівів, вирощування сорго набуває дедалі більшої актуальності. Ця нішева культура демонструє високий рівень адаптивності до посушливих умов, низьку вимогливість до ґрунтів та стійкість до шкідників і хвороб, що робить її привабливою альтернативою для регіонів із ризикованим землеробством. Сорго має широкий спектр застосування: його використовують як кормову культуру, для харчових потреб, а також у біоенергетиці. Особливу увагу привертає можливість використання цукрового та зернового сорго для виробництва біоетанолу, що відкриває додаткові економічні переваги для агровиробників. Крім того, висока врожайність біомаси дозволяє ефективно використовувати цю культуру у кормовому балансі господарств.

У дослідженні здійснено комплексний аналіз світового та вітчизняного досвіду вирощування сорго як перспективної нішевої культури. Особливу увагу приділено динаміці площ посівів зернового та кормового сорго в країнах Європейського Союзу, де простежується стабільне зростання інтересу до цієї культури. Розглянуто сучасний стан і потребу в якісному насіннєвому матеріалі, який є одним із ключових чинників підвищення продуктивності сорго та забезпечення його стабільного вирощування в різних ґрунтово-кліматичних зонах. Окремий акцент зроблено на перспективах розширення ринків збуту продукції з сорго, зокрема у харчовій, кормовій та біоенергетичній галузях. На основі проведеного

дослідження визначено потенційні шляхи інтеграції сорго в сучасні бізнес-моделі агропідприємств як важливого елементу стратегії сталого розвитку аграрного сектору. Впровадження сорго у структуру посівів може сприяти підвищенню кліматичної стійкості виробництва, диверсифікації продукції та зміцненню продовольчої безпеки.

Ключові слова: сорго, нішева культура, біоетанол, агробізнес, ефективність вирощування.

Problem statement. In the current context of agribusiness, there is a growing need for implementing new approaches to agricultural production that ensure economic efficiency, adaptability to climate change, and resilience to market fluctuations. One of the promising niche crops that meets these requirements is sorghum – a cereal crop that combines high drought tolerance, versatile applications, and profitability of cultivation.

Sorghum is a valuable alternative to traditional grain crops such as wheat, corn, and barley, particularly in regions with unfavorable climatic conditions. Its high drought resistance and low soil fertility requirements make it an attractive option for farmers seeking to reduce production risks and increase profitability. In addition, sorghum has a wide range of applications – from the feed and food industries to bioenergy – which expands its commercial potential.

The relevance of this research is driven by the need to diversify agricultural production, improve the efficiency of land use, and identify alternative crops capable of ensuring stable yields under changing climate conditions. Analyzing the prospects for cultivating sorghum as a niche crop in modern agribusiness will provide insights into its economic feasibility, potential markets, and technological aspects of cultivation.

Analysis of recent research and publications. In global scientific literature, sorghum is regarded as a crop with significant potential in the context of global warming and the growing need for alternative sources of food and bioenergy. International research has primarily focused on the impact of agronomic practices, soil and climatic conditions, and genetic factors on sorghum productivity [1–5].

In domestic scientific studies, sorghum is primarily considered a promising crop for the southern and central regions of Ukraine. Particular attention is given to improving cultivation technologies, selecting adapted varieties, and increasing the economic efficiency of sorghum production. Researchers Baklanova T.V., Hamayunova V.V., and Sydiakina O.V. analyze the dynamics of sorghum grain production from 2000 to 2021, focusing on sown area and crop yields in Ukraine and leading producing countries. They emphasize that Ukraine has significant potential to increase sorghum production, as its yield has been steadily rising and currently exceeds 4 tons per hectare [6]. Boiko M.O. explores the impact of various agronomic practices on sorghum productivity. In particular, the researcher examines optimal sowing dates, seed depth, seeding rates, and the use of mineral fertilizers to enhance yield and grain quality. The author also evaluates the potential of sorghum for producing flour, groats, and bakery products [7–11].

However, despite the considerable volume of scientific research, certain aspects of sorghum cultivation and utilization require further investigation. In particular, key issues remain regarding the genetic improvement of the crop, its resistance to pests and diseases, the impact of various agronomic practices on the quality characteristics of the yield, as well as the prospects for expanding the use of sorghum in alternative energy production and the food industry.

Research objective. This article aims to identify promising directions for growing sorghum in the agricultural sector and determine the key factors influencing the efficiency of its cultivation under modern conditions.

Presentation of the main research findings. In the context of global climate change, growing demand for alternative grain crops, and the need to increase the profitability of agricultural production, the search for new niche crops is becoming particularly relevant. One such promising crop is sorghum (*Sorghum bicolor*). In Ukraine, sorghum cultivation has not become widespread yet; however, global experience demonstrates the significant potential of this crop as an alternative to traditional cereals. In particular, in the United States, China, India, and several African countries, sorghum is an essential component of agricultural production. Its competitive advantages include efficient water usage, high yields even under adverse conditions, and resistance to pests and diseases.

It was projected that in 2024, the global production of sorghum would reach approximately 61.3 million tons, representing a 4.3% increase compared to 2023 when production totaled 58.8 million tons. Africa remains the leading region for sorghum cultivation, with the forecasted harvest reaching 28.3 million tons. Among the top-producing countries on the continent are Nigeria (7 million tons), Sudan (5.3 million tons), and Ethiopia (4.1 million tons).

Although the United States remains the world's second largest sorghum producer, heat and rainfall deficits could reduce its harvest from 8.1 to 7.1 million tons. India is also showing a decline in production, with production expected to fall from 4.4 to 4.2 million tons in 2024. While China and Australia are holding steady yields, Mexico, Brazil, and Argentina are increasing production. Mexico is expected to increase production from 4.3 to 4.5 million tons, Brazil – from 5 to 5.2 million tons, and Argentina – from 2.6 to 3 million tons [12].

The Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) has released its first forecast for the 2024/25 marketing year (July/June), projecting global cereal production at 2,846 million tons, which is nearly equal to the record output of 2023/24. Global cereal stocks are expected to increase by 1.5% from their opening levels, reaching a new record of 897 million tons. Stocks of maize, barley, sorghum, and rice are projected to rise, while wheat inventories may decline. The global stock-to-use ratio is likely to remain stable at 30.9% [13].

In Europe, approximately 250,000 hectares of arable land have been allocated for grain sorghum cultivation. Over the past year, the sowing area for this crop has expanded by 34%, indicating a growing interest in sorghum among farmers. Among the 27 European countries, France remains the leader in sorghum cultivation, with 103,000 hectares sown – an increase of nearly 89% compared to the previous year. Hungary (44,940 ha), Italy (40,580 ha), and Romania (16,000 ha) also report substantial sorghum acreage. In Romania, frequent droughts hinder the cultivation of spring crops, making sorghum a promising alternative in crop rotations for farmers (Fig. 1).

Forage sorghum production in Europe has increased by 11%. The cultivation area for this crop across the 27 EU countries now covers 98,000 hectares, indicating steady growth. Farmers in France made a significant contribution to this increase, with the area under forage sorghum expanding by 17%, reaching 35,000 hectares. In Italy, the area grew by 20% to 30,000 hectares, while in Poland, it increased by 5% to 5,000 hectares (Fig. 2).

The growing interest in sorghum cultivation in Europe is contributing not only to expanding sown areas but also to developing the crop's seed production sector. Due to increasing demand for sorghum – especially under changing climate conditions – sorghum seed production is also showing a positive growth trend. In 2024, Europe is expected to allocate 2,600 hectares for sorghum seed production, marking a record high for seed-growing farms on the continent. This increase highlights the growing

importance of sorghum in crop rotation systems. Expanding production areas will help farmers replenish seed stocks, which have decreased as a result of the sharp rise in sorghum cultivation in 2024.

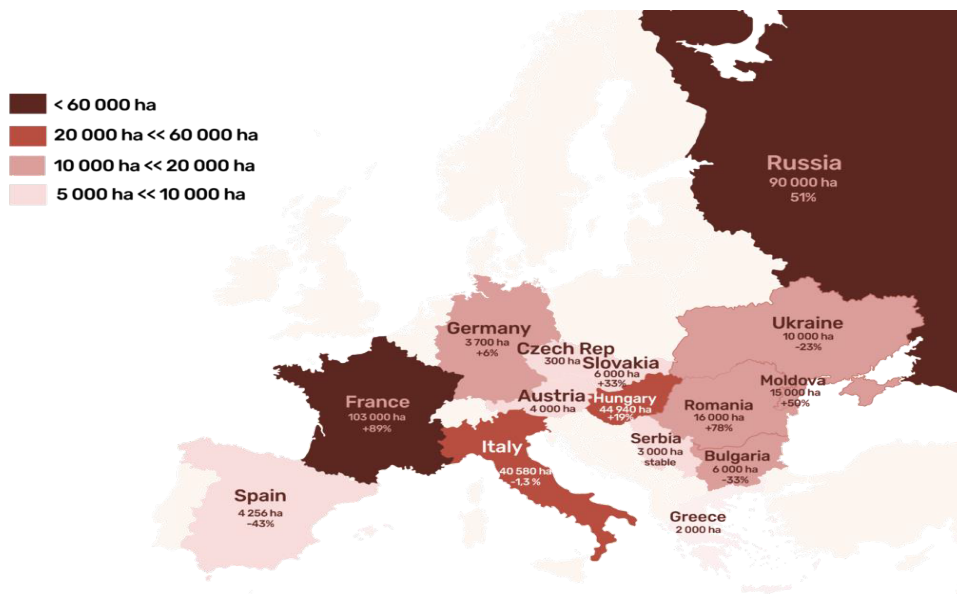


Fig. 1. Arable land area allocated for grain sorghum cultivation in Europe, ha
Source: Sorghum ID, 2024 [14]

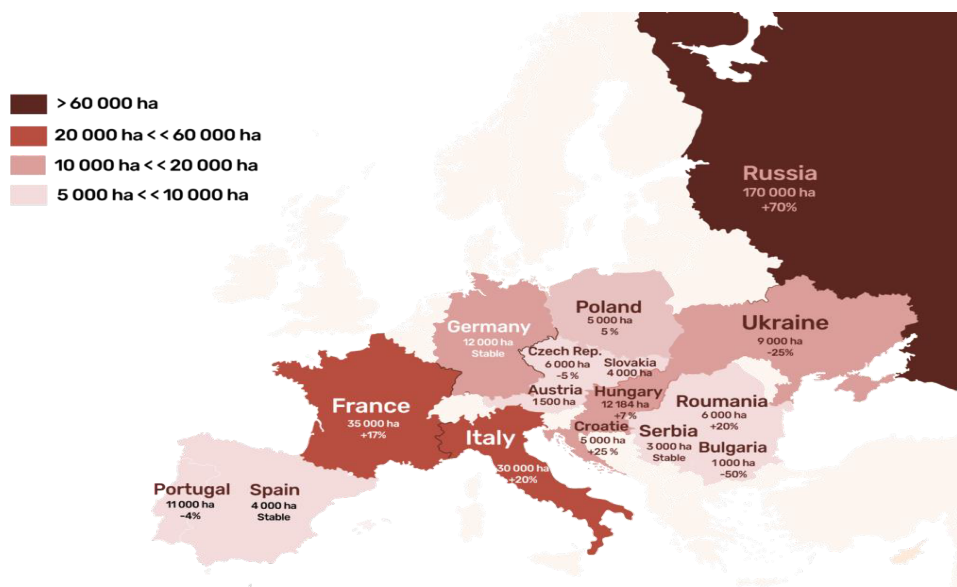


Fig. 2. Arable land area allocated for forage sorghum cultivation in Europe, ha
Source: Sorghum ID, 2024 [14]

For comparison, during the 2018/19 period, only 675 hectares were devoted to sorghum seed production, while in 2023, the area reached 1,950 hectares, reflecting a 34% year-on-year increase. Among the key seed-producing countries are Hungary (1,050 ha), France (1,006 ha), and Spain (400 ha) [15].

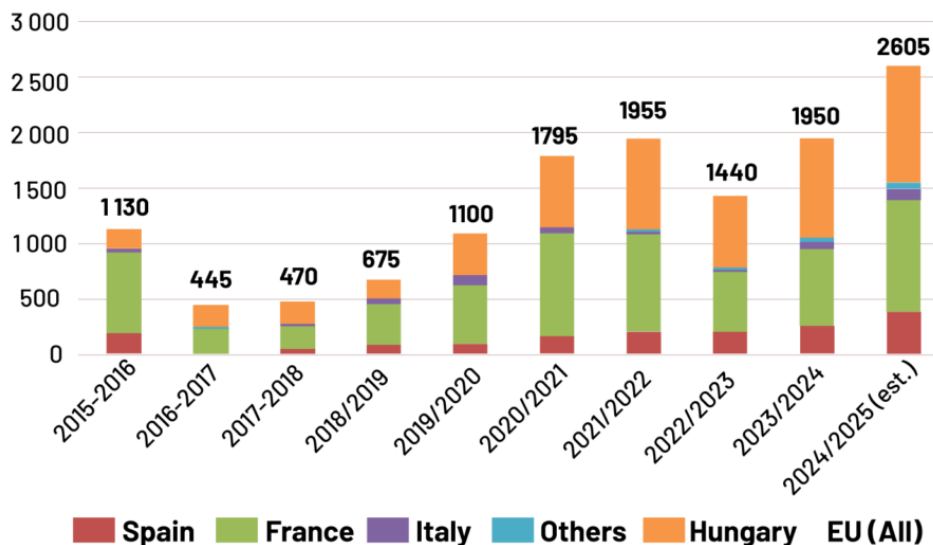


Fig. 3. Area under sorghum seed production in the EU, ha

Source: Sorghum ID, 2024 [14]

At the same time, Ukraine is also showing interest in sorghum cultivation. However, in recent years, sorghum seed sales have declined approximately 5 to 7 times. During the peak of the crop's development in Ukraine, the total area under sorghum cultivation reached 150,000–170,000 hectares. Currently, this figure has dropped to no more than 10,000 hectares. The main reasons for this decline are the COVID-19 pandemic, followed by the occupation of southern territories.

Previously, the largest areas for sorghum cultivation were located in Zaporizhzhia, Kherson, Mykolaiv, and Odesa regions, but production in these areas has nearly come to a halt. An additional challenge is the underdeveloped marketing infrastructure, as sales markets for sorghum products are still not fully formed. Moreover, the sharp reduction in commercial crop areas has led to a decline in demand for sorghum seed.

At the same time, although the cultivation areas for certain niche crops have expanded, the years 2022–2024 saw a rise in seed imports for crops such as rye, oats, sorghum, flax, hemp, mustard, as well as sugar beet and vegetable seeds [16, 17].

Researchers at the Institute of Agrarian Economics forecast a 3.4% increase in the gross output of crop production in Ukraine in 2025 compared to 2024. The main contributing factors are the expected growth in the production of grain and leguminous crops, particularly sorghum, which is projected to increase by 20.0% [18].

In Ukraine, sorghum is represented by four cultivated types:

- Grain sorghum – grown for feed, industrial, and food purposes.
- Dzhuhara, Haolian, and Sudan grass – primarily cultivated as forage crops.

Based on its production purpose, sorghum can be classified into grain, sweet, and forage types. Among grain hybrids, U.S.-developed varieties such as Sprint and Prime have demonstrated excellent performance in Ukraine [19]. These hybrids are notable for their ability to deliver stable yields even under unstable weather conditions. Their successful cultivation underscores the potential of sorghum as a valuable crop for Ukraine's agricultural sector.

However, the efficiency of sorghum cultivation depends not only on the selection of a suitable hybrid or variety. A complex set of factors – both agronomic and organizational-economic – influences yield levels and the overall economic feasibility of growing sorghum.

Below is a systematized table of key factors that determine the efficiency of sorghum cultivation under modern agribusiness conditions (Table 1).

Table 1

Key Factors Influencing the Efficiency of Sorghum Cultivation

№	Factor	Impact description
1	Climatic conditions	Sorghum is drought-resistant, suitable for the southern and central regions of Ukraine.
2	Soil conditions	Grows well on light, fertile soils with a neutral reaction, resistant to saline and marginal lands.
3	Seed variety and quality	The selection of adapted hybrids ensures resistance to stress factors and high yields.
4	Cultivation technology	Compliance with crop rotation, sowing depth, and weed control are critically important for young plants.
5	Fertilizers and plant protection	Balanced nutrition (especially nitrogen) and protection against pests and diseases guarantee stable yields.
6	Technical support	Machinery is needed for sowing, tending, and harvesting, especially for sweet sorghum (wet stalk).
7	Market infrastructure	Availability of demand for products (grain, silage, bioethanol), access to the sales market, and logistics.
8	State support	Participation in subsidy, compensation, and grant programs increases the investment attractiveness of culture.
9	Environmental sustainability	Sorghum is an environmentally friendly crop with low resource consumption and the possibility of use in bioenergy.

Source: author's development

Recently, sorghum has been increasingly regarded as a bioenergy crop, as its grain can be used to produce bioethanol, while its stalks can serve as a source of solid biofuel. From one hectare of cultivation, it is possible to harvest up to 7–12 tons per hectare of grain, with a starch content of up to 70–80%, which allows for a bioethanol yield of approximately 4–5 tons per hectare [20].

Sorghum is characterized by a high photosynthetic efficiency and the ability to rapidly accumulate substantial biomass with high energy potential. Importantly, most

of the energy-rich substances in its composition are easily processed into ethanol. In particular, sweet sorghum contains a significant amount of simple sugars, while grain sorghum is rich in starch. Moreover, sorghum demonstrates a higher starch yield (up to 74%) compared to the traditional bioethanol crop – corn (approximately 67%). Sweet sorghum also ensures a higher alcohol yield, further enhancing its attractiveness for the biofuel industry.

By combining the use of both grain and stalks for bioethanol production, sorghum has the potential to yield approximately 7,000 liters per hectare. As a result, scientists are actively engaged in breeding new sorghum varieties aimed at renewable fuel production. Researchers are working on the genetic improvement of sorghum to increase the sugar content in the stalks, which is a key factor for efficient bioethanol production. In addition, efforts are being made to develop varieties that can deliver higher yields with lower water consumption – an especially important property in the context of climate change.

A separate area of research is currently devoted to the development of varieties and hybrids with improved fermentation ability, which will allow for increasing the yield of fuel and reduce the cost of its production. In addition, scientists are experimenting with improving the agrotechnology of growing sorghum to increase its energy efficiency and make biofuels more accessible and economically profitable. Thanks to such developments, sorghum is becoming not only an important food crop, but also one of the key elements of the future of renewable energy.

Conclusions and suggestions. As a result of the study, it was found that sorghum is one of the most promising niche crops for agricultural production in the conditions of modern agribusiness. Its high drought resistance, adaptability to adverse climatic conditions and ability to form significant biomass make the crop particularly attractive for cultivation in the southern and central regions of Ukraine, where drought periods are increasingly observed. At the same time, the growing demand for sorghum products from the feed, food, and energy industries contributes to expanding the sales market and creates the prerequisites for diversifying agricultural production. Grain and sugar sorghum have high potential in producing bioethanol due to the significant content of starch and sugars, respectively, which corresponds to modern trends in the development of alternative energy.

Despite significant agronomic and economic advantages, the development of sorghum cultivation in Ukraine is constrained by a number of factors, in particular the lack of a developed marketing infrastructure, insufficient quality seeds, a weak processing base and farmers' limited awareness about the technologies for growing this crop. In this regard, it is advisable to develop state support programs for niche crops, focus efforts on supporting national selection, improving local logistics and cooperation, and intensifying educational work among agricultural producers. It is also important to expand scientific and applied research aimed at substantiating the economic efficiency of sorghum cultivation in conditions of climate change and its integration into the strategy for sustainable development of the agricultural sector of Ukraine.

REFERENCES:

1. Adepoju A.B., Oladele M.O., and Odedina M.O. Influence of spacing and planting density on growth, yield, and quality of grain sorghum. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 2017. Vol. 17(3), 643–652.
2. Abd El-Hakim, H. F., El-Monem, A. A., & Mahmoud, Y. A. G. Response of grain sorghum yield and yield components to different row spacing and seeding rates under

sandy soil conditions. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2019. Vol. 10(3), 63–72.

3. Biswarup M., Lakshmi S. Ch., Dakshyani D., & Maniratnam K. Effect of micronutrients on growth and yield of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) under rainfed condition. *International Journal of Environment and Climate Change*. 2023. Vol.13(7). 259–263 DOI:10.9734/ijec/2023/v13i71875 URL: https://www.researchgate.net/publication/370502080_Effect_of_Micronutrients_on_Growth_and_Yield_of_Sorghum_Sorghum_bicolor_L

4. Herrera, D. M., Peixoto, W. M., Abreu, J. G. d., Reis, R. H. P. d., Cabral, C. E. A., Barros, L. V. d., Klein, V. A. C., & Passos, E. F. d. Sorghum Densification with Changes in Plant Spacing Arrangement: Productivity and Qualitative Characteristics of Silage Material. *Agronomy*. 2024. Vol. 14(2), 358. <https://doi.org/10.3390/agronomy14020358>

5. Santin, T.P.; Frigeri, K.D.M.; Agostini, A.; Silva, H.R.; Frigeri, K.D.M.; Kalles, N.Z.; Coelho, E.M.; Dias, A.M. Fermentative characteristics and chemical composition of sorgho silage (*Sorghum bicolor*) with use of absorbents additives. *Braz. J. Dev.* 2020. Vol. 6, 54931–54943. URL: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/14477/12026>

6. Бакланова Т.В., Гамаюнова В.В., Сидякіна О.В. Сучасні тенденції вирощування сорго в Україні та світі. *Таврійський науковий вісник. Серія: сільськогосподарські науки*. 2023. Вип. 134, С. 9–17. DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.134.2>

7. Бойко М.О. ПІДВИЩЕННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ТА ЯКОСТІ ЗЕРНА ГІБРИДІВ СОРГО ЗЕРНОВОГО У ЗОНІ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ. *Вісник аграрної науки*. 2024. Том 102 (8). С. 73–80. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202408-08>

8. Бойко М.О. Сорго як харчовий продукт: перспективи та нові можливості. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2024. Вип.138. С. 15–21. DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.138.2>

9. Бойко М. О. Вплив густоти посіву та строків сівби на продуктивність гібридів сорго зернового в умовах Півдня України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2016. Вип. 3 (91). С. 96–104.

10. Бойко М.О. Обґрунтування агротехнічних прийомів вирощування сорго зернового в умовах Півдня України. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер.: Агрономія*. 2016. № 235. С. 33–39.

11. Бойко М. О. ПОСУХОСТІЙКІ КУЛЬТУРИ ДЛЯ ЗЕРНОВОГО КЛИНУ ПІВДНЯ УКРАЇНИ. *Proceedings of the XIV International Scientific and Practical Conference*. Copenhagen, Denmark. 2023. Pp. 23–25. URL: <https://isg-konf.com/world-trends-realities-and-accompanying-problems-of-development/>

12. Триумфальна хода сорго по всьому світу триває. URL: <https://www.sorghum-id.com/uk/триумфальна-хода-сорго-по-всьому-світ/> (дата звернення: 12.04.2025).

13. ФАО дала перший глобальний прогноз щодо зернових на 2024/25 МР. URL: <https://agroportal.ua/news/mir/fao-ozvuchila-pershiy-globalniy-prognoz-shchodo-zernovih-na-2024-25-mr> (дата звернення: 12.04.2025).

14. Sorghum ID, 2024 р. URL: <https://agroportal.ua/ru/tags/sorghum-id> (дата звернення: 05.04.2025).

15. Зростання площ під зерновим сорго в Європі: статистика та перспективи. URL: <https://www.agronom.com.ua/zrostantnya-ploshh-pid-zernovym-sorgo-v-yevropi-statystyka-ta-perspektyvy/> (дата звернення: 06.04.2025).

16. Bioko, V., & Bioko, L. Prodovolcha bezpeka ta ryzyky dlia aharnoho vyrobnytstva pid chas viiny v Ukraini [Food security and risks for agricultural production during the war in Ukraine]. *Ekonomika ta suspilstvo -Economy and Society*. 2022. (41). DOI <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-41-27>

17. Boiko, L. Niche crops for revitalization of agribusiness in the period of uncertainty. *Taurida Scientific Herald. Series: Economics*. 2023. (17), 44–49. DOI <https://doi.org/10.32782/2708-0366/2023.17.6>

18. Науковці спрогнозували виробництво рослинницької продукції в Україні у 2025 році. URL: <https://www.agronom.com.ua/naukovtsi-sprognozuvaly-vyrobnytstvo-roslynnytskoyi-produktsiyi-v-ukrayini-u-2025-rotsi/> (дата звернення: 17.04.2025).

19. Бойко М. О. Формування асиміляційного апарату гібридів сорго зернового в залежності від строків сівби та густоти посівів. *Таврійський науковий вісник*. 2017. Вип. 97. С. 18–22. URL: https://www.ksau.kherson.ua/files/visnik/TNV_97_Agro%20науки.pdf

20. Перспективність використання сорго звичайного для біоенергетики. Вивчення технології вирощування сорго звичайного на біопаливо. URL: <https://bio.gov.ua/uk/bioenergy/news/perspektyvnist-vykorystannya-sorgo-zvychaynogo-dlya-bioenergetyky-vyvchennya-tehnologiyi-vyroshchuvannya-sorgo-zvychaynogo-na-biopaluvo> (дата звернення: 17.04.2025).

УДК 635.64:635.25:635.65 (470.44)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.6>

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ ТЕПЛИЦІ ЗА ВИРОЩУВАННЯ ТОМАТІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ПРОТИ ФІТОФТОРОЗУ

Вергелес П.М. – к.с.-г.н., доцент,

завідувач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин,

Вінницький національний аграрний університет

orcid.org/0000-0002-4101-1465

Гуменюк О.В. – аспірант кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин,

Вінницький національний аграрний університет

orcid.org/0009-0000-5187-2739

Вирощування томатів у закритому ґрунті є однією із важливих складових отримання високоякісної овочевої продукції з пролонгацією у часі та забезпеченням контрольованих умов, що у кінцевому випадку гарантує істотне зниження ризиків втрати врожаю та зниження товарності продукції характерного для польового варіанту вирощування томатів. З іншого боку умови закритого ґрунту у логістичному аналізі мають ряд важливих ланок, які потребують ефективного планування та корегування, враховуючи закритість агроecosистеми теплиць, ризиків швидкого поширення хвороб та шкідників, обмеженості у варіантах застосування відповідних варіантів агротехнологічних рішень. При цьому слід враховувати тенденції вирощування овочевої продукції на засадах гарантування її екологічності та органічності з врахуванням вимог світових стандартів для гарантування здорового та повноцінного харчування.

Такі чинники актуалізують дослідження щодо оцінки ефективності та доцільності застосування біоорганічних варіантів систем захисту на фоні варіативних змін мікроклімату вирощування томатів в умовах закритого ґрунту з кінцевою метою ефективного поєднання та підсилення біологічної ефективності альтернативних біопестицидів у співставленні до їх традиційної лінійки рекомендованих препаративних форм та діючих речовин.

У дослідженнях було застосовано 4 варіанти програми захисту, які передбачали їх повну відсутність, застосування класичної рекомендованої схеми фунгіцидів хімічного походження, біофунгіцидів у двох варіантах простого та росиленого варіантів комбінування у відповідні критичні фенологічні фази росту і розвитку томатів в умовах тепличного вирощування.

Для оцінки ефективності та доцільності застосованих варіантів захисту було застосовано рекомендовані апробовані методики з оцінкою розвитку фітофторозу, ступеня ураження рослин у відсотковому та бальному виразах, оцінкою ефективності системи варіантів захисту та показників урожайності та товарності вирощеної продукції.

У результаті підсумку встановлено доцільність та ефективність застосування в умовах тепличного вирощування томатів як ефективної альтернативи класичному варіанту при застосуванні фунгіцидів з хімічно синтезованими діючими речовинами на фоні мікрокліматичних параметрів з допустимими параметрами аридизації (нічна температура 20–22 °С, денна 27–29 °С, відносна вологість повітря 65–70%) за такою схемою: фаза 8–10 листків на головному пагоні (BVCH 42–44) Триходермін (VIRIDIN), 20 г, 2 + Фітоцид-р; фаза появи 1–3 суцвіття (BVCH 50–53) Фітоцид-р + Effect; фаза початку росту плодів (BVCH 70–73) Effect двічі з інтервалом у 7–10 діб.

Застосування такого варіанту вирощування та захисту забезпечує збереження рівня урожайності томатів (11–12 кг/м²) за підвищення рівня їх товарності (92–96%) та збереження якості.

Ключові слова: фітофтороз томатів, біологічні системи захисту, мікроклімат періоду вирощування, умови закритого ґрунту, ефективність захисту, урожайність.

Verheles P.M., Humeniuk O.V. Influence of the parameters of the microclimate of the greenhouse for growing tomatoes on the effectiveness of the system of protection against late blight

Growing tomatoes indoors is one of the important components of obtaining high-quality vegetable products with prolonged time and controlled conditions, which ultimately guarantees a significant reduction in the risks of crop loss and reduced marketability of products typical for the field variant of tomato cultivation. On the other hand, the conditions of closed ground in the logistics analysis have a number of important links that require effective planning and adjustment, taking into account the closed nature of the greenhouse agroecosystem, the risks of rapid spread of diseases and pests, and the limited options for applying appropriate agrotechnological solutions. At the same time, it is necessary to take into account the trends in the cultivation of vegetable products on the basis of guaranteeing their environmental friendliness and organicity, taking into account the requirements of international standards to ensure a healthy and nutritious diet.

Such factors actualize research on the evaluation of the effectiveness and feasibility of using bioorganic variants of protection systems against the background of variable changes in the microclimate of tomato cultivation in closed ground conditions with the ultimate goal of effectively combining and enhancing the biological effectiveness of alternative biopesticides in comparison with their traditional line of recommended formulations and active substances.

In the research, 4 variants of the protection program were used, which provided for their complete absence, the use of the classical recommended scheme of fungicides of chemical origin, biofungicides in two variants of simple and dewy combination in the corresponding critical phenological phases of growth and development of tomatoes in greenhouse cultivation.

To evaluate the effectiveness and feasibility of the applied protection options, the recommended approved methods were used to assess the development of late blight, the degree of plant damage in percentage and point terms, to assess the effectiveness of the system of protection options and indicators of yield and marketability of the grown products.

As a result, the feasibility and effectiveness of using fungicides with chemically synthesized active ingredients in greenhouse tomato cultivation as an effective alternative to the classical variant was established against the background of microclimatic parameters with acceptable aridization parameters (night temperature 20–22 °C, daytime temperature 27–29 °C, relative humidity 65–70%) according to the following scheme phase of 8–10 leaves on the main shoot (BBCH 42–44) Trichodermin (VIRIDIN), 20 g, 2 + Phytocide-p; phase of 1–3 inflorescences (BBCH 50–53) Phytocide-p + Effect; phase of the beginning of fruit growth (BBCH 70–73) Effect twice with an interval of 7–10 days.

The use of such a variant of cultivation and protection ensures the preservation of tomato yields (11–12 kg/m²) while increasing their marketability (92–96%) and preserving their quality.

Key words: late blight of tomatoes, biological defense systems, microclimate of the growing period, greenhouse, efficiency of protection, yield.

Постановка проблеми. Умови закритого ґрунту створюють особливі параметри ефективності як вирощування відповідних культур, так і умови мікроклімату, який не дивлячись на можливість полі режимного регулювання відрізняється від природних варіантів формування гідротермічного режиму відповідних територій [1, с. 74–75; 2, с. 1064–1065]. Такі особливості зумовили необхідність не лише до пошуку адаптивних генотипів пристосованих до тепличних умов вирощування, але й до формування адаптивних режимів утримання рослин у теплицях з підбором способу вирощування, типу зволоження, характеру регулювання світлового, газового, температурного та вологісного режимів [3, с. 1–2; 4, с. 110–111]. Наявність різноманітних типів конструкцій теплиць, характеру застосованого обладнання та варіантів живлення з позиції подачі поживних елементів та їх порційності до кореневих систем рослин створюють загальну проблематику підбору ідеального технологічного варіанту вирощування рослин в умовах закритого ґрунту, який має істотні різниці як у межах територій, так і у межах окремих країн [5, с. 1–2]. Ця проблема в останні роки спричинила необхідність у систематизації та стандартизації мікроклімату у тепличних комплексах за вирощування відповідних видів рослин з позиції типу вирощуваної продукції, характеру рівня її органічності та

вимог до санітарно-гігієнічних норм використання у харчуванні людини [6, с. 2]. Відмічається, що особливості мікроклімату впливають не лише на життєвий цикл самих видів рослин, але й на розвиток хвороб та динаміку чисельності шкідників [4, с. 111–112]. Хоч цей процес і є контрольованим в умовах захищеного ґрунту і навіть іноді супроводжується системними карантинними міроприємами направленними на запобігання розвитку хвороб та наявності шкідників досягнути повної відсутності патогенів та фітофагів не вдається [7, с. 86–87].

Разом із тим слід зауважити що дослідження проведені в останні періоди засвідчують відмінності у циклах розвитку як хвороб, так і шкідників у співставленні умов відкритого (польове вирощування) та закритого ґрунту [8, с. 404–405; 9, с. 340–341]. Зміни стосуються як укорочення періоду від проникнення до візуалізації ознак ураження, так і до інтенсивності ураження та амплітуди зростання чисельності у випадку шкідників [10, с. 1–3]. За результатами тривалого вивчення причиною цього є формування сприятливих умов розвитку патогенів та інтенсивне зростання чисельності шкідників за рахунок підтримання вищих рівнів температурного режиму та зволоження, інтенсивна випаровуваність із субстрату та рослин, вищі рівні температури за зниження загальної ефективності провітрювання, що формує передумови для ідеалізації комплексу абіотичних факторів та їх каталітичний ефект у формуванні порогів шкодочинності основних хвороб та шкідників в умовах закритого ґрунту [11, с. 285–287]. Така специфіка процесів зумовлює необхідність не лише у пошуку оптимальних комбінацій застосування пестицидів, але й у підборві відповідних умов їх застосування з огляду на ефективність дії відповідної діючої речовини фунгіциду на фоні певних атипових умов [12, с. 775–777], враховуючи специфіку реалізації біологічної і технічної їх ефективності переважно на підставі польових випробовувань та оцінок [13, с. 450–451]. На сьогодні такий добір є важливою проблемою для планування як профілактичних, так і системних заходів контролю шкідників та хвороб в умовах закритого ґрунту з огляду на встановлені режими мікроклімату у теплицях з підбором ефективних варіантів, строків застосування зі зміною відповідних параметрів гідротермічного режиму теплиці на період основної ефективної дії того чи іншого пестициду [14, с. 168–170].

Слід зауважити, що серед комплексу хвороб томатів в умовах закритого ґрунту фітофтороз є одним із самих небезпечних захворювань рослин, який швидко адаптується до мікрокліматичних режимів теплиць та може суттєво знизити як продуктивність площі теплиць, так і товарність вирощеної продукції [15, с. 2–4]. Це вимагає ретельних протифітофторозних заходів особливо у теплицях де застосовується система крапельного зрошення та застосовуються системи обігрівного та інсоляційного типу підтримання температурного режиму за варіантів звичайного вентиляційного провітрювання за відсутності спеціальних мікрокліматичного контрольного датчикового обладнання [16, с. 90].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відмічено, що фітофтороз томатів є одним із основних захворювань рослин в умовах закритого ґрунту, який може спричинити зниження їх урожайності на 38–65% та зниження товарності плодів щонайменше на 25% [17, с. 4–6]. Встановлено, що оптимальними умовами для розвитку збудника фітофторозу томатів є температурний режим у інтервалі 20–25 °С за відносної вологості повітря на рівні 70–90% [18, с. 38–40]. Сприяє поширенню збудника у теплиці відсутність зелених операцій з формування штамба із залишенням нижнього листя та інтенсивного вегетативного рослинного пасинкування, щільна схема посадки самих рослин та застосування режиму

охолюючого дощування [19, с. 1432]. Сприятливими чинниками є також інтенсивні коливання денних і нічних температур за регулювання відповідних режимів мікроклімату дня та ночі, а також відсутність вентиляції рослинних секторів [20, с. 15–19; 21, с. 98–99].

Встановлено також, що несприятливі умови для розвитку та поширеності патогенна складаються за високих позитивних температур понад 25 °C на фоні рівня відносної вологості повітря в інтервалі 50–60% [22, с. 9–12]. Позитивним при цьому є формування правильної системи зелених операцій при формуванні куща томатів, видалення старого листя нижніх ярусів, активне періодичне вентиляції приміщення теплиць, запобігання інтенсивній конденсації вологи на листі рослин [23, с. 338–339].

Фітопатологічними дослідженнями встановлено, що для збудника фітофторозу властивим є певна адаптивність до кліматичних режимів впродовж стадії зараження та інтенсивного поширення на рослині, проте ці пристосування стосуються нетривалих змін вологості та температури у часовому вимірі [24, с. 211–212]. При цьому відмічається що ефективність фунгіцидних програм проти фітофторозу як в польових умовах, так і в умовах закритого ґрунту на томатах є результатом взаємодії абіотичних чинників довкілля чи параметрів мікроклімату теплиць з відповідною діючою речовиною фунгіциду, кратністю її застосування та фенологічними періодами застосування [25, с. 392–393]. Це дозволяє корегувати біологічну та технічну ефективність фунгіцидів проти фітофторозу томатів на основі регулювання відповідних супутніх процесу параметрам мікроклімату, що є актуальним саме у випадку умов закритого ґрунту [26, с. 237; 27, с. 2–4; 28, с. 834].

З огляду на вказані факти актуальним є вивчення ефективності та доцільності підбраної системи захисту проти фітофторозу томатів в умовах захищеного ґрунту за різних варіантів режимів температури, концентрації вуглекислого газу, відносної вологості повітря тощо. Це завдання і було метою проведених досліджень.

Метою дослідження було дослідити ефективність та доцільність застосування вивчаємих фунгіцидів з позиції спряженого регулювання параметрів мікроклімату у теплиці на період їх внесення.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження було закладено та проведено в період 2022–2024 рр. на базі ТОВ «ОВОЧЕВИЙ КОМБІНАТ СТАНИШІВКА» (Житомирська обл. Житомирський р-н с. Станишівка). Загальна площа тепличного комплексу 6 га. Рослини вирощували у системі другого овочового обороту. У якості субстрату було використано мінеральну вату при застосуванні крапельного поливу. Застосовано літній варіант посадки розсади з площею живлення 2,5 рослини на м². Як об'єкт вивчення було використано гібрид Лілос.

Лілос (F₁). Належить до високорослих гібридів придатних для культивування в різних варіантах теплиць. Посухостійкий, витривалий до пониження температури на короткому періоді. Високопродуктивний навіть у випадку комбінованого стресового впливу. Стійкий до ґрунтової нематоди та кладоспориозу. Можливе його вирощування у варіантах двох оборотів. Рекомендоване лише ручне збирання. Характеризується високою щільністю та механічною міцністю плодів.

Програма дослідного фунгіцидного контролю фітофтори передбачала схему представлену у таблиці 1. Було застосовано лінійку біологічних фунгіцидів Фітоцид-р, VIRIDIN (Триходермін) та Еко-препарат Effect. Серед класичних було використано: Курзат М, Банджо Форте та Зорвек Інкантія.

Сформована система застосування фунгіцидів передбачала диференційовані варіанти з співставленням до класичного варіанту внесення хімічних фунгіцидів

та комплексного біоорганічних для оцінки ефективності та доцільності використання в умовах закритого ґрунту біоорганічних варіантів захисту томатів від фітофторозу.

VIRIDIN (Триходермін) [29, с. 1] у своєму складі містить відселектований штам гриба *Trichoderma*, який синтезує широкий спектр біологічно активних компонентів фунгіцидного характеру дії.

Таблиця 1

**Схема дослідження ефективності фунгіцидної композиції
за вирощування томатів та зміни параметрів мікроклімату теплиці
на крапельному зрошенні, 2022–2024 рр.**

Варіант дослідження (чинник А)	Варіант мікроклімату (чинник В)	Періодизація застосування фунгіцидів шляхом обприскування (чинник С)		
		фаза 8–10 листків на головному пагоні (ВВСН 42–44)	фаза появи 1–3 суцвіття (ВВСН 50–53)	фаза початку росту плодів (ВВСН 70–73)
І. Контроль	Секція 1*	Обприскування водою		
	Секція 2			
	Секція 3			
ІІ. Класична система захисту	Секція 1	Курзат М 68% вдг, 0,2–0,3 г/м ²	Зорвек Інкантія, 33% с.е. – 0,05 мл/м ²	Банджо Форте КС, 0.1 мл/м ²
	Секція 2			
	Секція 3			
ІІІ. Біологічна система захисту	Секція 1	Триходермін (VIRIDIN), 20 г, 20 г / 5 л води / 1 сотку	Фітоцид-р, 5 мл / 5 л води / 1 сотку	Effect, 5 г / 5 л води / 1 сотку
	Секція 2			
	Секція 3			
ІV. Біологічна посилена система захисту	Секція 1	Триходермін (VIRIDIN), 20 г, 20 г / 5 л води / 1 сотку + Фітоцид-р, 5 мл / 5 л води / 1 сотку	Фітоцид-р, 5 мл / 5 л води / 1 сотку + Effect, 5 г / 5 л води / 1 сотку	Effect, 5 г / 5 л води / 1 сотку двічі з інтервалом у 7–10 діб
	Секція 2			
	Секція 3			

* – пояснення до ідентифікації варіанту у розділі методики.

Пригнічує розвиток патогенна безпосереднім прямим паразитуванням за рахунок виділення ферментів та антибіотиків основних з яких є глікотоксин та вірідін. Препарат сертифікований Органік Стандарт як біофунгіцид (відповідно до постанови ЄС 834/2007 та 889/2008). Норма витрати 20 г/5 л води/1 сотку. Максимальна кратність обробки впродовж вегетації томатів 3).

Фітоцид-р [30, с. 1] – містить живу культуру ендоефітної бактерії *Bacillus subtilis* (концентрація 1х10⁹ до 4х10⁹ КУО/см³) та її активні метаболіти, що ефективно пригнічують діяльність цілого спектру фітопатогенів. Норма витрати 0,5–2,5 л/га, шляхом обприскування рослин у період вегетації. Максимальна кратність обробки 2. Зареєстрований як біоорганічний фунгіцид для використання у системі органічного овочівництва (посвідчення про державну реєстрацію А № 03625).

Біологічний фунгіцид для томатів Effect [31, с. 1] використовується як біологічний фунгіцид за вирощування томатів, а також сприяє оптимізації азотно-фосфорного живлення рослин. Містить у своєму складі корисну мікробіоту *Azotobacter*

vinelandii та *Bacillus subtilis*, а також ферменти та біологічні продукти їх життєдіяльності, які виступають як ефективні антагоністи більшості грибово-бактеріальних інфекцій. Механізм роботи біофунгіциду на основі живих бактерій полягає в тому, що бактерії *Bacillus subtilis* живляться грибовими спорами-збудниками захворювання, в той час як бактерії *Azotobacter vinelandii* трансформують проміжні продукти розпаду у корисні продукти – джерела для рослин мікроелементів та органічних кислот (нікотинова та пантотенова кислоти), а також біологічно активних компонентів (біотин, гетероауксин, азот та фосфор тощо). Застосування цього біопестициду дозволяє підвищити стійкість рослин до ураження патогенна, а також суміжно підвищують стійкість до високих та низьких температур, поліпшують лежкість плодів та подовжують термін їх зберігання. Норма витрати препарату в умовах теплиці 5 л/100 м². Кратність обробки 3–4 з інтервалом до 15–20 діб.

Курзат М (Corteva, США, цимоксаніл (45 г/кг) + манкоцеб (680 г/кг.) [32, система електронного пошуку]. Фітопатогени: фітофтороз, альтернаріоз, макроспоріоз, суха плямистість, септоріоз, ризоктоніоз, чорна плямистість, перноспороз. Норма витрати 2,0–2,5 кг/га. Поєднує ефекти дії: профілактичні, лікувальні, перешкоджаючі спору ношенню при патогенезі. Цимоксаніл характеризується системною дією за рахунок швидкого поглинання листям та демонструє швидкий стоп-ефект. Другий компонент фунгіциду – манкоцеб – гарантує контактну систему захисту. Крім того препарат збагачений марганцем і цинком та має ефект мікродобрива. Норма витрати препарату у теплиці 20–25 г/ сотку. Кратність обробки 2–3.

Банджо Форте (ADAMA, Ізраїль, диметоморф (200 г/л) + флузінам (200 г/л)) [32, система електронного пошуку]. Діюча речовина флузінам володіє системними властивостями, тривалою захисною дією та ефективною інгібуючу дію на стадії спороношення на всіх стадіях розвитку. Диметоморф виконує захисну функцію як поверхнево, так і внутрішньотканинно, формуючи стійку плівку на поверхні рослин, яка не змивається опадами чи при дощуванні. захищає рослини від патогенів як на листовому апараті (поверхнево), так і в її тканинах. Потрапляючи на рослину при обробці, засіб утворює міцну захисну плівку на поверхні, яка не розчиняється у воді і не змивається опадами. Має тривалий період дії до 14 днів та не викликає резистентності. Норма витрати до 0,8–1,0 л/га.

Зорвек Інкантія (Corteva, Франція, оксатіапіпролін (30 г/л), фамаксадон (300 г/л)) [32, система електронного пошуку]. Є двокомпонентним фунгіцидом та представником нового класу фунгіцидів (піперидиніл тіазол ізоксазоліни) для контролю патогенів з класу ооміцети. Володіє інноваційним механізмом протидії збуднику хвороб та не має властивості резистентності за сумісного внесення з іншими фунгіцидами. Володіє ефектом дії «стоп-ефект» за рахунок «капсулювання» інфікованих клітин. Норма витрати пестициду 0,4–0,5 л/га. Максимальна кратність обробки 2 з інтервалом у 10–15 діб.

Для внесення фунгіцидів, шляхом дрібнодисперсного обприскування було використано ранцевий обприскувач.

Для формування варіанту мікрокліматичних параметрів росту і розвитку рослин було використано відділ тепличного комплексу розділений секційно для багатоцільового використання корисної площі. У контрольному варіанті (1 секція) підтримувалась стандартний температурний та вологісний режим, який технологічно застосовується у теплиці за стандартної технології вирощування томатів від висадки розсади у теплицю до фенологічної фази плодоношення, зокрема: нічна температура 17–18 °С, денна 20–22 °С, відносна вологість повітря 70–75%. У другій секції нічну температуру утримували на тому ж рівні а денну підвищували до

25–27 °С, а відносну вологість до 86–90%. У третій дослідній секції нічну температуру утримували на рівні 20–22 °С, денну на рівні до 27–29 °С, а відносну вологість на рівні 65–70%. При цьому концентрацію CO₂ в теплиці у всіх секціях утримували на рівні 400–500 ppm. На всіх варіантах підтримувався застосовувався одно типовий режим освітлення. Для створення різниці у температурі та відносній вологості повітря у варіантах секцій 2 та 3 застосовувався додаткова мобільна система кондиціювання сухим підігрітим повітрям, а у секції 2 з періодичним (раз на 12 годин) дрібнодисперсним (формування дрібнодисперсного туману) розвільненням води за використання обприскувача пневматичного RZTK 2M.

Для постійного контролю вологості та температури повітря застосовувався прилад датчикового типу Benetech GM1361(0%~100%RH).

У кожній секції застосовувались фунгіциди відповідно до вказаної схеми досліджу.

За різних умов температури та відносної вологості повітря застосовували прийняту у теплиці технологію догляду за рослинами, яка передбачала:

- режим крапельного зрошення: до цвітіння в місяць до 5–10 поливів по 100 мл під рослину (залежно від інтенсивності освітлення), у період плодоношення до 10–40 поливів (в залежності від генерації рослини, освітлення та інтенсивності плодоношення);

- для стимуляції росту застосовують Радіфарм – 6 л/га (2 рази під корінь через 14 днів) та Превікур – 3 л/га (той же режим застосування). Для листового підживлення: Брексіл Са – 0,8 кг/га та Мегафол – 3 л/га вносять по листку від фази цвітіння до фази плодоношення).

Для контролю ступеня ураженості рослин томатів фітофторою було застосовано стандартну шкалу обліку ураження рослин томатів фітофторозом [33, с. 47–52].

Ступінь ураження плодів томату фітофторозом проводили шляхом оцінки показника на 5 куцах у кожному повторенні та виражали у %.

Показник розвитку фітофторозу (Р) на рослинах визначали, застосовуючи формулу 1:

$$P = \frac{100 \times \sum nx\delta}{N \times B} \quad (1)$$

де $\sum(a \times b)$ – сума добутків кількості уражених рослин, шт. (n) на відповідний бал їх ураження (b); N – загальна кількість рослин в обліку, шт.; B – максимальний бал шкали оцінки ураження.

Показник ефективності дії застосованої фунгіцидної програми на фоні зміни мікроклімату утримання рослин у теплиці визначали застосовуючи формулу 2:

$$E_{\delta} = \left(\frac{P_{\kappa} - P_{\delta}}{P_{\kappa}} \right) \times 100 \quad (2)$$

де P_{κ} – показник розвитку хвороби на контролі; P_{δ} – показник розвитку хвороби рослин на відповідному варіанті схеми досліджу.

Додатково для оцінки ефективності та доцільності застосування фунгіцидів з огляду на зміну гідротермічних умов утримання рослин томатів у теплиці застосовували стандартні показники отриманого додаткового урожаю у порівнянні із контрольним варіантом.

Для статистичної обробки результатів застосовано стандартну схему дисперсійного аналізу з калькуляцією показника найменшої істотної різниці для рівня значимості $p < 0,05$.

Виклад основного матеріалу дослідження. Результати оцінки фітопатологічного стану рослин у розрізі застосованих варіантів досліду засвідчили істотну роль мікрокліматичних умов у формуванні показника розвитку фітофторозу на рослинах томатів. При цьому характер відмінностей визначено як у межах застосованих варіантів, так і у співставленні років досліджень на варіанті без додаткового застосування фунгіцидів (табл. 2).

Міжрічне варіювання показника розвитку хвороби на стадію першого обліку (ВВСН 42–44) було на рівні 28,9%, на стадію другого обліку (ВВСН 50–53) 21,5% та на стадію третього обліку (ВВСН 70–73) 19,8%. При цьому аналогічний показник варіювання для ступеня ураження рослин становив 22,2%.

Таблиця 2

Оцінка динаміки розвитку фітофторозу томатів залежно від варіантів мікроклімату у контрольному варіанті досліду, 2022–2024 рр.

Рік	Варіант параметрів мікроклімату*	Розвиток хвороби, %			Ступінь ураження на кінець вегетації, бал** (розвиток хвороби (%))
		фаза 8–10 листків на головному пагоні (ВВСН 42–44)	фаза появи 1–3 суцвіття (ВВСН 50–53)	фаза початку росту плодів (ВВСН 70–73)	
2022	Секція 1	4,7 ± 1,3	8,7 ± 1,2	21,8 ± 2,3	4 (35,7 ± 2,9)
	Секція 2	5,8 ± 1,1	11,3 ± 1,7	28,7 ± 3,2	4 (45,9 ± 4,1)
	Секція 3	2,9 ± 0,8	5,4 ± 1,1	8,7 ± 1,4	2 (9,8 ± 0,9)
2023	Секція 1	2,6 ± 1,8	7,1 ± 1,9	13,7 ± 2,5	3 (21,4 ± 2,3)
	Секція 2	3,5 ± 1,4	9,8 ± 1,9	26,3 ± 2,4	4 (39,2 ± 3,5)
	Секція 3	1,9 ± 0,5	3,2 ± 0,8	5,7 ± 1,1	2 (6,5 ± 1,1)
2024	Секція 1	4,4 ± 1,2	9,4 ± 1,5	24,8 ± 2,1	4 (37,3 ± 2,1)
	Секція 2	6,9 ± 1,2	14,5 ± 2,1	32,3 ± 1,8	5 (51,4 ± 3,5)
	Секція 3	3,1 ± 0,7	7,2 ± 1,2	11,3 ± 1,5	3 (17,2 ± 1,8)

*Секція 1: нічна температура 17–18 °С, денна 20–22 °С, відносна вологість повітря 70–75%; Секція 2: нічна температура 17–18 °С, денна 25–27 °С, відносна вологість повітря 86–90%; Секція 3: нічна температура 20–22 °С, денна 27–29 °С, відносна вологість повітря 65–70%. ** бал ураження відповідно до загальноприйнятої шкали оцінки ураження фітофторозом.

Сам характер формування показника розвитку хвороби демонстрував характер динамічно накопичувального показника, що відповідає біологічній тактиці патогенна фітофторозу. особливо в умовах закритого ґрунту, відмічену у цілому ряді досліджень [15, с. 4; 24, с. 212; 25, с. 393]. Істотні річні відмінності встановлено також для оціночно балу ураження із середнім середньобагаторічним балом ураження у значенні 3,44 на кінець вегетації з мінімальним значенням для умов 2023 року – 3 бали відповідно до оціночної шкали. Для умов 2023 року також було встановлено і мінімальні значенні показника розвитку хвороби з індексом 0,74 у співвідношенні до умов 2022 року та 0,63 для умов 2024 року.

Встановлено і істотність як розвитку хвороби, так і ступеня ураження для різних варіантів мікроклімату у межах застосованих варіантів секцій. У співставленні до прийнятих у теплиці умов мікроклімату (секція 1) варіант із підвищеною

середньодобовою температурою на фоні підвищеної вологості повітря (секція 2), тобто режим який є найбільш сприятливим для циклу розвитку фітофторозу [27, с. 2–3] – сприяв у середньому істотному підвищенню показника розвитку хвороби з індексом зростання у значенні 1,38 на першу стадію обліку (BVCH 42–44), 1,41 на другу стадію обліку (BVCH 50–53) та 1,45 на третю стадію обліку (BVCH 70–73).

На противагу даному варіанту мікрокліматичного режиму підтримання його умов у значенні високих денних температур з мінімальною різницею до нічних на фоні низької відносної вологості повітря, що відповідає обмежувальним абіотичним параметрам розвитку фітофторозу на томатах [24, с. 211–212] – формувало істотно нижчі показники як розвитку хвороби, так і ступеня кінцевого ураження. При цьому динаміка вказаного зниження мала характер сталого зростання із понижуючим коефіцієнтом у співставленні до варіанту із традиційним режимом мікроклімату (секція 1) у значенні 1,33 на першу стадію обліку (BVCH 42–44), 1,37 на другу стадію обліку (BVCH 50–53) та 1,57 на третю стадію обліку (BVCH 70–73). При цьому середній бал ураження був вдвічі меншим, ніж у варіанті мікроклімату сприятливому для розвитку патогенна (секція 2). Визначено також статистично достовірні відмінності розвитку фітофтори томатів за різних варіантів застосування фунгіцидів (табл. 3).

Таблиця 3

Ефективність захисту томатів від фітофтори залежно від варіантів мікроклімату, 2022–2024 рр. (з оцінкою на кінець вегетації)

Варіант досліджу*	Варіант параметрів мікроклімату**	Розвиток хвороби, %			Ефективність системи, %**		
		2022	2023	2024	2022	2023	2024
I	Секція 1	35,7	21,4	37,3	—	—	—
	Секція 2	45,9	39,2	51,4	-28,6	-83,2	-37,8
	Секція 3	9,8	6,5	17,2	72,5	69,6	53,9
II	Секція 1	4,5	3,1	6,5	87,4	85,5	82,6
	Секція 2	10,2	8,4	14,9	71,4	60,7	60,1
	Секція 3	1,7	2,1	3,7	95,2	90,2	90,1
III	Секція 1	7,4	5,5	9,1	79,3	74,3	75,6
	Секція 2	13,8	10,3	20,8	61,3	51,9	44,2
	Секція 3	5,1	3,8	4,7	85,7	82,2	87,4
IV	Секція 1	4,8	3,5	7,7	86,6	83,6	79,4
	Секція 2	10,7	8,5	15,9	70,0	60,3	57,4
	Секція 3	1,9	1,3	1,7	94,7	93,9	95,4
*НІР ₀₅		2,1	1,8	2,8	0,8	1,7	1,5

* Відповідно до схеми досліджу (табл. 1); ** Секція 1: нічна температура 17–18 °С, денна 20–22 °С, відносна вологість повітря 70–75%; Секція 2: нічна температура 17–18 °С, денна 25–27 °С, відносна вологість повітря 86–90%; Секція 3: нічна температура 20–22 °С, денна 27–29 °С, відносна вологість повітря 65–70%; ** – за контроль взято комбінацію значень у поєднанні I варіант з параметрами мікроклімату секції 1.

Визначено, що варіанти фунгіцидної програми обмеження фітофтори томатів були різними як у співставленні вивчаємих варіантів, так і у співставленні застосованих режимів мікроклімату. Так для варіанту II застосування фунгіцидів (табл. 1) з приміненням препаратів з класичним варіантом хімічно синтезованої діючої речовини середньобагаторічний показник розвитку хвороби був на рівні 6,12% за середньої за період оцінки ефективності системи захисту на рівні 80,36%. Відповідні аналогічні параметри для варіанту III становили 8,94% та 71,32% відповідно, а для варіанту IV – 7,01% та 77,72%.

Зміна параметрів мікроклімату впливала на загальну ефективність застосованої системи захисту як з позиції розвитку хвороби, так і з позиції ефективності самої системи у співставленні до контрольованих умов мікроклімату прийнятих в умовах тепличного господарства без застосування фунгіцидів. Зокрема, у середньому по варіантах застосування фунгіцидів за використання стандартної схеми мікроклімату (секція 1) розвиток хвороби становив 5,79% а середня ефективність застосованих варіантів захисту 81,59%. За зміни режиму на сприятливий патогену *Phytophthora infestans* (секція 2) розвиток хвороби у середньому зростав до рівня 12,93% за зниження ефективності системи захисту до 58,76%. У варіанті мікроклімату, який з огляду на дослідження обмеженості патогенна сприяв підвищенню рівню обмеженості його розвитку (секція 3) аналогічні показники були на рівні 3,36% та 89,06% відповідно.

При цьому різні варіанти застосування власне відповідних фунгіцидів та супутніх ним діючих речовин також мали істотну різницю у розрізі варіантів встановленого мікроклімату. У варіанті II (класична система захисту) з приміненням рекомендованих класичних фунгіцидів, у співставленні до варіанту застосованого на товарних площах теплиці в умовах господарства мікроклімату, на фоні формування сприятливих для патогенна параметрів температури та вологості відмічено середнє за період досліджень зростання розвитку хвороби в 2,42 рази при зниженні загальної ефективності системи захисту на 25%. Аридизація мікрокліматичних параметрів, навпаки, сприяла зниженню розвитку хвороби з індексом 0,53 до контролю (секція 1) при підвищенні ефективності системи захисту з середнім індексом 1,08.

Для варіанту біологічної системи захисту (варіант III) на варіанті мікроклімату з позитивним ефектом для розвитку патогену (секція 2) розвиток хвороби зростав у 2 рази до контролю при зниженні ефективності захисту з індексом на рівні 0,69. Для умов зниження сприятливості мікрокліматичного режиму для патогена, аналогічні показники спів ставних коефіцієнтів були на рівні 0,63 та 1,11 відповідно.

Для варіанту посиленого біологічного захисту (IV) для варіанту сприятливого мікроклімату дані показники були у значенні 2,24 та 0,59, а у випадку зміни на несприятливі – 0,75 та 1,14 відповідно.

При цьому варіант посиленого біологічного захисту у середньо багаторічному вимірі засвідчив вищі рівні ефективності у контролі як за показником розвитку хвороби, так і за показником ефективності варіанту системи захисту більш виражений у варіанті застосування параметрів мікроклімату менш сприятливих для біологічного циклу розвитку та поширення збудника фітофторозу. Такі результати позитивно співвідносяться із результатами ряду досліджень [12, с. 777; 26, с. 237–238; 27, с. 4–5], де відмічається, що біологічні та мікробіологічні активні агенти біофунгіцидів мають вищий рівень адаптивності до зміни гідротермічних параметрів їх застосування, а тому можуть за екстремальних умов у межах високої амплітуди зміни значень демонструвати більшу біологічну ефективність, ніж класичні хімічні компоненти фунгіцидів, які мають певні обмеження для варіанту

підвищення температури та істотного зниження відносної вологості (що у нашому випадку відповідає умовам мікроклімату дослідної секції 3). Це, зокрема, узгоджується з результатами рівня підвищення ефективності системи захисту у варіанті секції 3 мікроклімату із максимальним середньобагаторічним значенням у співставленні до інших варіантів програми досліджень. При цьому, за варіанту мікроклімату, що забезпечує оптимізацію розвитку патогенна істотність різниці між варіантами класичної схеми та варіанту посиленого біологічного захисту не відмічена. З іншого боку, такий характер формування показників позитивно співвідноситься із ефектом додаткових ріст регулюючих та стресово коректуючих речовин, наявних у ряді біофунгіцидів, використаних у відповідних варіантах системи захисту та підтверджується окремими дослідженнями [25, с. 394].

З огляду на те, що в оцінці ефективності системи захисту рослин, особливо в умовах закритого ґрунту, важливим є забезпечення і реалізації урожайного потенціалу рослин [10, с. 1–2] було проаналізовано і показники урожайності томатів за класичними показниками у розрізі застосованих варіантів мікроклімату та програми захисту від фітофтори (табл. 4).

Таблиця 4

Господарська ефективність систем захисту томатів від фітофтори залежно від варіантів мікроклімату (середнє за 2022–2024 рр.)

Варіант досліді*	Варіант параметрів мікроклімату**	Сер. маса одного плоду, г	Вихід товарних плодів, %	Урожайність, кг/м ²	+ до контролю, кг/м ²
I	Секція 1	144,5	77,9	7,4	–
	Секція 2	112,7	48,2	3,8	-3,6
	Секція 3	132,5	78,7	6,9	-0,5
II	Секція 1	169,7	94,8	12,1	4,7
	Секція 2	158,3	88,9	10,8	3,4
	Секція 3	160,2	95,3	11,4	4,0
III	Секція 1	160,8	90,5	10,3	2,9
	Секція 2	140,7	80,9	8,4	1,0
	Секція 3	155,8	91,2	9,8	2,4
IV	Секція 1	166,4	95,2	11,7	4,3
	Секція 2	155,7	85,6	10,2	2,8
	Секція 3	168,1	96,7	12,4	5,0
*НІР ₀₅		3,5	0,5	0,5	–

* Відповідно до схеми досліді (табл. 1); ** Секція 1: нічна температура 17–18 °С, денна 20–22 °С, відносна вологість повітря 70–75%; Секція 2: нічна температура 17–18 °С, денна 25–27 °С, відносна вологість повітря 86–90%; Секція 3: нічна температура 20–22 °С, денна 27–29 °С, відносна вологість повітря 65–70%.

Отримані результати такого аналізу підтвердили визначені високі ризики втрати урожайності томатів за їх вирощування в умовах закритого ґрунту, особливо за режимів мікроклімату, які позитивно впливають на розвиток та поширеність захворювання [8, с. 405]. При цьому доведено суттєву роль системи захисту

у забезпеченні збереженості відповідних рівнів урожайності томатів. Так, на контрольному варіанті без застосування фунгіцидів за варіанту мікроклімату сприятливого для розвитку патогена зниження у середньому за період досліджень зниження середньої маси плоду було у значенні 22,0%, зниження виходу тованих плодів на 38,1%, зниження урожайності на 48,6%. Застосування зростання аридізації мікроклімату для створення несприятливих умов для розвитку і поширеності фітофторозу (секція 3) також зумовило зниження показників структури урожаю томатів: середньої маси плодів на 2,6%, урожайності на 1,5% проте підвищення виходу тованих плодів на 1,1%. Тобто за відсутності системи захисту з позиції урожайності варіант застосованого мікроклімату в теплицях в умовах господарства мав певні переваги перед іншими варіантами мікроклімату.

Встановлено в середньому у варіанті класичної системи застосування фунгіцидів, у співставленні до контрольного варіанту (з усередненням значень по варіантах мікроклімату) індекс зростання показника середньої маси одного плоду у значенні 1,25, виходу тованих плодів у значенні 1,36, урожайності у значенні 1,90. Статистично близьким по ефективності у тому ж варіанті співставлення був варіант застосування біологічної посиленої системи захисту де визначено аналогічні коефіцієнти з тенденцією росту у значенні 1,24, 1,35 та 1,89 відповідно. Варіант біологічної системи захисту був нижчим від двох варіантів класичного та посиленого біологічного захисту (для даного масиву показників) у середньому на 12,7%.

Співставлення між собою варіантів режимів мікроклімату засвідчило переваги рекомендованого варіанту даних параметрів над іншими варіантами. При цьому встановлена середнє зменшення за масивом показників урожайної продуктивності у значенні 11,3% для варіанту мікроклімату сприятливого для розвитку патогена та 2,3% для варіанту несприятливого його біологічної етіології.

Слід зауважити що у кінцевому варіанті максимальні показники урожайності томатів було відмічено у варіантах застосування стандартного варіанту мікроклімату вирощування томатів в умовах господарства за застосування класичної системи захисту 12,1 кг/м² та за біологічної посиленої системи захисту у варіанті мікроклімату з посиленою юридизацією за показником температури повітря та його відносної вологості – 12,4 кг/м² відповідно.

Висновки і перспективи подальших досліджень. На підставі проведених досліджень визначено, що ефективність застосованих варіантів захисту від фітофторозу можна підвищувати поєднуючи їх застосування із відповідною зміною мікроклімату вирощування томатів.

Для максимально ефективного поєднання протифітофторозної направленості технологій захисту ефективним буде застосування варіантів посиленого біологічного захисту, який передбачає застосування біологічного посиленого варіанту захисту проти фітофтори за таких параметрів мікроклімату: нічна температура 20–22 °С, денна 27–29 °С, відносна вологість повітря 65–70%. Таке поєднання, за відносних ризиків певного зниження урожайності плодів, забезпечить зростання частки їх товарності та дозволить істотно посилити ефективність біологічного захисту томатів, підвищити органічність отриманої продукції та з огляду на вартість препаратів для класичного варіанту захисту сприятиме підвищенню економічної складової її вирощування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Alia M. E., Karimb M. R., Talukderc F. U., Rahmanc M. S. Growth and yield responses of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) under different combinations of

planting times and fertilizers. *Reviews in Food and Agriculture*. 2020. Vol. 1. № 2. P. 74–81.

2. Abdelmageed A.H., Gruda, N., Geyer, B. Effect of high temperature and heat shock on tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) genotypes under controlled conditions. In *Conference on International Agricultural Research for Development*. 2003. Vol. 34. №. 10. P. 1064–1076.

3. Aznar-Sánchez J. A., Velasco-Muñoz J. F., López-Felices B., Román-Sánchez I. M. An analysis of global research trends on greenhouse technology: towards a sustainable agriculture. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020. Vol. 17. 664.

4. Choab N., Allouhi A., El Maakoul A., Kousksou T., Saadeddine S., Jamil A. Review on greenhouse microclimate and application: Design parameters, thermal modeling and simulation, climate controlling technologies. *Sol. Energy*. 2019. Vol. 191. P. 109–137.

5. Colantoni A., Monarca D., Marucci A., Cecchini M., Zambon I., Di Battista, F. Solar radiation distribution inside a greenhouse prototypal with photovoltaic mobile plant and effects on flower growth. *Sustainability*. 2018. Vol. 10. 855.

6. Hanan J. Greenhouses: Advanced Technology for Protected Horticulture. 2017. doi: 10.1201/9780203719824

7. Hunjan M. S., and Lore J. S. Climate Change: Impact on Plant Pathogens, Diseases, and Their Management. In: *Crop Protection Under Changing Climate*. Eds. K. Jabran, S. Florentine and B. S. Chauhan (Cham: Springer International Publishing), 2020. P. 85–100.

8. Kamel A., Nicot P., Guechi A., Bardin M., Mohamed C. Grey mould development in greenhouse tomatoes under drip and furrow irrigation. *Agron. Sustain. Dev.* 2008. Vol. 28. P. 403–409.

9. Kim J. H., Castroverde C. D. M., Huang S., Li C., Hilleary R., Seroka A. Increasing the resilience of plant immunity to a warming climate. *Nature*. 2022. Vol. 607. P. 339–344.

10. Khan N., Ray R. L., Sargani G. R., Ihtisham M., Khayyam M., Ismail S. Current progress and future prospects of agriculture technology: gateway to sustainable agriculture. *Sustainability*. 2021. Vol. 13. 4883.

11. Kruidho H. M., Elmer W. H. Cultural Methods for Greenhouse Pest and Disease Management. In: *Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops*. Eds. M. L. Gullino, R. Albajes and P. C. Nicot (Cham: Springer International Publishing). 2020. P. 285–330.

12. Juroszek P., Laborde M., Kleinhenz B., Mellenthin M., Racca, P. Sierotzki H. A review on the potential effects of temperature on fungicide effectiveness. *Plant Pathology*. 2022. Vol. 71. P. 775–784.

13. Al-Naimi F. A., Garrett K. A., Bockus W. W. Competition, facilitation, and niche differentiation in two foliar pathogens. *Oecologia*. 2005. Vol. 143. P. 449–457.

14. Shipp J.L., Clarke N.D. Decision tools for integrated disease management. In: Albajes R., Gullino M.L., van Lenteren J.C., Elad Y. (Eds.), *Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops*, Kluwer Academic Publishing, Dordrecht. 1999. P. 168–182.

15. Srisawad N., Petchaboon K., Sraphet S., Tappiban P., Triwitayakorn K. Possible Reasons Affecting Different Phytophthora infestans Populations in Tomato and Potato Isolates in Thailand. *Diversity*. 2023. Vol. 15. 1121.

16. Kittas C., Katsoulas N., Bartzanas T. Greenhouse climate control in mediterranean greenhouses. *Cuadernos de estudios agroalimentarios*. 2012. Vol. 26. № 3. P. 89–114.

17. Nowicki M., Foolad M.R., Nowakowska M., Kozik E.U. Potato and tomato late blight: an overview. *Plant Diseases*. 2012. Vol. 96. № 1. P. 4–17.

18. Rhouma A., Hajji-Hedfi L., Atallaoui K. Potato late blight: the pathogen, the menace, the sustainable control. *DYSONA – Life Science*. 2024. Vol. 5. № 1. P. 37–51.

19. Thomidis T., Prodromou I., Paresidou M., Damos P. Effects of temperature and leaf wetness duration on pathogens causing preharvest fruit rots on tomato. *Plant Pathology*. 2023. Vol. 105. P. 1431–1448.
 20. Papasolomontos A., Baudoin W., Litaladio N., Castilla N., Baeza E., Montero J. I. Good Agricultural Practices for greenhouse vegetable crops Principles for Mediterranean climate areas. 2013. 641 p.
 21. Berlinger M.J., Jarvis W.R., Jewett T.J., LebuishMordecai S. Managing the greenhouse, crop, and crop environment, in: Albajes R., Gullino M.L., van Lenteren J.C., Elad Y. (Eds.), *Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1999. P. 97–103.
 22. Albajes R., Gullino M.L., van Lenteren J.C., Elad Y. (Eds.), *Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1999. 221 p.
 23. Elad Y., Bélanger R.R., Köhl J. Biological control of diseases in the phyllosphere, in: Albajes R., Gullino M.L., van Lenteren J.C., Elad Y. (Eds.), *Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 1999. P. 338–352.
 24. Fry W.E. *Phytophthora infestans*: the plant destroyer. *Plant Pathology*. 2016. Vol. 32. № 3. P. 210–225.
 25. Harrison J.G., Griffin D.A., Morgan W.G. The biology of *Phytophthora infestans* in relation to late blight management. *Plant Pathology*. 2015. Vol. 64. № 2. P. 391–403.
 26. Stephan D., Schmitt A., Martins Carvahlo S., Seddon B., Koch E. Evaluation of biocontrol preparations and plant extracts for the control of *Phytophthora infestans*. *European Journal of Plant Pathology*. 2005. 112: 235–246.
 27. Ivanov A.A., Ukladov E.O., Golubeva T.S. *Phytophthora infestans*: An Overview of Methods and Attempts to Combat Late Blight. *Journal of Fungi*. 2021. Vol. 7. № 12. 1071.
 28. Sharma P., Mashaniya R.K., Singh D.P. Late blight disease of tomato: advances in pathogen detection and management strategies. *Plant Pathology*. 2020. Vol. 102. № 4. P. 833–849.
 29. VIRIDIN (Триходермін). Характеристика препарату. 2025. URL: <https://agro.enzim.biz/viridin-triiodermin.html> (дата звернення: 13.05.2025).
 30. Біологічний фунгіцид для томатів Effect Біохім-Сервіс Україна Характеристика препарату. 2025. URL: <https://agroretail.com.ua/ua/p513552080-eko-fungitsid-effect.html> (дата звернення: 13.05.2025).
 31. Біологічний фунгіцид Фітоцид-р. Характеристика препарату. 2025. URL: <https://santino-ua.com/ua/aksessuary/zaschita/fitocid-10ml.html> (дата звернення: 13.05.2025).
 32. Перелік пестицидів та агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. 2025 URL: <https://agrarii-razom.com.ua/preparations> (дата звернення: 13.05.2025).
 33. ASABE Standard (ANSI/ASAE EP406.4) Heating, ventilating and cooling greenhouses, American Society of Agricultural and Biological Engineers. St. Joseph, MI, USA. 2015. 10 p.
 34. Методика проведення фітопатологічних досліджень за штучного зараження рослин. Державна ветеринарна та фітосанітарна служба України, Укр. ін-т експертизи сортів рослин ; за наук. ред. Ткачик С. О., канд. с.-г. наук ; [уклад.: Лещук Н. В. та ін.]. Київ : Нілан, 2014. 74 с.
 35. Ушкаренко В.О., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Методика польового дослід (зрошуване землеробство). Херсон : Гринь Д.С. 2014. 448 с.
-

УДК 633.111.1: 631.53.04

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.7>

РЕЗУЛЬТАТИ ВІДБОРУ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗА ПОКАЗНИКАМИ АДАПТИВНОСТІ ТА ПРОДУКТИВНОСТІ У 2022–2024 РОКАХ

Вискуб Р.С. – к.с.-г.н., старший дослідник,
заступник директора з науково-інноваційної діяльності,
Донецька державна сільськогосподарська дослідна станція
Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0001-7679-2188

Вінюков О.О. – д.с.-г.н., професор,
директор,
Донецька державна сільськогосподарська дослідна станція
Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0002-2957-5487

Бондарева О.Б. – к.т.н., старший науковий співробітник,
учений секретар,
Донецька державна сільськогосподарська дослідна станція
Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0002-8128-8485

У статті наведено результати досліджень щодо вивчення сортозразків екологічного сортовипробування в умовах південно-східного Степу України. Багаторічна оцінка селекційного матеріалу при різних погодних умовах дозволяє виділити високоврожайні, зимостійкі, посухостійкі, стійкі до хвороб і вилягання для подальшого їх використання як вихідного селекційного матеріалу. Методи дослідження: польові, лабораторні, статистичні, загальнонаукові. Дослідження виконувались в сівозміні Донецької державної сільськогосподарської дослідної станції НААН України. В екологічному сортовипробуванні вивчалось 70 сортів пшениці м'якої озимої селекційних установ України. Строкатисть метеорологічних умов, протягом років проведення дослідів, мала найістотніший вплив на розвиток рослин та формування їх продуктивності.

У вегетаційний період 2022–2023 рр. найвища маса 1000 зерен була у сорта Аналог – 50,3 г. Найбільшу прибавку зерна до сорту-стандарту Донецька 48 (7,6 т/га) забезпечив сорт Юзовська (43,4 %).

У вегетаційний період 2023–2024 рр. найвища маса 1000 зерен була у сорта Водограй – 50,3 г. Найбільшу прибавку зерна до сорту-стандарту Донецька 48 (4,9 т/га) забезпечив сорт Юзовська (42,9 %).

Дослідження сортів пшениці озимої м'якої різних селекційних установ у в мінливих умовах середовища виявили їх генетичний потенціал урожайності. Виділено сорти Привітна, Оржизия нова, Диво донецьке, Перемога, Вежа, Попелюшка як ті, що забезпечили стабільний високий рівень врожайності за різні кліматичні умови.

Таким чином за результатами екологічного сортовипробування 2022–2024 рр. виявлено високоврожайні, найбільше пристосовані сорти для вирощування в умовах південно-східного Степу України, які слід застосувати для подальшого їх використання як вихідного селекційного матеріалу.

Ключові слова: пшениця озима, екологічне сортовипробування, сорт, показники продуктивності, урожайність.

Kyskub R.S., Vinyukov O.O., Bondareva O.B. Results of selection of winter wheat varieties by adaptability and productivity indicators in 2022–2024

The article presents the results of research on the study of varietal samples of ecological variety testing in the conditions of the southeastern Steppe of Ukraine. Long-term evaluation of breeding material under different weather conditions allows us to identify high-yielding, winter-hardy, drought-resistant, disease-resistant and lodging-resistant varieties for their further use as source breeding material. Research methods: field, laboratory, statistical, general scientific. The research was carried out in the crop rotation of the Donetsk state agricultural science station of the National academy of agrarian sciences of Ukraine. In the ecological variety test, 70 varieties of soft winter wheat of breeding institutions of Ukraine were studied. The variety of meteorological conditions during the years of the experiment had the most significant impact on the development of plants and the formation of their productivity.

In the growing season of 2022–2023, the highest mass of 1000 grains was in the Analog variety – 50.3 g. The largest increase in grain to the standard variety Donetska 48 (7.6 t/ha) was provided by the Yuzovska variety (43.4 %).

In the growing season 2023–2024, the highest weight of 1000 grains was in the Vodograi variety – 50.3 g. The largest increase in grain to the standard variety Donetska 48 (4.9 t/ha) was provided by the Yuzovska variety (42.9 %).

Studies of soft winter wheat varieties of different breeding institutions in changing environmental conditions have revealed their genetic yield potential. The varieties Privitna, Orzhytisia Nova, Dyvo Donetske, Peremoha, Vezha, and Popelyushka were identified as those that provided a stable high level of yield under different climatic conditions.

Thus, according to the results of ecological variety testing, high-yielding, most adapted variety samples for cultivation in the conditions of the southeastern Steppe of Ukraine were identified, which should be used for further use as source breeding material.

Key words: winter wheat, ecological variety testing, variety, productivity indicators, yield.

Актуальність теми дослідження. У зв'язку з глобальними змінами клімату потребують подальших досліджень сучасний склад генотипів у конкретних агрокліматичних умовах. Багаторічна оцінка селекційного матеріалу при різних погодних умовах дозволяє виділити високоврожайні, зимостійкі, посухостійкі, стійкі до хвороб і вилягання, найбільше пристосовані сортозразки для вирощування в умовах південно-східного Степу України [1–3].

Постановка проблеми. Сільське господарство Північного Степу України на фоні погіршення екологічної ситуації, має високу чутливість до гідротермічних коливань, які притаманні сучасним кліматичним умовам. На сьогодні головним є не питання про зміну клімату, яке визнане у всьому світі, а питання адаптації зерновиробництва до цих змін. Створення високопродуктивних сортів є найбільш ефективним та централізованим засобом підвищення величини та якості врожаю зерна. Кліматична складова варіабельності величини, якості та собівартості врожаю зернових культур досягає 60–80 % [4, 5]. Навіть у межах агрокліматичної зони виділяються певні екологічні ніші із специфічними характеристиками сортів та особливостями динаміки методологічних факторів погодні умови часто мають контрастні параметри в період вегетації пшениці озимої залежно від року. Тому ретельний та науково-обґрунтований підбір сортів до конкретних умов вирощування дозволяє суттєво знизити ризики недобору врожаю зерна.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У ведучих селекційних установах створюються сорти універсального використання, які відрізняються високою пластичністю і потенційною урожайністю, показниками якості зерна і достатньо високі врожаї в варіюючих умовах середовища [6–8].

Основним завданням селекції пшениці м'якої озимої є створення пластичних сортів з високим адаптивним потенціалом [9, 10]. Еколого-географічний принцип підбору батьківських форм для схрещування є основним і найбільш ефективним.

Створення таких сортів є складна справа, що виконується багато років впродовж селекційного процесу, а також при екологічному і після реєстраційному випробуванні.

Корхова М., Панфілова А., Смірнова І. та ін. вважають, що різноманітний за країнами походження матеріал і мінливі за температурним режимом та рівнем вологозабезпечення умови років досліджень дали можливість виділити серед колекційних зразків пшениці озимої джерела цінних господарських ознак [11–13].

В результаті дослідження Самойлика М. О. та ін. визначено, що при оцінці адаптивних властивостей генотипів толерантність рослин до посухи стає важливою ознакою, а показник посухо- і жаростійкості є одним з основних чинників за добору сортів для певних мікрзон і територій [14, 15].

Для підготовки рекомендацій виробництву, щодо комерційних сортів надзвичайно важливо визначати характеристику генотипів на різні екологічні умови та з чутливістю до агрофону. Як в Україні так і за кордоном для вирішення цих завдань використовують екологічне сортовипробування [16, 17]. Екологічне сортовипробування – це перший етап вивчення заявлених сортів та гібридів, його метою є попереднє виявлення їх цінності та встановлення реакції на агрокліматичні умови. Це сортовипробування включає найширший набір сортів і гібридів. Після статистичного аналізу виділяються екологічно пластичні сорти, які рекомендуються як комерційні та як батьківські компоненти для гібридизації.

Мета дослідження – виділити за результатами екологічного сортовипробування високоврожайні, найбільше пристосовані сортозразки для вирощування в умовах південно-східного Степу України для подальшого їх використання як вихідного селекційного матеріалу.

Методика досліджень. Екологічне сортовипробування пшениці озимої сіяли на ділянках площею 10 м² у трикратному повторенні в порівнянні з умовним стандартом через 10 сортів. Фенологічні спостереження, обліки виконані згідно методики Держсортівипробування [18]. Статистична оцінка виконана згідно методики польового дослідіу Б. А. Доспехова із застосуванням ППП «ОСГЕ» [19].

Методи дослідження: польові, лабораторні, статистичні, загальнонаукові.

В екологічному сортовипробуванні вивчалось 70 сортів пшениці м'якої озимої селекційних установ України: Селекційно-генетичного інституту національного центру насіннєзнавства та сортовивчення НААН, Інституту фізіології рослин і генетики НААН, Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва, Донецької державної сільськогосподарської дослідної станції НААН (ДДСДС НААН), Дніпровського державного аграрно-економічного університету.

Дослідження виконувались в сівозміні ДДСДС НААН. Грунт – чорнозем звичайний малогумусний важко суглинковий. Вміст гумусу в орному шарі становить 4,5 %. Валовий вміст основних поживних речовин: N – 0,28–0,31 %, P₂O₅ – 0,16–0,18 %, K₂O – 1,8–2,0 %. Реакція ґрунтового розчину гумусового горизонту чорнозему слабо лужна, близька до нейтральної (рН водної суспензії 6,9).

Попередник – пар. Обробіток ґрунту звичайний. Внесені оптимальні дози мінеральних добрив N₃₀P₆₀K₃₀ під передпосівну культивуацію. Посів, заходи по боротьбі з бур'янами і хворобами проводились в необхідні терміни.

Виклад основного матеріалу дослідження. Умови вегетаційного року 2022–2023 рр. з теплою зимою, прохолодною вологою та затяжною весною сприяли формуванню рослинами пшениці озимої значної кількості загальних стебел.

У березні 2023 р. середньомісячна температура повітря становила 5,7 °С, це на 6,2 °С більше за багаторічну, Сталий перехід середньодобової температури

повітря через $+5^{\circ}\text{C}$ та $+10^{\circ}\text{C}$ зафіксовано 8 та 22 березня відповідно. Сума опадів – 54,0 мм, це на 21,0 мм більше за багаторічний показник, відносна вологість повітря – 78,9 %.

У квітні середньомісячна температура повітря становила $10,6^{\circ}\text{C}$, це на $1,5^{\circ}\text{C}$ більше за багаторічну. Сума активних температур повітря становила $283,7^{\circ}\text{C}$, сума ефективних температур повітря – $168,6^{\circ}\text{C}$. Сума опадів – 100,3 мм, що на 59,3 мм більше за багаторічний показник, ГТК (гідротермічний коефіцієнт) – 3,5, відносна вологість повітря – 76,4 %.

У травні середньомісячна температура повітря становила $15,6^{\circ}\text{C}$, що на $0,3^{\circ}\text{C}$ більше за багаторічний показник, Сума опадів – 83,2 мм, що на 26,2 мм більше за багаторічну, ГТК – 1,7, відносна вологість повітря – 64,6 %.

Такі погодні умови спричинили надмірний ріст габітусу рослин, тому більшість сортів екологічного сортовипробування формували показник висоти, який дорівнював вищим позначкам сортової ознаки.

Найбільшу кількість загальних стебел, а як наслідок і найвищий коефіцієнт загального кушіння формували рослини сортів Юзовська, Пейзаж, Патріотка. Проте, такі погодні умови не дозволили рослинам зі значної кількості загальних стебел сформувати продуктивні. Більша кількість сортів екологічного сортовипробування за коефіцієнтом продуктивного кушіння поступилася сорту-стандарту Донецька 48. Найвищий коефіцієнт продуктивного кушіння у досліді був у сорту Юзовська – 3,4.

У червні середньомісячна температура повітря становила $18,8^{\circ}\text{C}$, що на $0,6^{\circ}\text{C}$ менше за багаторічний показник, Сума опадів – 39,0 мм, що на 12,0 мм менше за багаторічну, ГТК – 0,7, відносна вологість повітря – 64,3 %.

У липні 2023 р. середньомісячна температура повітря становила $22,2^{\circ}\text{C}$, що на $1,0^{\circ}\text{C}$ перевищило багаторічний показник. Сума опадів – 103,4 мм, 83,0 мм з яких випало у першій декаді місяця, також це на 55,1 мм більше за багаторічні дані, ГТК – 1,5, відносна вологість повітря – 67,4 %.

Показники структури врожаю, сформовані за таких погодних умов, суттєво різнилися між сортами (табл. 1).

За довжиною колосу найбільше відзначилися сорти: Рось, Проня (10,0 см), Краплина (9,9 см), Привітна (9,8 см), Квітка полів (9,7 см).

За кількістю зерен у колосі всі сорти перевищили стандарт окрім Перевага, Сагайдак, Вільшанка, Вигадка, Здобна, Легенда, Муза білоцерківська, Полісянка, Миролюбна, Пирятинка, Ефектна, Колорит.

Найвища маса 1000 зерен була у сорту Аналог – 50,3 г.

Найбільшу прибавку зерна до стандарту забезпечив сорт Юзовська (43,4 %). Високий рівень врожайності забезпечили сорти Привітна, Оржиця нова, Диво донецьке, Перемога, Вежа, Попелюшка.

Зимовий період 2023–2024 сільськогосподарського року характеризувався м'якими та відносно теплими умовами для перезимівлі озимих культур.

Перша половина березня 2024 року відмічалася стійкими позитивними значеннями середньодобовою температурою повітря до $+5,0^{\circ}\text{C}$. Сталий перехід середньодобової температури повітря через позначку $+5^{\circ}\text{C}$ та $+10^{\circ}\text{C}$ відмічене 16 та 29 березня відповідно. Середньомісячна температура повітря становила $4,2^{\circ}\text{C}$, що на $4,7^{\circ}\text{C}$ вище за багаторічний показник.

В квітні, попри інтенсивне наростання середньодобової температури повітря, спостерігалася сильна посуха, яка негативно вплинула на розвиток рослин озимих та ярих культур. Середньомісячна температура повітря становила $15,8^{\circ}\text{C}$, що на

6,7 °С більше за середньо багаторічний показник. Сума активних температур повітря становить 463,4 °С, сума опадів – 20,4 мм, що на 20,6 мм менше за середньо багаторічний показник, ГТК – 0,4, відносна вологість повітря – 65,7 %.

Таблиця 1

**Показники структури урожаю сортів пшениці озимої
екологічного сортови пробування, 2023 р.**

Назва сорту	Довжина колосу, см	Кількість зерен у колосі, шт.	Маса 1000 зерен, г	Урожайність, т/га	Прибавка	
					т/га	%
1	2	3	4	5	6	7
Донецька 48	8,9	31	47,42	7,6	-	-
Вежа	9,2	37	45,68	10,1	2,5	32,9
Новинка	8,1	32	47,19	7,1	-0,5	-6,5
Юзовська	8,8	33	48,48	10,9	3,3	43,4
Ігрита	8,1	33	39,70	5,7	-1,9	-25,0
Перемога	8,7	35	46,29	8,1	0,5	6,5
Диво донецьке	8,3	34	47,35	7,7	0,1	1,3
Богиня	8,4	34	40,88	5,6	-2,0	-26,3
Олексіївка	7,8	31	42,58	5,3	-2,3	-30,3
Краплина	9,9	46	47,83	5,9	-1,7	-22,4
Білосніжка	8,2	37	44,32	5,5	-2,1	-27,6
Попелюшка	7,9	33	44,85	9,5	1,9	25,0
Перевага	9,2	27	39,63	6,4	-1,2	-15,8
Перепілка	8,3	34	41,47	5,6	-2,0	-26,0
Понтійка	9,4	40	43,50	5,8	-1,8	-23,7
Дума	9,1	36	41,67	7,0	-0,6	-7,9
Пилипівка	9,1	41	46,10	7,6	0	0
Пейзаж	8,8	42	37,38	7,1	-0,5	-6,5
Кругозір	8,3	36	39,44	5,1	-2,5	-32,9
Дачнянка	8,4	39	40,77	4,4	-3,2	-42,1
Херсонська б/о	9,1	37	43,51	7,2	-0,4	-5,2
Росинка	8,8	38	41,84	4,5	-3,1	-40,8
Бургунка	8,3	36	38,33	2,8	-4,8	-63,2
Конка	8,8	42	43,33	5,5	-2,1	-27,6
Кохана	7,8	33	39,39	2,6	-5,0	-65,8
Кошова	8,7	39	38,46	5,1	-2,5	-32,9
Ледя	9,3	40	41,00	5,2	-2,4	-31,6
Марія	7,6	31	40,65	4,2	-3,4	-44,7
Овідій	8,1	34	48,53	5,9	-1,7	-22,4
Санжара	9,3	40	46,00	6,3	-1,3	-17,1
Сагайдак	7,8	30	44,67	6,3	-1,3	-17,1
Вільшана	7,2	29	41,72	3,3	-4,3	-56,6
Оржиця нова	9,3	41	45,37	8,1	0,5	6,6
Самара-2	7,6	35	40,57	3,9	-3,7	-48,7
Вигадка	7,4	25	43,60	3,4	-4,2	-55,3

Закінчення табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
Краса ланів	7,8	38	40,00	4,8	-2,8	-36,8
Принада	8,1	32	42,19	4,2	-3,4	-44,7
Диво харківське	9,0	40	43,25	6,9	-0,7	-9,2
Патріотка	8,6	30	39,33	6,1	-1,5	-19,7
Привітна	9,8	37	46,76	8,3	0,7	9,2
Метелиця харків.	8,4	32	40,94	5,2	-2,4	-31,6
Запашна	8,8	34	44,71	6,1	-1,5	-19,7
Здобна	7,6	28	43,21	6,2	-1,4	-18,4
Гайок	7,9	31	46,45	4,1	-3,5	-46,1
Гармоніка	7,4	34	37,65	2,6	-5,0	-65,8
Проня	10,0	44	42,05	5,8	-1,8	-23,7
Лірика білоцерк.	9,5	48	41,25	6,8	-0,8	-10,5
Рось	10,0	34	40,59	3,8	-3,8	-50,0
Зоря ланів	8,3	32	46,88	7,0	-0,6	-7,9
Зорепад	8,3	38	47,89	4,7	-2,9	-38,2
Легенда	7,6	28	40,00	2,9	-4,7	-61,8
Розумниця	8,2	41	41,71	6,8	-0,8	-10,5
Муза білоцерківська	8,5	28	41,07	4,3	-3,3	-43,4
Квітка полів	9,7	34	46,18	4,5	-3,1	-40,8
Співанка поліська	8,9	32	47,81	5,1	-2,5	-32,9
Полісянка	9,3	28	45,00	4,0	-3,6	-47,4
Романівна	8,5	31	44,19	3,8	-3,8	-50,0
Водограй	7,7	30	41,00	3,0	-4,6	-60,5
Красвид	8,4	32	43,13	3,5	-4,1	-53,9
Аналог	8,7	33	50,30	6,1	-1,5	-19,7
Русява	8,2	34	47,35	6,0	-1,6	-21,1
Миролюбна	8,2	28	47,14	5,8	-1,8	-23,7
Престижна	7,7	30	40,33	4,4	-3,2	-42,1
Пирятинка	8,2	24	45,42	4,1	-3,5	-46,1
Ефектна	9,2	22	47,73	2,3	-5,3	-69,7
Колорит	8,4	28	42,86	3,1	-4,5	-59,2
Антрада	9,5	43	46,28	3,4	-4,2	-55,3
Балітус	9,2	32	39,69	5,5	-2,1	-27,6
Комбін	8,4	35	48,29	6,2	-1,4	-18,4
Ізоцель	8,6	38	44,47	6,8	-0,8	-10,5
НІР	0,3	1,5	1,4	0,5		

В травні відмічалися кризові метеорологічні умови для рослин сільськогосподарських культур. За весь місяць загальна сума опадів становила лише 2,0 мм, що 55 мм менше за середньо багаторічний показник. Середньомісячна температура повітря становила 15,5 °С, що на 0,2 °С більше за середньо багаторічний показник, що призвело до дуже сильної посухи, і як наслідок настання колосіння рослин озимої пшениці відмічене щонайменше за тиждень раніше ніж зазвичай, тобто на другу декаду травня. Саме в цей період спостерігалися нічні заморозки, що призвели до часткової загибелі рослин зернових культур.

Дуже сильна посуха, яка продовжувалася першу половину червня призвела до раннього досягання рослин озимих та ярих зернових культур. 15–16 червня випало 79,2 мм дощу, загалом за цей місяць сума опадів становила 91,0, що на 40 мм більше за багаторічний показник. Середньомісячна температура повітря становила 23,0 °С, що на 3,6 °С більше за середньо багаторічний показник, ГТК за період від 1 по 14 червня становило 0,04, в середньому за місяць ГТК – 1,3, відносна вологість повітря – 76,2 %.

Такі погодні умови не дозволили рослинам сформувати достатню кількість продуктивних стебел. Більша кількість сортів екологічного сорто випробування за коефіцієнтом продуктивного кушіння поступилася сорту-стандарту. Найвищий коефіцієнт продуктивного кушіння у досліді був у сорту Юзовська – 2,7.

Показники структури врожаю 2024 року наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

**Показники структури урожаю сортів пшениці озимої
екологічного сорто випробування, 2024 р.**

Назва сорту	Довжина колосу, см	Кількість зерен у колосі, шт.	Маса 1000 зерен, г	Урожайність, т/га	Прибавка	
					т/га	%
1	2	3	4	5	6	7
Перевага	6,4	22	39,6	4,1	-0,8	-16,3
Перепілка	5,8	27	41,5	3,6	-1,3	-26,5
Понтійка	6,6	32	43,5	3,7	-1,2	-24,5
Дума	6,4	29	41,7	4,5	-0,4	-8,2
Пилипівка	6,4	33	46,1	4,8	-0,1	-2,0
Пейзаж	6,2	34	37,4	4,5	-0,4	-8,2
Кругозір	5,8	29	39,4	3,3	-1,6	-32,6
Дачнянка	5,9	31	40,8	2,8	-2,1	-42,9
Херсонська б/о	6,4	30	43,5	4,6	-0,3	-6,1
Росинка	6,2	30	41,8	2,8	-2,1	-42,9
Бургунка	5,8	29	38,3	1,8	-3,1	-63,3
Конка	6,2	34	43,3	3,5	-1,4	-28,6
Кохана	5,5	26	39,4	1,7	-3,2	-65,3
Кошова	6,1	31	38,5	3,3	-1,6	-32,6
Леда	6,5	32	41,0	3,3	-1,6	-32,6
Марія	5,3	25	40,6	2,7	-2,2	-44,9
Овідій	5,7	27	48,5	3,8	-1,1	-22,4
Донецька 48	6,2	25	47,4	4,9	-	-
Вежа	6,4	30	45,7	6,5	1,6	32,6
Новинка	5,7	26	47,2	4,5	-0,4	-8,1
Юзовська	6,2	26	48,5	7,0	2,1	42,9
Ігриста	5,7	26	39,7	3,6	-1,3	-26,5
Перемога	6,1	28	46,3	5,2	0,3	6,1
Диво донецьке	5,8	27	47,4	4,9	0	0
Богиня	5,9	27	40,9	3,6	-1,3	-26,5
Олексіївка	5,5	25	42,6	3,4	-1,5	-30,6
Краплинка	6,9	37	47,8	3,8	-1,1	-22,4

Закінчення табл. 2

1	2	3	4	5	6	7
Білосніжка	5,7	30	44,3	3,5	-1,4	-28,6
Попелюшка	5,5	26	44,8	6,1	1,2	24,5
Сетар	5,5	26	46,6	3,3	-1,6	-32,6
Хвиля Дніпра	5,8	28	49,7	4,2	-0,7	-14,2
Золото Степу	6,0	27	49,1	4,3	-0,6	-12,2
Санжара	6,5	32	46,0	4,0	-0,9	-18,4
Сагайдак	5,5	24	44,7	4,0	-0,9	-18,4
Вільшана	5,0	23	41,7	2,1	-2,8	-57,1
Оржиця нова	6,5	33	45,4	5,2	0,3	6,1
Самара-2	5,3	28	40,6	2,5	-2,4	-49,0
Вигадка	5,2	20	43,6	2,2	-2,7	-55,1
Краса ланів	5,5	30	40,0	3,1	-1,8	-36,7
Принада	5,7	26	42,2	2,7	-2,2	-44,9
Диво харківське	6,3	32	43,3	4,4	-0,5	-10,2
Патріотка	6,0	24	39,3	3,9	-1,0	-20,4
Привітна	6,9	30	46,8	5,3	0,4	8,2
Метелиця харківська	5,9	26	40,9	3,4	-1,5	-30,6
Запашна	6,2	27	44,7	3,9	-1,0	-20,4
Здобна	5,3	22	43,2	4,0	-0,9	-18,4
Гайок	5,5	25	46,5	2,6	-2,3	-46,9
Гармоніка	5,2	27	37,6	1,6	-3,3	-67,4
Проня	7,0	35	42,0	3,7	-1,2	-24,5
Мавка ІР	6,7	38	41,3	4,3	-0,6	-12,2
Мазурок	7,0	27	40,6	2,4	-2,5	-51,0
Лірика білоцерківська	5,8	26	46,9	4,5	-0,4	-8,1
Рось	5,8	30	47,9	3,0	-1,9	-38,8
Зоря ланів	5,3	22	40,0	1,9	-3,0	-61,2
Зорепад	5,7	33	41,7	4,4	-0,5	-10,2
Легенда	6,0	22	41,1	2,8	-2,1	-42,9
Розумниця	6,8	27	46,2	2,9	-2,0	-40,8
Муза білоцерківська	6,2	26	47,8	3,3	-1,6	-32,7
Квітка полів	6,5	22	45,0	2,5	-2,4	-49,0
Співанка поліська	6,0	25	44,2	2,5	-2,4	-49,0
Полісянка	5,4	24	41,0	1,9	-3,0	-61,2
Романівна	5,9	26	43,1	2,2	-2,7	-55,1
Водограй	6,1	26	50,3	3,9	-1,0	-20,4
Красвид	5,7	27	47,4	3,8	-1,1	-22,4
Аналог	5,7	22	47,1	3,7	-1,2	-24,5
Русява	5,4	24	40,3	2,8	-2,1	-42,9
Миролюбна	5,7	19	45,4	2,6	-2,3	-46,9
Престижна	6,4	18	47,7	1,5	-3,4	-69,4
Пириятинка	5,9	22	42,9	2,0	-2,9	-59,2
Ефектна	6,7	34	46,3	2,5	-2,4	-49,0
НІР	0,3	1,5	1,4	0,5		

За довжиною колосу найбільше відзначилися сорти: Рось, Проня (7,0 см), Краплина (6,9 см), Привітна (6,9 см), Розумниця (6,8 см).

За кількістю зерен у колосі всі сорти перевищили стандарт окрім Перевага, Сагайдак, Вільшанка, Вигадка, Здобна, Легенда, Муза білоцерківська, Полісянка, Миролюбна, Пірятинка, Ефектна, Колорит.

Найвища маса 1000 зерен була у сорту Водограй – 50,3 г.

Найбільшу прибавку зерна до стандарту забезпечив сорт Юзовська (42,9 %). Високий рівень врожайності також забезпечили сорти Привітна, Оржиця нова, Диво донецьке, Перемога, Вежа, Попелюшка.

Висновки. Дослідження сортів пшениці озимої м'якої різних селекційних установ у 2022–2024 рр. в мінливих умовах середовища виявили їх генетичний потенціал урожайності. Виділено сорти Привітна, Оржиця нова, Диво донецьке, Перемога, Вежа, Попелюшка як ті, що забезпечили стабільний високий рівень врожайності за різні кліматичні умови. Найбільшу прибавку зерна до сорту-стандарту забезпечив сорт Юзовська (43,4 % у 2023 році та 42,9 % у 2024 році).

За результатами екологічного сортовипробування ці високоврожайні, найбільше пристосовані сортозразки для вирощування в умовах південно-східного Степу України слід застосовувати для подальшого їх використання як вихідного селекційного матеріалу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Литвиненко М. А. Створення сортів пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.), адаптованих до змін клімату на Півдні України. *Зб. наук.праць СІП – НЦНС*. 2016. Вип. 27 (67). С. 36–53.
2. Комобакін В. Кліматичні зміни та їх наслідки. *Farmer*. 2008. Вип. 2 (11). С. 11–12.
3. Bondareva O., Vashchenko V. *Селекція зернових культур в умовах нестійкого зволоження північно-східного Степу України*. Priority areas for development of scientific research: domestic and foreign experience: collective monograph. Riga, Latvia: "Baltija Publishing", 2021. С. 130–152. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-049-0-37>.
4. Циліурік О. І. Вплив попередників, добрив та погодних умов на продуктивність та якість зерна озимої пшениці в умовах підзони північного Степу України. *Наукові праці Полтавської держ. аграр. акад.* 2005. Т.4 (23). С. 230–235.
5. Просунко В. М. Як впливатиме зміна клімату на рослинництво. *Селекція і насінництво*. 2006. № 93. С. 3–20.
6. Базалій В. В., Ларченко О. В., Лавриненко Ю. О., Базалій Г. Г. Адаптивний потенціал сортів залежно від умов вирощування. Фактори експериментальної еволюції організмів. Київ Логос, 2009. Т. 6. С. 272–276.
7. Pawan Kumar Saini, S. V. Singh, R. K. Yadav, Lokendra Singh, Shweta, S. K. Singh, Harshit Tripathi, Swapnil Dwivedi, Utkarsh Tiwari. Genetic Variability and Selection Parameters for Yield and Its Contributing Traits in Bread Wheat (*Triticum aestivum* L. em. Thell). *J. Plant Soil Sci.* 2024. 36(5). 240–252. DOI: 10.9734/IJPSS/2024/v36i54522
8. Чугрій Г. А., Вискуб Р. С., Вінюков О. О. Біометричні показники рослин пшениці озимої різних селекційних центрів в умовах східної частини Північного Степу. *Аграрні інновації*. 2021. № 6. С. 50–56. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.6.9>
9. Вискуб Р.С., Ващенко В.В., Бондарева О.Б. Адаптивна селекція зернових культур в умовах південно-східного Степу України. *Climate-smart agriculture: science and practice*: Scientific monograph. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2023. Р. 326–344. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-389-7-16>

10. Ващенко В. В., Ковалевська Н. І., Шевченко О. О., Лобко Т. К., Бережна Л. А. *Адаптивна селекція в умовах північної підзони Степу України*. Розвиток Придніпровського регіону: агроекологічний аспект: монографія. Дніпро: Ліра, 2021. 199 с. <http://dspace.dsau.dp.ua/jspui/handle/123456789/5533>
11. Korkhova M., Smirnova I., Panfilova A., Bilichenko O. Productivity of winter wheat depending on varietal characteristics and pre-sowing treatment of seeds with biological products. *Scientific Horizons*. 2023. 26(5). P. 65–75. DOI: 10.48077/scihor5.2023.65.
12. Базалій В. В., Домарацький Є. О., Базалій Г. Г., Корхова М. М., Ларченко О. В., Кириченко Н. В., Панфілова А. В. Наукові основи селекції озимої пшениці на агроекологічну адаптивність: монографія. Миколаїв : МНАУ, 2024. 244 с.
13. Хоменко Л. О., Сандецька Н. В. Джерела комплексної стійкості пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) у селекції на адаптивність. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. 14 (3). 270–276. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.3.2018.145289>
14. Самойлик М. О., Устинова Г. Л., Лозінський М. В., Корхова М. М., Уліч О. Л. Оцінка врожайних та адаптивних властивостей нових сортів пшениці м'якої озимої. *Вісник аграрної науки*. 2023. № 2 (839). С. 34–42. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202302-05>
15. Din A., Ahmad M., Watto F. M., Ahmed S., Ali I. and Shah M. K.N. (2020). Drought tolerance screening in thirty common wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. *Sarhad J. Agric*. 36. 168–177. doi: 10.17582/journal.sja/2020/36.1.168.177
16. Овсяк Ф., Ващенко В.В., Шевченко О.О. Випробування нових сортів пшениці м'якої озимої в екологічних умовах дослідного господарства «Дніпро» ДУ ІЗК НААН України. *Роль науково-технічного забезпечення розвитку агропромислового комплексу в сучасних ринкових умовах: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції*. Дніпро, ДУ Інститут зернових культур, 25 лютого, 2021 р. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2021. С. 227–229.
17. Захарчук О. В., Ткачик С. О., Сиплива Н. О. Голіченко Н. Б., Линчак Н. Б., Ковальчук Є. С. Удосконалення практики сортовипробування в Україні з огляду на міжнародний досвід. *Plant Varieties Studying and protection*. 2024. № 20 (2). С. 127–134. doi: 10.21498/2518-1017.20.2.2024.304091
18. Методика проведення експертизи та державного випробування сортів рослин зернових круп'яних та зернобобових культур. *Охорона прав на сорти рослин: офіційний бюлетень / за ред. Волкодав В.* Київ: Алефа, 2003. 214 с.
19. Літун П. П., Белкін О. О., Білянський О. І. Пакет прикладних програм ППП «ОСГЭ». Харків: ІР ім. В. Я. Юр'єва, 1992.

УДК 633.853.34:631.615

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.8>

УДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО У ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Гинга Д.Е. – аспірант кафедри рослинництва,
Уманський національний університет
orcid.org/0009-0006-0705-8792

Вишневецька Л.В. – к.с.-г.н.,
доцент кафедри рослинництва,
Уманський національний університет
orcid.org/0000-0001-9470-9050

Кравченко В.С. – к.с.-г.н., доцент,
завідувач кафедри рослинництва,
Уманський національний університет
orcid.org/0000-0003-4873-5367

В умовах зростаючої інтенсифікації аграрного виробництва особливого значення набувають дослідження, спрямовані на розробку ефективних моделей технологій вирощування сільськогосподарських культур у межах самовідновлюваних систем землеробства. Такі системи орієнтовані на раціональне використання природних законів і наявного біокліматичного потенціалу регіону. Вони повинні забезпечувати збереження та підвищення родючості ґрунтів, ефективне використання атмосферних опадів і вологи, що накопичується, а також сприяти підвищенню врожайності зерна кукурудзи.

У контексті кліматичних змін, виснаження ґрунтових ресурсів та зростання потреб у продовольстві, особливо актуальним є удосконалення технологічних рішень саме для вирощування кукурудзи – культури з високим потенціалом продуктивності. Правобережний Лісостеп України характеризується специфічними ґрунтово-кліматичними умовами, які потребують адаптивного підходу до агротехніки, зокрема вибору гібридів, систем удобрення, способів обробітку ґрунту та біологізації процесів вирощування. Проведення комплексних досліджень у цьому напрямі дозволить не лише підвищити економічну ефективність виробництва кукурудзи, а й зберегти довкілля та біорізноманіття агроєкосистем регіону.

Мета дослідження – удосконалення технологічних елементів вирощування кукурудзи на зерно в умовах Правобережного Лісостепу України з урахуванням біокліматичних особливостей регіону, сучасних вимог до екологічної безпеки та ефективності землеробства.

У роботі проведено аналіз агротехнічних елементів технології вирощування кукурудзи на зерно в умовах Правобережного Лісостепу України. Узагальнено результати досліджень щодо впливу способів основного обробітку ґрунту та застосування стимуляторів росту на продуктивність культури. Встановлено, що найвищу врожайність забезпечує оранка на глибину 27 см (у середньому 91,7 ц/га за 2022–2024 рр.), особливо у поєднанні з листовими підживленнями на основі гуматів. Дискування на 15 см виявилось найменш ефективним. Зроблено висновок про доцільність адаптації технологічних рішень до регіональних ґрунтово-кліматичних умов задля підвищення стабільності та ефективності вирощування кукурудзи.

Ключові слова: кукурудза на зерно, технологія вирощування, Правобережний Лісостеп, агротехнічні заходи, біопрепарати, екологічна ефективність.

Ginga D.E., Vyshnevskaya L.V., Kravchenko V.S. Improvement of maize grain cultivation technology elements in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine

In the context of increasing intensification of agricultural production, research aimed at developing effective models of crop cultivation technologies within self-sustaining farming systems is gaining particular importance. These systems focus on the rational use of natural laws

and the existing bioclimatic potential of the region. They are intended to ensure the preservation and enhancement of soil fertility, efficient use of atmospheric precipitation and accumulated moisture, as well as promote higher grain maize yields.

In the face of climate change, depletion of soil resources, and growing food demands, improving technological solutions specifically for maize cultivation – a crop with high productivity potential – is especially relevant. The Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine is characterized by specific soil and climatic conditions that require an adaptive approach to agronomy, particularly in the selection of hybrids, fertilization systems, soil tillage methods, and the biologization of cultivation processes. Conducting comprehensive research in this direction will not only enhance the economic efficiency of maize production but also help preserve the environment and biodiversity of regional agroecosystems.

Objective – to improve the technological elements of grain maize cultivation in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine, taking into account the bioclimatic features of the region, current environmental safety requirements, and farming efficiency.

The paper presents an analysis of agrotechnical elements in maize grain cultivation technology under the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. Research data were summarized regarding the impact of primary soil tillage methods and the use of growth stimulants on crop productivity. It was established that plowing to a depth of 27 cm ensures the highest yield (an average of 9.17 t/ha for 2022–2024), especially when combined with foliar feeding based on humic substances. Disking to a depth of 15 cm proved to be the least effective. The study concludes that adapting technological solutions to regional soil and climatic conditions is essential for improving the stability and efficiency of maize production.

Key words: grain maize, cultivation technology, Right-Bank Forest-Steppe, agrotechnical measures, biopreparations, environmental efficiency.

Постановка проблеми. Сільське господарство України відіграє ключову роль у забезпеченні виробництва рослинної продукції. Завдяки сприятливим кліматичним умовам, великим площам сільськогосподарських угідь і давнім аграрним традиціям, Україна продовжує активно розвивати вирощування різноманітних культур, зокрема кукурудзи.

Однак сучасне агровиробництво стикається з низкою викликів – зміна клімату, підвищення ефективності виробництва та необхідність екологізації агротехнологій. В умовах цих викликів інтеграція новітніх технологій, дотримання екологічних стандартів та адаптація до світових змін стають важливими аспектами сталого розвитку агросектору [11, 13].

Кукурудза (*Zea mays* L.) є однією з найважливіших зернових культур, яка вирізняється високою врожайністю та універсальністю використання [10, 12, с. 169–178]. Зерно кукурудзи широко застосовується для продовольчих (до 20%), технічних (15–20%) і, насамперед, кормових (60–65%) цілей. Завдяки високому вмісту енергії – 1,34 кормових одиниці та 78 г перетравного протеїну на кілограм зерна – кукурудза значно переважає інші зернові, такі як овес, ячмінь і жито.

Упродовж останніх років площі під кукурудзою в Україні стабільно зростають. За даними 2024 року, посівні площі кукурудзи на зерно склали понад 4,3 млн га, а валовий збір – близько 28 млн тонн. Середня врожайність становила 6,5 т/га, проте в регіонах із достатнім зволоженням, зокрема у Правобережному Лісостепу, вона досягала 10–12 т/га, а за умов краплинного зрошення – до 18–20 т/га [3].

Основними областями, де зосереджене вирощування кукурудзи, залишаються Вінницька, Черкаська, Полтавська, Кіровоградська, а також Тернопільська. Умови Правобережного Лісостепу сприятливі для інтенсивного виробництва зерна кукурудзи, однак існує потреба в удосконаленні окремих елементів технології вирощування, зокрема щодо сортової політики, удобрення, обробітку ґрунту та системи захисту.

Підвищення ефективності агротехнічних прийомів в умовах змін клімату та обмеженості ресурсів є актуальним завданням сучасного сільського господарства.

Рациональне використання агресурсів дозволить забезпечити стабільну високу врожайність, зберегти родючість ґрунтів і підвищити рентабельність виробництва кукурудзи.

Аналіз останніх досліджень. Останніми роками у науковій літературі значно зросла увага до удосконалення елементів технології вирощування сільськогосподарських культур, зокрема – кукурудзи як однієї з найбільш продуктивних зернових культур. Вчені, зокрема Дзюбецький Б.В. [4], Черенков А.В. [9], Бабич А.О. [2, с. 536], Сайко В.Ф. [8, с. 44], Петриченко В.Ф. [7], Лихочвор В.В. [6, с. 730], наголошують на зростаючій залежності врожайності сільськогосподарських культур та удосконаленні елементів технології вирощування. Збільшення кількості посушливих сезонів у Лісостепу України зумовлює зниження ефективності традиційних агротехнологій і вимагає їх удосконалення [5, с. 67–76].

Кукурудза залишається стратегічною культурою для аграрного сектору України, вирощується в усіх кліматичних зонах, і при цьому її потенціал урожайності, за дотримання всіх технологічних умов, може сягати 17–25 т/га, особливо в регіонах з достатнім зволоженням або за використанням систем зрошення. Проте нестабільність кліматичних умов, дефіцит органічної речовини, деградація ґрунтів, зростання біотичних ризиків (шкідники, хвороби) – усе це зумовлює необхідність подальших наукових досліджень, спрямованих на удосконалення технологій вирощування.

Нові дослідження, проведені у 2022–2024 роках, зосереджуються на розробці ефективних агротехнічних прийомів для підвищення стійкості кукурудзи до різних стресів. Особлива увага приділяється вибору гібридів з високою адаптивністю, оптимізації строків сівби, застосуванню мікродобрив і біопрепаратів, а також технологіям точного землеробства. Роботи українських учених доповнюються результатами міжнародних досліджень, зокрема в США, Франції та Румунії, де середня врожайність кукурудзи сягає 9–10 т/га.

Незважаючи на високу цінність кукурудзи як кормової, технічної та продовольчої культури, існує потреба в розробці регіонально адаптованих моделей вирощування, які враховують особливості ґрунтово-кліматичних умов Правобережного Лісостепу, сучасні виклики, пов'язані з кліматичними змінами, та забезпечують стабільно високі врожаї при збереженні родючості ґрунтів.

Метою досліджень є наукове обґрунтування та удосконалення окремих елементів технології вирощування кукурудзи на зерно в умовах Правобережного Лісостепу України.

Матеріали і методи досліджень. У процесі роботи над темою «Удосконалення елементів технології вирощування кукурудзи на зерно у Правобережному Лісостепу України» проводилися збір інформації та аналіз наукових джерел, що висвітлюють особливості вирощування кукурудзи у відповідній природно-кліматичній зоні. Основну увагу було зосереджено на вивченні сучасних підходів до оптимізації технологічних прийомів, включаючи агротехнічні заходи, застосування добрив, особливості захисту рослин від біотичних та абіотичних факторів, а також способи підвищення урожайності культури.

Під час аналізу враховувалися результати попередніх польових та лабораторних досліджень, опубліковані у фаховій літературі, а також дані з відкритих наукових джерел. Отримана інформація систематизувалася з метою виявлення ефективних рішень, придатних для впровадження в умовах Правобережного Лісостепу України.

Виклад основного матеріалу дослідження. У процесі аналізу наукових джерел, присвячених удосконаленню елементів технології вирощування кукурудзи на зерно в умовах Правобережного Лісостепу України, було узагальнено дані щодо

впливу окремих агротехнічних прийомів на урожайність культури. Основну увагу зосереджено на практичних аспектах впровадження технологічних рішень, що забезпечують адаптацію вирощування кукурудзи до конкретних ґрунтово-кліматичних умов регіону.

Окремі науковці звертають увагу на вплив морфологічних та фізіологічних особливостей кукурудзи на результативність вирощування. У межах досліджень аналізувалися ознаки, що характеризують життєздатність і продуктивність рослин, а також їхній зв'язок з умовами вирощування. Це дозволило окреслити коло факторів, що мають вирішальне значення при формуванні високопродуктивних посівів [1, с. 3–12; 3, с. 35–39].

Дослідження проводилися в кліматичній зоні Правобережного Лісостепу України. Урожайність зерна визначали на стадії повної стиглості. Погодні умови значно впливали на перебіг вегетаційного періоду кукурудзи, починаючи з моменту сівби. Зокрема, у Хмельницькому районі Вінницької області, де здійснювався аналіз, весна 2024 року відзначалася нетиповими погодними коливаннями. Квітень був аномально холодним – найнижчі температури за останні десятиліття. У деяких місцях фіксувалося тимчасове повернення снігового покриву висотою 2–4 см у періоди 8–10 та 23–25 квітня.

У травні переважала прохолодна дощова погода. В окремі ночі температура повітря знижувалася до незначних мінусових показників, що створювало ускладнені умови для початкового розвитку рослин. Сівбу кукурудзи на дослідних ділянках було здійснено у другій декаді травня, коли запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту перебували на оптимальному рівні – близько 160 мм.

Аналіз наукових джерел свідчить, що одним із напрямів удосконалення технології вирощування кукурудзи на зерно є поєднання оптимального способу основного обробітку ґрунту та застосування стимуляторів росту. У двофакторних дослідженнях вивчали вплив цих двох ключових елементів на розвиток рослин і продуктивність культури.

Фактор А – способи основного обробітку ґрунту:

- оранка на глибину 25–27 см;
- глибоке розпушування на аналогічну глибину;
- дискування на 12–14 см;
- смуговий обробіток (Strip-till) на 25–27 см.

Фактор В – застосування стимуляторів росту у фазу 3–5 листків кукурудзи:

- контроль (без стимуляторів);
- гуміфілд;
- фульвітал Плюс.

Результати свідчать, що смуговий обробіток (Strip-till) у поєднанні з використанням біостимуляторів, зокрема препаратів на основі гуматів та фульвових кислот, позитивно впливає на формування біомаси та зернової частини кукурудзи. Це пов'язано зі створенням сприятливих умов для росту кореневої системи, кращим збереженням вологи та підвищенням ефективності використання мінерального живлення.

Також було встановлено, що оптимальна густина посіву для умов Правобережного Лісостепу становить близько 60 тис. рослин/га, з урахуванням агрокліматичних умов року. Глибина загортання насіння повинна становити від 6 до 10 см залежно від вологості ґрунту. Внесення листових підживлень органічними стимуляторами є ефективним засобом підвищення продуктивності культури. Такі препарати, як гумати або комплекси мікроелементів, сприяють кращому засвоєнню поживних речовин, розвитку вегетативної маси та закладанню генеративних органів.

На основі проведеного аналізу врожайності кукурудзи за три роки (2022–2024 рр.) встановлено, що найвищу продуктивність забезпечувала оранка на глибину 27 см – середня врожайність становила 91,7 ц/га. Застосування цього способу обробітку дозволило отримати стабільно високі врожаї. Найменш ефективним виявилось дискування ґрунту на глибину 15 см, де врожайність складала 80,7 ц/га і спостерігалася певна нестабільність показників у порівнянні з іншими методами обробітку. Таким чином, вибір оптимального способу основного обробітку ґрунту є важливим фактором успішного вирощування кукурудзи (Таблиця 1).

Таблиця 1

Показники продуктивності зерна кукурудзи (середні дані за 2022–2024 рр.)

Спосіб обробітку ґрунту	2022 р.	2023 р.	2024 р.	Середнє за 2022–2024 рр., ц/га
Оранка на глибину 27 см	92,1	91,4	91,5	91,7
Чизельний обробіток на глибину 45 см	89,0	89,3	89,4	89,3
Дискування на глибину 15 см	80,4	80,6	80,8	80,7
НІР _{0.05}	2,26	1,99	2,20	2,07

Результати досліджень з вирощування кукурудзи та впливу методів обробітку ґрунту висвітлюють важливі аспекти удосконалення агротехніки у Правобережному Лісостепу України. Проведені експерименти показали, що оранка на глибину 27 см є оптимальним способом основного обробітку для забезпечення високої врожайності та якості зерна кукурудзи. Цей метод сприяв не лише підвищенню врожайності, а й покращенню хімічного складу зерна, зокрема збільшенню вмісту крохмалю, що є важливим у контексті використання зерна для біопалива.

У той же час, використання чизельного обробітку на глибину 45 см і дискування на 15 см виявилися менш ефективними. Ці способи обробітку ґрунту призводили до зниження врожайності та зменшення якісних показників зерна.

Таким чином, удосконалення елементів технології вирощування кукурудзи шляхом вибору ефективного способу обробітку ґрунту та застосування ростостимулюючих препаратів дозволяє підвищити урожайність культури та забезпечити її стабільний розвиток у змінних кліматичних умовах Правобережного Лісостепу України.

Висновки. У результаті проведеного аналізу наукових джерел та узагальнення даних експериментальних досліджень було встановлено, що ефективність вирощування кукурудзи на зерно в умовах Правобережного Лісостепу України значною мірою залежить від правильного поєднання агротехнічних прийомів. Серед основних елементів технології вирішальне значення має вибір способу основного обробітку ґрунту та застосування стимуляторів росту.

Дослідження показали, що оранка на глибину 27 см забезпечує найвищу та стабільну врожайність кукурудзи – в середньому 91,7 ц/га за три роки (2022–2024 рр.), водночас сприяючи покращенню якісних показників зерна, зокрема вмісту крохмалю. У поєднанні з листовими підживленнями на основі гуматів та фульвових кислот, цей метод обробітку створює сприятливі умови для розвитку рослин та раціонального використання вологи й мінерального живлення.

Найменш ефективним способом основного обробітку виявилось дискування на 15 см, що призводило до зниження врожайності та меншої стабільності

результатів. Застосування чизельного обробітку також поступалося за ефективністю класичній оранці.

Таким чином, удосконалення технології вирощування кукурудзи в регіоні має ґрунтуватися на науково обґрунтованому підході до вибору агротехнічних рішень, адаптованих до конкретних ґрунтово-кліматичних умов. Запровадження рекомендованих технологічних елементів дає змогу підвищити урожайність, поліпшити якість зерна та забезпечити стабільне виробництво культури у змінних умовах Правобережного Лісостепу України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Аверчев О. В., Іванів М. О., Лавриненко Ю. О. Індекси врожайності та ефективної продуктивності у гібридів кукурудзи різних груп ФАО за різних способів поливу та вологозабезпеченості в посушливому степу України. Таврійський науковий вісник. 2020. № 114. С. 3–12. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.1>.
2. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Засуха, суховій і пилова буря в Україні в період глобальних змін клімату. Вінниця : ТОВ «Видавництво-друкарня ДІЛО», 2014. 536 с. : іл. 99.
3. Господаренко Г. М., Любич В. В., Леонова К. П., Стоцький В. В. Вплив вапнування чорнозему опідзоленого та удобрення на врожайність кукурудзи. Аграрні інновації. 2022. № 13. С. 35–39.
4. Дзюбецький Б. В. Якому гібриду віддати перевагу? Сільський час. 1999. 7 травня. (Агрощоденник).
5. Коваленко І. М., Масік І. М. Вплив технології вирощування кукурудзи на зерно на продуктивність та економічну ефективність в умовах Лівобережного Лісостепу України. Таврійський науковий вісник. Серія : Сільськогосподарські науки. 2018. № 99. С. 67–76.
6. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Рослинництво : сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів : НВФ «Українські технології», 2006. 730 с.
7. Петриченко В. Ф., Колісник С. І., Панасюк О. Я., Єрмолаєв М. М. Продуктивність кукурудзи залежно від глибини оранки на різних системах удобрення в Лісостепу України. Землеробство : зб. наук. праць ВНАУ. 2012. № 63, вип. 4. URL: <http://repository.vsau.org/getfile.php/5085.pdf> (дата звернення: 27.04.2025).
8. Сайко В. Ф., Малієнко А. М. Системи обробітку ґрунту в Україні. Київ : ВД «ЕКМО», 2007. 44 с.
9. Черенков А. В., Циков В. С., Дзюбецький Б. В. Інтенсифікація технологій вирощування кукурудзи на зерно (практичні рекомендації). Дніпро : ДУ Інститут сільськогосподарства степової зони, 2012. 64 с.
10. Adhikari R. K., Wang T., Jin H., Ulrich-Schad J. D., Sieverding H. L., Clay D. Farmer perceived challenges toward conservation practice usage in the margins of the Corn Belt, USA. Renewable Agriculture and Food Systems. 2023. Vol. 38. Article e14. DOI: 10.1017/S1742170523000042.
11. Auzins A., Leimane I., Krievina A., Morozova I., Miglavs A., Lakovskis P. Evaluation of environmental and economic performance of crop production in relation to crop rotation, catch crops, and tillage. Agriculture. 2023. Vol. 13, No. 8. Article 1539. DOI: 10.3390/agriculture13081539.
12. Dumych V., Bova D., Krupych O. The influence of tillage systems on the efficiency of growing corn for grain. Technical and Technological Aspects of Development and Testing of New Machinery and Technologies for Agriculture of Ukraine. 2023. Vol. 31(45). P. 169–178. DOI: 10.31473/2305-5987-2022-2-31(45)-16.
13. Kovács G. P., Simon B., Balla I., Bozók B., Dekemati I., Gyuricza C., Percze A., Birkás M. Conservation tillage improves soil quality and crop yield in Hungary. Agronomy. 2023. Vol. 13, No. 3. Article 894. DOI: 10.3390/agronomy13030894.

УДК 631.811.98:631.559:633/635(477)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.9>

АНАЛІЗ ВПЛИВУ БІОСТИМУЛЯТОРІВ НА ПІДВИЩЕННЯ ВРОЖАЙНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ЗА УМОВ ПОСУХИ

Глеваський В.І. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри генетики, селекції і насінництва,

Білоцерківський національний аграрний університет

orcid.org/0000-0002-3939-7215

Тимчий К.І. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри біотехнології та безпеки життєдіяльності,

Навчально-науковий інститут «Український хіміко-технологічний університет»

Українського державного університету науки і технологій

orcid.org/0000-0003-4141-6224

Лапчинський В.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри садівництва і виноградарства,

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

orcid.org/0000-0002-8367-6334

У статті здійснено комплексний аналіз сучасних наукових підходів до застосування біостимуляторів у сільському господарстві. Посуха є серйозною загрозою для глобального виробництва сільськогосподарських культур, оскільки негативно впливає на їхній ріст та продуктивність. Крім безпосереднього уповільнення росту, вона також змінює хімічні, фізичні та біологічні властивості ґрунту, що позначається на загальному стані рослин і здоров'ї ґрунтового середовища. Розкрито сутність біостимуляторів як природних або напівсинтетичних сполук, здатних активізувати фізіолого-біохімічні процеси в рослинах, підвищуючи їхню стійкість до стресових чинників, зокрема до посухи, а також сприяючи росту, розвитку та підвищенню врожайності. Визначено основні типи біостимуляторів: екстракти морських водоростей, гумінові кислоти, мікробні консорціуми, амінокислоти, фітогормони та хелатні мікроелементи. Проаналізовано наукові джерела щодо механізмів їхньої дії, зокрема впливу на фотосинтез, розвиток кореневої системи, синтез гормонів росту, регуляцію водного обміну та антиоксидантного захисту рослин. Також розглянуто ефективність біостимуляторів на прикладі вирощування соняшнику – однієї з основних олійних культур України. Здійснений аналіз свідчить, що застосування таких препаратів, як «Радіфарм» (для обробки насіння) і «Титон Бор Актив» (для позакореневого підживлення), оптимізує живлення рослин, прискорює їхній початковий ріст, покращує формування генеративних органів та забезпечує стабільну врожайність за несприятливих кліматичних умов. Таким чином, результати дослідження підтверджують доцільність і перспективність застосування біостимуляторів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур, особливо в умовах кліматичних змін і підвищеного ризику посух. Встановлено необхідність подальших досліджень для визначення найефективніших типів біостимуляторів залежно від виду сільськогосподарської культури, типу ґрунту та конкретних умов вирощування. Такий підхід дасть змогу сформувати науково обґрунтовані рекомендації щодо їхнього оптимального застосування в різних агрокліматичних зонах України.

Ключові слова: сільське господарство, кліматичні умови, адаптація до стресу, ріст рослин, ефективність препаратів.

Hlevaskiy V.I., Timchyi K.I., Lapchynskiy V.V. Analysis of the impact of biostimulants on increasing the yield of agricultural crops under drought conditions

The article provides a comprehensive analysis of modern scientific approaches to the use of biostimulants in agriculture. Drought is a serious threat to global crop production because it negatively affects their growth and productivity. In addition to directly slowing down growth, it

also changes the chemical, physical and biological properties of the soil, which affects the overall condition of plants and the health of the soil environment. The essence of biostimulants as natural or semi-synthetic compounds capable of activating physiological and biochemical processes in plants, increasing their resistance to stress factors, in particular drought, as well as promoting growth, development and yield increase, has been revealed. The main types of biostimulants are identified: seaweed extracts, humic acids, microbial consortia, amino acids, phytohormones and chelated microelements. Scientific sources on the mechanisms of their action have been analysed, in particular their effect on photosynthesis, root system development, growth hormone synthesis, water metabolism regulation and antioxidant protection of plants. The effectiveness of biostimulants has also been examined using the example of sunflower cultivation, one of Ukraine's main oil crops. The analysis shows that the use of preparations such as Radifarm (for seed treatment) and Titon Bor Active (for foliar feeding) optimises plant nutrition, accelerates their initial growth, improves the formation of generative organs and ensures stable yields under unfavourable climatic conditions. Thus, the results of the study confirm the feasibility and promise of using biostimulants in crop cultivation technologies, especially in conditions of climate change and increased risk of drought. Further research is needed to determine the most effective types of biostimulants depending on the type of crop, soil type and specific growing conditions. This approach will allow the development of scientifically sound recommendations for their optimal use in different agroclimatic zones of Ukraine.

Key words: agriculture, climatic conditions, stress adaptation, plant growth, product efficiency.

Постановка проблеми. В умовах інтенсифікації технологій рослинництва досягнення високої продуктивності новітніх сортів і гібридів сільськогосподарських культур можливе завдяки впровадженню до технологічних схем додаткових біостимуляційних засобів. Особливої актуальності це питання набуває в умовах глобальних кліматичних змін, що призводять до зростання частоти посушливих періодів, зниження вологості ґрунту та атмосферного повітря, що негативно впливає на фізіолого-біохімічні процеси в рослинах та їхню врожайність. Посуха є однією з основних загроз для світового виробництва сільськогосподарських культур, оскільки має негативний вплив на ріст і продуктивність економічно важливих культур. Крім фізичного обмеження росту рослин, такі умови також змінюють хімічні, фізичні та біологічні характеристики ґрунту, що прямо чи опосередковано позначається на стані рослин та здоров'ї ґрунтового середовища. Одним з основних наслідків водного дефіциту, спричиненого сильним стресом від посухи, є зниження активності, чисельності та різноманітності мікробних популяцій у ґрунті, а також зміни у складі їхніх спільнот [1]. Традиційні методи боротьби з наслідками посухи, такі як зрошення або зміна агротехнічних прийомів, не завжди є доступними або ефективними, особливо в умовах обмежених водних ресурсів. У зв'язку з цим зростає інтерес до біостимуляторів – речовин природного або синтетичного походження, здатних активізувати метаболічні процеси в рослинах, посилити їхню адаптацію до стресових чинників середовища, зокрема водного дефіциту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В умовах сучасних викликів для українського сільського господарства, зокрема через російську збройну агресію, важливими стали дослідження, які оцінюють чинники впливу на конкурентоспроможність продукції сільськогосподарських культур і тваринництва. Одним із таких досліджень є робота Ю. Перегуди, у якій проаналізовано вплив російської військової агресії на конкурентоспроможність продукції тваринництва в Україні [2]. Л. Федоришина наголосила на тому, що це є значним викликом для агросектору України, потребує врахування не лише адаптаційних стратегій для продовольчих, але й кормових культур, важливих для тваринництва [3]. Одним із

підходів до підвищення урожайності в стресових умовах, зокрема посухи, є застосування біостимуляторів, здатних активізувати метаболічні процеси в рослинах та підвищити їхню стійкість.

Дослідження вітчизняних та закордонних науковців демонструють, що біостимулятори можуть значно покращити адаптацію рослин до негативних впливів навколишнього середовища. Зокрема, робота В. Алмашової та С. Скок висвітлює роль біопрепаратів і регуляторів росту рослин у забезпеченні високого потенціалу сільськогосподарського виробництва з мінімальним впливом на агроєкосистеми [4]. Ефективність застосування біостимуляторів, зокрема для інкрустації соняшнику, було підтверджено в дослідженні О. Ласло [5]. М. Соломійчук та М. Піковський виявили, що обґрунтований вибір системи біофунгіцидів і стимуляторів росту сприяє збільшенню врожайності сої та зменшенню поширення грибкових хвороб, усуваючи необхідність застосування хімічних препаратів [6]. М. Колесніков та Ю. Пашенко з'ясували, що спільне використання мікробіологічного препарату «Ризогумін» та біостимуляторів («Стимпо», «Регоплант») сприяє збільшенню кількості кореневих бульбочок на горохових рослинах у різних фазах їхнього розвитку [7].

Окремі дослідження підтверджують ефективність біостимуляторів, зокрема екстрактів морських водоростей, у покращенні поглинання поживних речовин і зростанні врожайності сільськогосподарських культур. Так, згідно з результатами досліджень низки авторів, зокрема П. Шукла (P. Shukla), Е. Мантін (E. Mantin), М. Аділ (M. Adil), С. Баджаї (S. Bajpai) та ін. екстракти *Ascophyllum nodosum* демонструють позитивний вплив на фізіолого-біохімічні процеси, пов'язані із живленням, розвитком кореневої системи, фотосинтезом та антиоксидантною активністю рослин. Встановлено, що завдяки вмісту фукоїданів, маніту, ламінарино, а також природних фітогормонів (ауксинів, цитокінінів, гіберелінів), водорості здатні значно підвищувати стійкість культур до несприятливих умов середовища, зокрема до посухи [8].

Таким чином, результати останніх досліджень свідчать про значний потенціал біостимуляторів у покращенні врожайності. Проте, попри прогрес у цій сфері, залишається відкритим питання підвищення стійкості сільськогосподарських культур до посухи.

Постановка завдання. Метою статті є аналіз впливу біостимуляторів на продуктивність сільськогосподарських культур в умовах посухи.

Для досягнення цієї мети було поставлено такі завдання:

- 1) проаналізувати сучасні наукові підходи до застосування біостимуляторів у сільському господарстві;
- 2) вивчити вплив різних типів біостимуляторів на фізіолого-біохімічні показники рослин за умов посухи;
- 3) оцінити ефективність застосування біостимуляторів на прикладі соняшнику шляхом аналізу показників росту, розвитку та врожайності.

Виклад основного матеріалу дослідження. Упродовж тривалого часу заходи боротьби з посухою залишалися традиційними, проте через погіршення кліматичних умов їх уже недостатньо. Сучасні виклики потребують розробки нових технологій для мінімізації негативного впливу на сільськогосподарські культури. Наукові дослідження свідчать, що впродовж останніх 100 років знання про посухи суттєво розширилися, а методи їхнього подолання та усунення наслідків значно вдосконалилися [3, с. 63].

Інтенсифікація агровиробництва часто призводить до зниження родючості ґрунтів та ослаблення стійкості культур до негативних чинників. Застосування

комплексів мікробіологічних препаратів і біостимуляторів у технологіях вирощування сільськогосподарських рослин активізує процеси росту, покращує засвоєння мінеральних речовин і сприяє підвищенню врожайності навіть за несприятливих умов [7, с. 24].

Біостимулятори – це сполуки або мікроорганізми, що впливають на фізіологічні процеси рослин, зокрема сприяють активнішому фотосинтезу, покращують засвоєння поживних речовин і підвищують стійкість до абіотичних чинників [9]. Завдяки цьому рослини здатні повніше реалізувати свій генетичний потенціал і формувати якіснішу сільськогосподарську продукцію.

Біостимулятори впливають на фізіологічні процеси рослини, підвищуючи її стійкість до абіотичних стресів, таких як нестача вологи, посуха та засоленість ґрунту. Наприклад, їхнє застосування на ріпаку сприяє активному розвитку кореневої системи й зміцненню імунітету рослин, що зумовлює їхню кращу адаптацію до несприятливих умов та здатність протистояти хворобам [10].

Можна виділити кілька груп біостимуляторів, які оптимізують взаємодію між рослиною та ґрунтовим середовищем і сприяють продуктивнішому використанню природного потенціалу ґрунтів (рис. 1). Так, екстракти водоростей містять широкий спектр біоактивних речовин, що покращують фізіологічні процеси рослин, зокрема фотосинтез і засвоєння поживних речовин. Гумінові кислоти сприяють покращенню структури ґрунту, підвищенню його родючості й поліпшенню поглинання поживних речовин. Мікробні препарати активізують корисну мікрофлору ґрунту, що також позитивно впливає на ріст і розвиток рослин [11, р. 74].

Серед основних сільськогосподарських культур, що вирощуються в Україні, особливе значення мають зернові, олійні та технічні. До них належать пшениця, ячмінь, кукурудза, соняшник, соя, ріпак, а також картопля та овочі, які відіграють важливу роль у гарантуванні продовольчої безпеки країни та розвитку аграрного сектору.

В умовах зростання кліматичних ризиків важливим напрямом підвищення врожайності є поєднання агротехнологій із біостимуляторами та впровадження у виробництво стійких до стресу культур. Однією з таких є спельта – *Triticum spelta* L., яка завдяки додатковим лускам і природній стійкості до хвороб та шкідників демонструє високу адаптивність до несприятливих кліматичних умов. У поєднанні з біостимуляторами ця культура може забезпечити ще вищий рівень продуктивності, що відкриває нові можливості для органічного та ресурсоефективного землеробства. Досвід вирощування спельти в умовах кліматичного стресу підтверджує ефективність такого підходу й підкреслює важливість застосування біологічно активних препаратів і для інших культур [11]. Зокрема, істотне значення має підвищення посухостійкості однієї з ключових олійних культур – соняшнику.

Україна продовжує утримувати позицію найбільшого виробника насіння соняшнику, яке високо цінується за його продуктивність та економічну вигоду. Соняшник є основним джерелом високоякісної рослинної олії, яка використовується в харчовій промисловості та експортується в багато країн світу. Розглянемо вплив біостимуляторів на врожайність сільськогосподарських культур в умовах посухи на прикладі соняшнику. Для дослідження було обрано два препарати, що мають науково підтверджену ефективність у покращенні стійкості рослин до стресових умов і стимулюванні їхнього росту: «Тітон Бор Актив» та «Радіфарм» (табл. 1).

Мікробні препарати

біостимулятори, що містять живі бактерії та гриби, а також засоби з інактивованими мікроорганізмами чи їхніми метаболітами, сприяють виділенню органічних кислот кореневою системою рослин, завдяки чому розчиняються важкодоступні речовини ґрунту та покращується засвоєння поживних елементів

Амінокислоти та пептиди (білкові гідролізати)

комплекси пептидів і амінокислот, отримані шляхом ферментативного або хімічного розщеплення білків рослинного чи тваринного походження, активізують метаболізм вуглецю та азоту, сприяють їхньому ефективному засвоєнню та регулюють функціонування ферментів фотосинтетичного циклу

Гумати та фульвові кислоти

походять із природних органічних джерел, таких як леонардит, торф, компости та вермикомпости; покращують доступність фосфору та інших поживних елементів, стимулюють транспортування іонів і метаболітів через клітинну мембрану

Екстракти морських водоростей

містять полісахариди, фітогормони та амінокислоти, що стимулюють кореневу систему, регулюють транспірацію та зміцнюють клітинні мембрани, підвищуючи стійкість рослин до стресових умов

Фітогормони

отримані шляхом ферментації або синтезу, стимулюють ріст і розвиток рослин

Мікроелементи

(Al, Co, Se, Si) діють як біостимулятори, активуючи ферментні системи, синтез фітогормонів та терморегуляцію, а фосфіти можуть мати стимулювальні та фунгіцидні властивості

Рис. 1. Види біостимуляторів та їхня дія на сільськогосподарські культури

«Тітон Бор Актив» – препарат, який завдяки синергізму бору, марганцю, молібдену та кобальту, сприяє покращенню обміну речовин у рослинах, підвищенню засвоєння поживних елементів та стимулює фотосинтез. Бор у складі добрива зміцнює клітинні мембрани, запобігаючи втраті їхньої еластичності [12]. «Радіфарм» є комплексом природних біологічно активних речовин, що не лише стимулює укорінення рослин, а й забезпечує їх необхідними ресурсами [13]. Завдяки антистресантам у складі, спрямованим на відновлення пошкодженої кореневої системи, рослини підвищують здатність поглинати вологу.

Таблиця 1

Вплив біостимуляторів на врожайність соняшнику, масу 1000 насінин та висоту рослин

Біостимулятор	Урожайність, ц/га	Маса 1000 насінин, г	Висота рослини, см
Контроль	18,5 ± 0,7	52,1	142 ± 3,1
«Тітон Бор Актив»	21,3 ± 0,6	55,4	148 ± 2,8
«Радіфарм»	24,7 ± 0,8	58,9	154 ± 3,5

Джерело: авторська розробка

Ці біостимулятори мають різні механізми дії та способи внесення. Зокрема, препарат «Радіфарм» застосовувався шляхом передпосівної обробки насіння. Такий спосіб сприяє активації початкових фаз росту рослин, забезпечуючи кращу енергію проростання, особливо в дрібнонасінневих культур (норма внесення – 0,5 л/т). «Тітон Бор Актив» – це мікродобриво на основі хелатного бору з підвищеною біодоступністю, яке вноситься переважно позакореневим методом (обприскуванням по вегетативній масі рослин) (норма внесення – 0,5 л/га).

Ефективність цих біологічних препаратів оцінювалась на посівах гібрида соняшнику «Санрайз» в умовах Півдня України, зокрема в Миколаївській області. Сівба проводилася в оптимальні строки для цієї кліматичної зони – 25 квітня. Норма висіву – 50 тис. насінин на 1 га. Облікова площа експериментальної ділянки складала 1 га, а попередньою культурою для соняшнику була озима пшениця. Спостереження та відбір проб здійснювали згідно із загальноприйнятою методикою [14].

Згідно з отриманими усередненими даними (2022–2024 рр.), застосування біостимуляторів позитивно вплинуло на показники продуктивності соняшнику в умовах посухи. Зокрема, «Тітон Бор Актив» сприяв зростанню врожайності на 15,1 % порівняно з контролем, тоді як «Радіфарм» забезпечив приріст урожайності на 33,5 %. Аналогічна тенденція спостерігається й щодо маси 1000 насінин та висоти рослин. Це свідчить про високу ефективність застосування біостимуляторів як елемента адаптивної технології вирощування соняшнику в посушливих умовах. Більшу ефективність показав біостимулятор «Радіфарм», що пов'язано з його комплексною дією, що охоплює кілька аспектів росту та адаптації рослин до посухи. Цей біостимулятор містить сапоніни, бетаїн, полісахариди та цинк, які покращують кореневу систему рослини та її стійкість до стресових умов [16]. Крім цього, «Радіфарм» активно стимулює утворення нових корінців, збільшуючи площу поглинання води й поживних речовин, що є критично важливим за умов обмеженого водозабезпечення.

Висновки і пропозиції. Сільське господарство є основою економіки України, однак воно постає перед такими викликами, як зміна клімату, виснаження ґрунтів, зниження врожайності. У таких умовах особливої важливості набувають раціоналізація та оптимізація агротехнологій. Узагальнення результатів численних наукових праць дало змогу визначити, що біостимулятори є перспективним інструментом підвищення стресостійкості рослин, який забезпечує оптимізацію їхнього метаболізму, покращення засвоєння елементів живлення та активізацію фізіолого-біохімічних процесів. Оцінка ефективності біостимуляторів на прикладі гібрида соняшнику «Санрайз» в умовах Півдня України показала, що застосування таких препаратів, як «Радіфарм» і «Тітон Бор Актив»,

позитивно впливає на ріст, розвиток та урожайність культури. З огляду на позитивні ефекти застосування зазначених біостимуляторів, рекомендовано оцінити ці два препарати на предмет очікуваних подібних ефектів у майбутніх польових дослідженнях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Impacts of biostimulants on crop yield and biological activity under drought conditions / J. Wadduwage et al. *Journal of Sustainable Agriculture and Environment*. 2024. № 3(1). DOI: <https://doi.org/10.1002/sae2.12093> (date of access: 25.04.2025).
2. Перегуда Ю. Фактори, що впливають на конкурентоспроможність продукції тваринництва в Україні в умовах російської військової агресії. *Менеджмент і підприємництво: тенденції розвитку*. 2022. № 4(22). С. 69-77. DOI: <https://doi.org/10.26661/2522-1566/2022-4/22-06> (дата звернення: 25.04.2025).
3. Федоришина Л. Проблема впливу глобальної зміни клімату на розвиток аграрної галузі в Україні: історичний екскурс. *Scientific Papers of the Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University Series History*. 2024. № 50. С. 60-67. URL: https://www.researchgate.net/publication/388763514_Vpliv_zmini_klimatu_na_rozvitok_agrarnogo_virobnictva (дата звернення: 25.04.2025).
4. Алмашова В. С., Скок С. В. Ефективність використання біологічних та рістрегулюючих препаратів для вирощування сільськогосподарських культур у зоні південного степу України. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The series: Agronomy and Biology*. 2022. № 47(1). С. 11-17. DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.1.2> (дата звернення: 25.04.2025).
5. Ласло О. О. Показники ефективності застосування регуляторів росту рослин у технології вирощування соняшнику за умов глобальних кліматичних змін. *Scientific Progress & Innovations*. 2022. № 2. С. 107-112. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.12> (дата звернення: 25.04.2025).
6. Solomiychuk M., Pikovskyi M. Influence of biostimulants and biostimulating complexes on the growth and development of soybeans in the Western Forest-steppe of Ukraine. *Interdepartmental Thematic Scientific Collection of Phytosanitary Safety*. 2021. № 67. Р. 251-269. DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2021.67.251-269> (date of access: 25.04.2025).
7. Колесніков М.О., Пашенко Ю.П. Продукційний процес гороху посівного (*Pisum sativum* L.) за дії Ризогуміну та біостимуляторів в умовах Південного Степу України. *Збірник наукових праць «Агробіологія»*. 2022. № 1. С. 24–35. URL : <https://agrobiologiya.btsau.edu.ua/sites/default/files/visnyky/agrobiologiya/agro-1-2022.pdf#page=24> (дата звернення: 25.04.2025).
8. Ascophyllum nodosum-Based Biostimulants: Sustainable Applications in Agriculture for the Stimulation of Plant Growth, Stress Tolerance, and Disease Management / P. S. Shukla et al. *Frontiers in Plant Science*. 2019. Vol. 10. URL: <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00655> (date of access: 28.04.2025).
9. Foliar Spraying with Endophytic Trichoderma Biostimulant Increases Drought Resilience of Maize and Sunflower / A. Csótó et al. *Agriculture*. 2024. № 14(12). DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture14122360> (date of access: 25.04.2025).
10. Response of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) to selected biostimulants under drought conditions / D. Radzikowska-Kujawska et al. *Agriculture*. 2022. № 13(1). DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture13010121> (date of access: 25.04.2025).
11. Application of biostimulants in agriculture: Effects on plant growth and yield / V. Skliar et al. *Scientific Horizons*. 2024. Vol. 27, no. 9. Р. 73–85. DOI: <https://doi.org/10.48077/scihor9.2024.73> (date of access: 28.04.2025).
12. Комплексне Добриво Тітон Соняшник. *Компанія Квадро Плюс. Виробник мікродобрив та стимуляторів росту рослин*. URL: <https://titon.ua/bor-aktiv> (дата звернення: 28.04.2025).

13. Біостимулятор росту Радіфарм Valagro. «Аграріан». URL: <https://agrarian.org.ua/ua/p2380658448-biostimulyator-rosta-radifarm.html> (дата звернення: 28.04.2025).

14. Методика наукових досліджень в агрономії. Ермантраут В.Р., Бобро М.А., Гопцій Т.І. та ін. Харків: ХНАУ, 2008. 63 с.

15. High temperatures modify plant responses to abiotic stress conditions / D. Balfagón et al. *Physiologia Plantarum*. 2020. № 170(3). DOI: <https://doi.org/10.1111/ppl.13151> (date of access: 25.04.2025).

УДК 633.1«321»:632.7:632.9

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.10>

ІНСЕКТИЦИДНИЙ КОНТРОЛЬ ФІТОФАГІВ У АГРОЦЕНОЗІ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО

Грицюк Н.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри здоров'я фітоценозів і трофології,

Поліський національний університет

orcid.org/0000-0002-4185-7495**Тимошук Т.М.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри здоров'я фітоценозів і трофології,

Поліський національний університет

orcid.org/0000-0001-8980-7334**Бакалова А.В.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри здоров'я фітоценозів і трофології,

Поліський національний університет

orcid.org/0000-0002-6803-6304**Журавська І.А.** – к.с.-г.н.,

викладач,

Житомирський агротехнічний фаховий коледж

orcid.org/0000-0001-9332-1134

Ефективний контроль фітофагів у посівах ярого ячменю можливий лише за умови своєчасного моніторингу змін їх чисельності. А тому, метою стаття є уточнення видового складу фітофагів агроценозу ячменю ярого та вдосконалення системи захисту від комплексу шкідників з урахуванням біологічних особливостей домінуючих видів фітофагів та новітніх технологій вирощування культури в зоні Полісся України. Дослідження проводили у виробничих умовах ТОВ «ВА АГРО» Житомирської області на темно-сірих опідзолених ґрунтах упродовж 2023–2024 років. Вирощували ячмінь ярий, сорту Геліос за загальноприйнятою технологією для зони Полісся України. Обприскування посівів ячменю ярого проводили у фазі цвітіння – початок молочної стиглості зерна.

Встановлено, видовий склад фітофагів агроценозу ячменю ярого та вдосконалено систему захисту від домінуючої групи шкідників з урахуванням їх біологічних особливостей і новітніх технологій вирощування культури в умовах Полісся України. Ентомологічний комплекс агроценозу ячменю ярого представлений 45 видами комах, що належать до 5 рядів і 15 родин. Найбільш численними виявилися представники рядів твердокрилих (33 %) та двокрилих (18 %). Застосування інсектицидів у фазі цвітіння сприяло суттєвому зниженню чисельності основних шкідників. Так, на третій день після обробки чисельність ячмінної попелиці зменшилася на 5,4–7,2 екз./м² залежно від препарату, порівняно з контролем. Чисельність клопів скоротилася на 3,3–3,9 екз./м², а п'явиці – на 3,5–4,1 екз./м². Найвищу технічну ефективність у захисті посівів ярого ячменю від домінуючих шкідників продемонстрував інсектицид Енжіо 247 SC, КС (0,2 л/га). На третій день після обробки чисельність ячмінної попелиці знижується на 96 %, клопа шкідливої черепашки – на 95 %, п'явиці – на 91,1 %. Максимальну урожайність культури (4,15–4,4 т/га) отримано за застосування препаратів Децис 100 ЕК (0,15 л/га) та Енжіо 247 SC, КС (0,2 л/га).

Ключові слова: видовий склад, урожайність зерна, ентомокомплекс, ефективність, популяція, ентомологічного моніторингу.

Hrytsiuk N.V., Tymoshchuk T.M., Bakalova A.V., Zhuravska I.A. Insecticide control of phytophages in the agroecosystem of spring barley

Effective control of phytophages in spring barley crops is possible only if changes in their number are monitored in a timely manner. Therefore, the purpose of the article is to clarify the species composition of phytophages of the spring barley agroecosystem and improve the system of

protection against a complex of pests, taking into account the biological characteristics of the dominant species of phytophages and the latest technologies for growing crops in the Polissya zone of Ukraine. The research was carried out in the production conditions of LLC «VA AGRO» of the Zhytomyr region on dark gray podzolized soils during 2023–2024. Spring barley, Helios variety, was grown according to generally accepted technology for the Polissya zone of Ukraine. Spraying of spring barley crops was carried out in the flowering phase – the beginning of milky ripeness of the grain.

The species composition of phytophages of spring barley agroecosystem was established and the system of protection against the dominant group of pests was improved, taking into account their biological characteristics and the latest technologies of crop cultivation in the conditions of Polissya of Ukraine. The entomological complex of spring barley agroecosystem is represented by 45 species of insects belonging to 5 orders and 15 families. The most numerous were representatives of the orders Hymenoptera (33 %) and Diptera (18 %). The use of insecticides in the flowering phase contributed to a significant reduction in the number of major pests. Thus, on the third day after treatment, the number of barley aphids decreased by 5.4–7.2 units/m² depending on the preparation compared to the control. The number of bugs decreased by 3.3–3.9 units/m², and the number of leeches – by 3.5–4.1 units/m². The highest technical efficiency in the protection of spring barley crops from dominant pests was demonstrated by the insecticide Engio 247 SC, CS (0.2 l/ha). On the third day after treatment, the number of barley aphids decreased by 96 %, the number of harmful turtle bugs – by 95 %, and the number of leeches – by 91.1 %. The maximum yield of the crop (4.15–4.4 t/ha) was obtained with the use of Decis 100 EC (0.15 l/ha) and Engio 247 SC, KS (0.2 l/ha).

Key words: species composition, grain yield, entomocomplex, population efficiency, entomological monitoring.

Постановка проблеми. Збільшення валового збору сільськогосподарської продукції суттєво залежить від зменшення втрат урожаю, спричинених шкідливими організмами. Наразі ці втрати становлять 42–50 %, із яких на шкідників припадає 26,3 % [1]. Ячмінь ярий є однією з стратегічних зернових культур України. Це найбільш важлива кормова, продовольча та технічна культура, а також є основною сировиною для виробництва пива [2]. В Україні за останнє десятиріччя середній валовий збір зерна становив приблизно 15,5–22,3 млн тонн, при цьому площа посівів зросла до 1 млн гектар. [3]. Збільшення виробництва зерна ячменю пов'язане, передусім, зі зростанням його врожайності. Високі врожаї ячменю забезпечуються не окремими прийомами, а комплексом новітньої науково-обґрунтованої агротехнології, що найбільш повно відповідає біології культури [4].

Основними факторами, що негативно впливають на продуктивність агроценозів ярого ячменю, є нестабільність посівних площ, порушення технологій вирощування, глобальне потепління, а також послаблення захисних заходів проти шкідливих організмів, зокрема шкідників. Вони не лише спричиняють значні втрати врожаю, але й погіршують його хлібопекарські та посівні якості [5, 6]. Шкідлива фауна зернових колосових культур, у тому числі ячменю ярого, вирізняється значною різноманітністю видового складу. Посівам зернових в Україні шкодять понад 360 видів тваринних організмів, серед яких комахи, нематоди, гризуни, птахи та представники інших класів фауни. Близько 140 із них мають високу шкідливість [7, 8]. Проте видова структура, рівень домінування, чисельність і шкідливість комах-фітофагів у посівах ячменю ярого постійно змінюються. Ці варіації обумовлені впливом абіотичних і біотичних факторів середовища, які впливають на розвиток і розмноження шкідників [9]. Посівам ячменю ярого можуть шкодити личинки хлібної п'явиці, хлібної жужелиці, озимої совки, злакові мухи (ячмінна, пшенична), попелиці (черемхова злакова, звичайна злакова, ячмінна), смугасті та хлібні блішки, пшеничний трипс, хлібні пильщики, клопи [10].

Захист ярого ячменю, від фітофагів та розробка інтегрованих систем захисту залишається актуальним завданням не лише в Україні, але й в Європі та світу

в цілому [11]. Пестициди є важливим елементом сучасних агротехнологій, незважаючи на відомі негативні наслідки їх впливу на людину та навколишнє середовище. Ефективне застосування інсектицидів у поєднанні з іншими елементами інтегрованого захисту дозволяє мінімізувати втрати врожаю від шкідників, забезпечуючи стабільність сільськогосподарського виробництва.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Впродовж останнього десятиліття спостерігається підвищення температури повітря у зимовий період, яке призводить до відновлення весняних процесів на 2–3 тижні раніше. Це також є причиною збільшення тривалості активної вегетації рослин на 7–10 діб. У результаті змінюється екологічний оптимум для різних видів комах, зони їх сприятливого існування поширюються на північ, а кількість генерацій поступово зростає через подовження вегетаційного сезону. У разі масового розмноження комах та їхня активна міграція, поширення з природних екосистем спричиняють суттєве збільшення їх чисельності в у посівах зернових культур [12]. Дослідження свідчать, що найбільші втрати врожаю викликають фітофаги, які щороку домінують у складі ентомокомплексів агроценозів [13]. Це зумовлено, зокрема, біологічними особливостями комах, їх високою плодючістю та швидкістю розмноження [14]. У зв'язку з цим, правильне застосування інсектицидів є ключовим елементом контролю шкідливих комах, так як, це сприяє підвищенню врожайності культур і зниженню чисельності шкідників до економічно безпечного рівня [15].

Науковими дослідженнями доведено, що в зимовий період суми від'ємних температур зменшилися у 2, а то у 3 рази, що значно знижує шкідливий вплив їх на фітофагів, що призводить до кращої перезимівлі шкідників (подекуди виживання може становити 80–90 %). Крім того, спостерігаються ранні теплі весни з температурою на 5–10 °C вище нуля, що створює сприятливі умови для розповсюдження багатодітних фітофагів, таких як совки, саранові, мишоподібні гризуни, різні види попелиць, клопів, хлібних турунів та інші [16].

Кліматичні чинники призводять до зміни ареалу багатьох фітофагів та зон їхньої шкідливості. Зокрема, більшість степових видів шкідників стають звичними в непридатних для них зонах Лісостепу. Ефективний захист сільськогосподарських культур вимагає регулярного моніторингу, визначення видової належності шкідників та фітосанітарного прогнозування. Вибір оптимальних засобів захисту рослин залежить від своєчасних даних про прогнозовану чисельність, поширення та періоди заселення шкідниками [17, 18]. Для підвищення ефективності захисних заходів і мінімізації можливих негативних наслідків від використання інсектицидів, особливо в період формування та молочно-воскової стиглості зерна ячменю ярого, необхідно приділяти більше уваги дослідженню безпечного застосування таких засобів [19]. Використання пестицидів потребує зваженого підходу, спрямованого на зниження їхнього впливу на екосистеми. Зокрема, необхідно враховувати біологічні особливості шкідників, погодні умови, фази розвитку культури та можливість застосування альтернативних методів захисту, таких як біологічні препарати чи агротехнічні прийоми [20].

Удосконалення системи захисту базується на обґрунтованому застосуванні пестицидів [21]. Раціональне включення інсектицидів у технології захисту рослин передбачає вивчення всього асортименту. За останні роки ця група пестицидів зазнала значних змін. З метою екологізації хімічного методу виникає необхідність удосконалення асортименту інсектицидів, віддавати перевагу слід препаратам з розширеним спектром дії, мінімальними нормами витрати, покращеною препаративною формою. Одночасно змінюються і гігієнічні показники

препаратів – клас небезпеки знизився з 2 до 3. Розширення асортименту препаратів більшою мірою відбулося за рахунок появи аналогів на основі діючих речовин: альфа-циперметрину, лямбда-цигалотрину та тау-флювалінату. З фосфорорганічних сполук – на основі діючої речовини хлорпірифосу [22, 23]. У зв'язку з цим, проведено вивчення оцінки ефективності інсектицидів у посівах ячменю ярого у зоні Полісся, визначення оптимальних норм та термінів їх застосування.

Мета статті – уточнення видового складу фітофагів агроценозу ячменю ярого та вдосконалення системи захисту від комплексу шкідників з урахуванням біологічних особливостей домінуючих видів фітофагів та новітніх технологій вирощування культури в зоні Полісся України.

Постановка завдання. Експерименти проводили упродовж 2023–2024 рр. у виробничих умовах ТОВ «ВА АГРО» с. Рижани Житомирського (Хорошівського) району Житомирської області. Ґрунти дослідних ділянок належать до темно-сірих опідзолених. Гумусово-елювіальний горизонт сягає 40–50 см, а карбонати починають залягати на глибині 90–100 см. Вміст гумусу становить 2,1–3,0 %, ступінь насиченості основами варіює від 80 до 85 %, а сума увібраних основ становить 11–20 мг-екв/100 г ґрунту. Реакція ґрунтового розчину слабокисла, з показником рН у межах 5,3–6,0. За гранулометричним складом ці ґрунти належать до легко- та середньо-суглинкових. Їх забезпеченість поживними речовинами є середньою. Вирощували ячмінь ярий, сорту Геліос (оригіна́тор: Одеський селекційно – генетичний інституту м. Одеса) за загальноприйнятою технологією для зони Полісся Житомирської області. Норма висіву насіння 4,5 млн. схожих насінин на гектар. Дослід складається із п'яти варіантів, які розміщені систематично. Розмір дослідних ділянок – 25 м², повторність – чотириразова.

Ефективність інсектицидів проти найбільш поширених у посівах ячменю ярого шкідників вивчали за такою схемою. 1. Контроль (обробка водою); 2. Альфа-супер, КЕ, (д.р. – альфа-циперметрин), 0,15 л/га; 3. Енжіо247 SC, КС, (д.р. – тіаметоксам 141 г/л + лямбда-цигалотрин 106 г/л), 0,2 л/га; 4. Децис 100 ЕК, (д.р. – дельтаметрин, 100 г/л), 0,15 л/га; 5. Пірінекс Супер, КЕ (біфентрин 400г/л + хлорпірифос +20 г/л), 0,5 л/га. Обприскування посівів ячменю ярого проводили у фазі цвітіння – початок молочної стиглості зерна, що збігається в період масової появи ячмінної злакової попелиці, личинок п'явиці та клопів черепашок. Чисельність ячмінної попелиці, п'явиці і її личинок проводили починаючи з фази виходу у трубку за загальноприйнятими методиками [24]. Обліки заселеності шкідників проводили до обробки рослин ячменю ярого та через 3, 7, 14 діб після застосування інсектицидів. За різницею показників заселеності рослин шкідниками у контрольному і дослідному варіанті вираховували технічну ефективність інсектицидів за формулою.

Технічну ефективність інсектицидів визначали за формулою (1):

$$T_e = 100 (A - B) / A \quad (1),$$

де T_e – технічна ефективність, %;

A – щільність шкідників у дослідному варіанті до обробки, екз/м²;

B – щільність шкідника у дослідному варіанті після обробки, екз/м².

Видовий склад фітофагів та їх чисельності встановлювали такими методами: візуальний огляд 10 рослин у 20 місцях варіанту; застосування феромонних пасток (1 принада на 100 м²); косіння ентомологічним сачком (по 10 замахів у 20 місцях). Обліковували урожайність зерна ячменю ярого шляхом обмолоту і зважуванням зерна з кожної ділянки. Статистичну обробку отриманих експериментальних

даних проводили методом дисперсійного аналізу за допомогою прикладних комп'ютерних програм.

Зміна клімату в останні десятиліття має тенденцію до потепління. У Поліських регіонах України середньорічна температура повітря зросла на 0,7–1,5°C. Таке підвищення температури вплинуло безпосередньо на фенологічні фази розвитку польових культур, що призвело до збільшення чисельності популяцій шкідників. За таких умов необхідно визначити видовий склад та домінування шкідників, щоб своєчасно застосувати технологію захисту для конкретних умов систему заходів та покращення фітосанітарного стану посівів польових культур.

Виклад основного матеріалу досліджень. За результатами ентомологічного моніторингу в умовах господарства ТОВ «ВА АГРО» с. Рижани Житомирського району Житомирської області впродовж 2023–2024 рр. у посівах ячменю ярого виявлено 45 видів комах із 5 рядів та 15 родин, які завдають значної шкоди культурі (рис. 1).

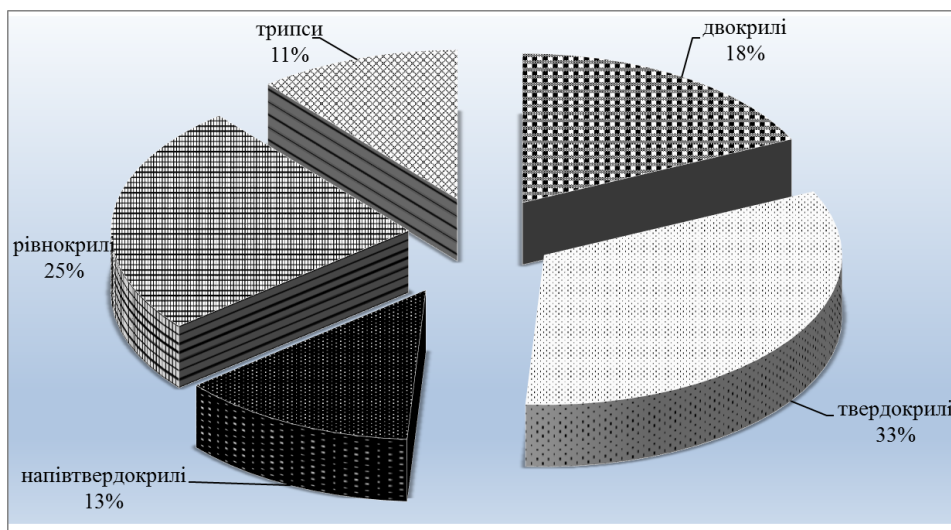


Рис. 1. Структура ентомокомплексу агроценозу ячменю ярого (2023–2024 рр.)

Ряд двокрилі (18 %) нараховував 8 видів з родин галиці, злакові та мінуючі мухи. Ряд жуки або твердокрилі склали 33 % від всього ентомологічного комплексу та виявився найрізноманітнішим (склав 13 видів), був представлений такими родами – ковалики, листоїди, жужелиці, пластинчастовусі. Також виявлено 6 видів (13 %) з ряду клопи або напівтвердокрилі, належать до родин міриди (сліпняки), щитники-черепашки. Частка ряду рівнокрилих становила 25 % від всіх комах і налічувала 11 видів з родини цикадові і попелиці. Ряд трипси представлений 5 видами з родин трипси та степові пильщики.

Для забезпечення реалізації потенціалу врожайності польових культур на різних етапах розвитку необхідний комплекс захисних заходів, серед яких хімічний захист відіграє досить важливу роль, оскільки характеризуються високою економічною та господарською ефективністю. Серед шкідників ячменю ярого сисні шкідники займають чільне місце. Це пов'язано з їхніми особливостями харчування, а також з тим, що пошкодження негативно впливає не тільки на кількісні

показники врожаю ячменю, але й на його якість. Тому необхідно контролювати, у першу чергу, саме сисних шкідників. Чисельність домінантної групи шкідників у господарстві перевищувала економічні пороги шкідливості, і навіть на 3-й день після обробки їх кількість знизилася порівняно з контролем на всіх варіантах – в 3,7, 4,2, 8,1 рази (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив інсектицидів на популяцію шкідників у посівах ячменю ярого (сорт Геліос, 2023–2024 рр.)

Варіанти дослідів	Щільність фітофагів на 3, 7 і 14 добу після обприскування, екз/м ²								
	ячмінна попелиця			клоп шкідлива черепашка			п'явиця (імаго, личинка)		
	3	7	14	3	7	14	3	7	14
Контроль (обробка водою)	7,5	21,6	37,4	4,1	5,3	6,0	4,5	6,0	11,5
Альфа-супер, КЕ, 0,15 л/га	2,1	6,2	12,7	0,8	1,9	3,0	1,0	2,8	5,1
Енжіо 247 SC, КС, 0,2 л/га	0,3	4,1	8,2	0,2	0,4	1,0	0,4	1,2	3,4
Децис 100 ЕК, 0,15 л/га	0,6	5,0	9,1	0,3	0,6	1,7	0,5	2,8	4,3
Пірінекс Супер, КЕ, 0,5 л/га	0,9	5,9	11,6	0,5	1,0	2,0	0,7	1,9	4,4

Чисельність ячмінної попелиці після обприскування інсектицидами на 3-й день зменшилася на 5,4–7,2 екз./м² залежно від застосованого препарату порівняно з контрольним варіантом. Чисельність клопа зменшилася на 3,3–3,9 екз./м², п'явиці – на 3,5–4,1 екз./м². Тенденцію до зменшення шкідників помітили також на 7-й та 14-й день після обробки. Найнижчу кількість фітофагів спостерігали при застосуванні інсектициду Енжіо 247 SC, КС, 0,2 л/га, так щільність популяції ячмінної попелиці зменшилася у 4,5 рази, клопа-черепашки – у 6 раз та п'явиці – 3,4 рази. Найменше зниження шкідників у посівах ячменю ярого спостерігали при обробці посівів препаратом Альфа-супер, КЕ, 0,15 л/га.

Усі досліджувані інсектициди характеризуються різною технічною ефективністю (табл. 2).

Таблиця 2

Технічна ефективність застосування інсектицидів проти шкідників ячменю ярого (сорт Геліос, 2023–2024 рр.)

Варіанти дослідів	Технічна ефективність 3, 7 і 14 добу після обприскування, %								
	ячмінна попелиця			клоп шкідлива черепашка			п'явиця (імаго, личинка)		
	3	7	14	3	7	14	3	7	14
Контроль (обробка водою)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Альфа-супер, КЕ, 0,15 л/га	72	71,3	66,0	80,5	64,0	50,0	77,7	65,0	55,6
Енжіо 247 SC, КС, 0,2 л/га	96	81,0	78,1	95,0	92,0	83,3	91,1	80,0	70,4
Децис 100 ЕК, 0,15 л/га	92	76,8	75,5	92,7	88,7	71,6	88,0	53,3	62,6
Пірінекс Супер, КЕ, 0,5 л/га	88	72,7	69,0	87,8	81,1	66,6	84,4	68,3	61,7

Так, найбільш ефективним проти домінантних шкідників у посівах ячменю ярого був препарат Енжіо 247 SC, КС, з нормою витрати 0,2 л/га, який на 3-й день після обробки зменшив чисельність ячмінної попелиці на 96 %, клопа шкідливої черепашки – на 95 %, п'явиці – на 91,1 %. Дещо нижчу ефективність забезпечували препарати Децис 100 ЕК, 0,15 л/га та Пірінекс Супер, КЕ, 0,5 л/га, їх ефективність становила проти попелиці 92,0 та 88,0 %; клопа – 92,7 та 87,8 %; п'явиці – 88,0 та 84,4 %. На 7-й день після обробки пестицидами чисельність популяцій шкідників збільшилася, при цьому зменшуючи ефективність всіх препаратів. Також через 14 днів після обробки посівів ячменю ярого чисельність фітофагів збільшувалася значно перевищуючи пороги економічної шкідливості. Найбільшу технічну ефективність у цей період забезпечували препарати Енжіо 247 SC, КС, 0,2 л/га і Децис 100 ЕК, 0,15 л/га, що на 70,4–83,3 % і 62,6–75,5 % знижували домінуючих фітофагів.

Слід зазначити, що всі досліджувані препарати збільшують господарську ефективність (урожайність, масу 1000 зерен) ячменю ярого порівняно з контрольним варіантом (табл. 3).

Таблиця 3

**Продуктивність ячменю ярого залежно від застосування інсектицидів
(сорт Геліос, 2023–2024 рр.)**

Схема досліджу	Маса 1000 зерен, г	Урожайність, т/га	Приріст врожаю, т/га
Контроль (обробка водою)	39,0	2,88	-
Альфа-супер, КЕ, 0,15 л/га	41,5	3,26	+0,38
Енжіо 247 SC, КС, 0,2 л/га	49,0	4,4	+1,52
Децис 100 ЕК, 0,15 л/га	46,8	4,15	+1,27
Пірінекс Супер, КЕ, 0,5 л/га	44,2	3,95	+1,07

НІР₀₅ у 2023 0,16, НІР₀₅ у 2024 0,23

Проте найбільшу урожайність (4,4 т/га та 4,15 т/га) забезпечило застосування препаратів Енжіо 247 SC, КС, 0,2 л/га та Децис 100 ЕК, 0,15 л/га, при цьому приріст врожаю склав 1,52 та 1,27 т/га порівняно з варіантами без обробки. Також відмічено позитивний вплив препаратів на збільшення маси 1000 зерен ячменю ярого. Так, при застосуванні Енжіо 247 SC, КС маса 1000 зерен зросла на 10 грам, а при застосуванні Децис 100 ЕК та Пірінекс Супер, КЕ збільшення було на 7,8 та 5,2 г порівняно з контролем.

Висновки і пропозиції. За результатами ентомологічного моніторингу проведеного у господарстві ТОВ «ВА АГРО» Житомирського (Хорошівського) району Житомирської області, встановлено, що посіви ячменю ярого пошкоджують 45 видів комах з 5 рядів та 15 родин. Серед них виявлено домінантні і найнебезпечніші фітофаги – ячмінна попелиця, клоп шкідлива черепашка, п'явиця. Обприскування у фазі цвітіння-початку молочної стиглості препаратами Енжіо 247 SC, КС і Децис 100 ЕК знижує чисельність ячмінної попелиці на 29,2 і 28,3 екз./м², хлібного клопа – 5,0 і 4,3 екз./м², п'явиці – 8,9 і 7,2 екз./м² на 14-ту добу після обробки порівняно з контрольним варіантом. Урожайність у межах 4,4 т/га та 4,15 т/га отримали при застосуванні препаратів Енжіо 247 SC, КС, 0,2 л/га та Децис 100 ЕК, 0,15 л/га, що забезпечило приріст врожаю – 1,52 та 1,27 т/га порівняно з варіантами без обробки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Лінчевський А. А. Ячмінь – джерело здорового способу життя сучасної людини. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 12 С. 14–21.
2. Кирилук В.П., Тимошук Т.М., Котельницька Г.М. Вплив систем основного обробітку ґрунту та удобрення на продуктивність ячменю ярого. *Scientific Horizons*. 2019. № 9 (82). С. 36–44. DOI: <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2019-82-9-36-44>
3. Посівна-2024 на фінішній прямій: Україна засіяла 98% площ. Веб-сайт. URL: <https://superagronom.com/news/19018-posivna-2024-na-finishniy-pryamiy-zasiyano-98-plosch>
4. Hrytsiuk N., Bakalova A., Ivaschenko I., Kotkova T. Technology of protection of winter wheat from harmful biota in the Northern Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Horizons*. 2023. Vol. 26(3), P.48–57. DOI: <https://doi.org/10.48077/scihor3.2023.48>.
5. Кузьменко Н.В. Вплив добрив на пошкодженість рослин ячменю ярого внутрішньостебловими шкідниками та урожайність зерна. *Карантин і захист рослин*. 2022. № 4. С. 15–20. DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2022.4.15-20>
6. Оничко В.І., Коваленко О.А., Секун М.П. Шкідники ячменю ярого та роль агротехнічних заходів у регулюванні їх чисельності. *Захист і карантин рослин*. 2010. Вип. 56. С. 113–121.
7. Федоренко А., Бахмут О., Борисенко В., Неверовська Т. Основні шкідники зернових колосових культур та фітосанітарний стан у 2020–2021рр. *Захист і карантин рослин*. 2021. Вип. 67. С. 291–303. DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2021.67.291-303>.
8. Грицюк Н.В. Ефективність протруйників проти сисних шкідників в агроценозі пшениці озимої. *Фітосанітарна безпека*. 2022. Вип. 68. С. 57–66. DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2022.68.57-66>
9. Федоренко В.П. Перспективи ентомологічних досліджень в Україні. *Захист і карантин рослин*. 2014. Вип. 60. С. 415–425.
10. Ретьман М.С. Основні шкідники ячменю. *Карантин і захист рослин*. 2015. № 12. С. 20–21.
11. Juroszek P., Tiedemann A. Plant pathogens, insect pests and weeds in a changing global climate: A review of approaches, challenges, research gaps, key studies and concepts. *Journal Agriculture science*. 2013. № 151. P. 163–188.
12. Борзих О.І. Комплекс шкідливої біоти в агроекосистемах України. *Захист і карантин рослин*. 2015. Вип. 61. С. 3–10.
13. Секун М.П., Оничко В.І., Коваленко О.А. Хімічний контроль чисельності шкідників ячменю ярого. *Карантин і захист рослин*. 2012. № 6. С. 5–7.
14. Воевода Л.І., Красноштан І.В., Михайловин Ю.М., Половинчук О.Ю. Видовий склад бур'янів і шкідників у посівах ячменю ярого та втрати врожаю зерна за різних попередників. *Новітні агротехнології*. 2021. № 9. DOI: <https://doi.org/10.47414/na.9.2021.256509>
15. Борзих О., Бублик Л., Чайка В., Гаврилюк Л., Крук І., Шевчук О., Неверовська Т., Бахмут О. Агрокліматичне та агроекотоксикологічне обґрунтування зональних систем хімічного захисту від шкідливих організмів польових культур в умовах зміни клімату України. *Карантин і захист рослин*. 2022. № 4. С. 3–9. DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2022.4.3-9>.
16. Пармінська Л.М., Гаврилюк Н.М. Вплив погодних умов в осінній період на розвиток основних шкідників та хвороб агроценозу пшениці озимої у зоні Лісо-степу. *Карантин і захист рослин*. 2019. № 1–2. С. 10–14. DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2019.1-2.10-14>.
17. Bondareva L., Chumak P., Strygun O., Tymoshchuk T., Zavadskaya O. New record of *Anthocoptes platynotus* Nalepa (Acari: Eriophyoidea) and its abundance on *Cornus mas* L. in the northern part of a Forest-Steppe zone of Ukraine. *Plant and Soil Science*. 2023. Vol. 14(4), P. 9–20. <https://doi.org/10.31548/plant4.2023.09>

18. Шушківська Н.І., Кривенко А.І., Вакуленко В.В. Напівтвердокрилі (*Hemiptera*) на пшениці озимій у Лісостепу України. Аграрні інновації. 2024. № 25. С. 188–123. DOI <https://doi.org/10.32848/agraar.innov.2024.25.18>.
19. Горобець М.В., Писаренко П.В., Чайка Т.О., Міщенко О.В. Наукові підходи щодо екологізації технології вирощування ячменю ярого в умовах Лівобережного Лісостепу. *Scientific Progress & Innovations*. 2020. № 4. С. 142–149. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.04.17>
20. Чухрай Р.В. Хімічний захист ячменю ярого від комплексу шкідників в умовах Правобережного Лісостепу України. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (4). С. 66–70. DOI: <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.04.12>
21. Грицюк Н.В., Тимошук Т.М., Бакалова А.В., Іващенко І.В. Вплив сумісного застосування протруйників та мінеральних добрив на рівень захворюваності рослин сої. *Землеробство та рослинництво: теорія і практика*. 2024, Вип. 1 (11), С. 73–79 DOI: <https://doi.org/10.54651/agri.2024.01.08>
22. Сахненко В.В., Доля М.М., Сахненко Д.В., Кострич Д.В. Обґрунтування моніторингу розмноження та контролю поширення комах-фітофагів у польових сівоzmінах Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 122. С. 131–138. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.122.19>.
23. Дем'янюк М. Сучасний захист зернових колосових культур від шкідників. *Агроном*. 2019. С. 15–19.
24. Станкевич С.В., Забродіна І.В. Моніторинг шкідників сільськогосподарських культур: навч. посібник. Харків, 2016. 216 с.

УДК 633.15:632.93

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.11>

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ РІЗНИХ ГРУП FAO ВІД УРАЖЕННЯ БАВОВНИКОВОЮ СОВКОЮ (*HELICOVERPA ARMIGERA* Hbn.) ЗА БЕЗЗМІННИХ ПОСІВІВ В УМОВАХ ЗРОШЕННЯ

Донець А.В. – к.с.-г.н.,

докторант,

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0009-0004-0338-5302

Марченко Т.Ю. – д.с.-г.н.,

завідувач відділу селекції сільськогосподарських культур,

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0000-0001-6994-3443

Пілярська О.О. – к.с.-г.н.,

завідувач відділу маркетингу та міжнародної діяльності,

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0000-0001-6994-3443

Нетребя О.О. – к.с.-г.н.,

докторант,

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0009-0000-8155-4176

Мищенко С.В. – д.с.-г.н.,

доцент кафедри біології, здоров'я людини та методики навчання,

Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра Довженка

orcid.org/0000-0002-1979-4002

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

головний науковий співробітник відділу селекції сільськогосподарських культур,

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0000-0001-9442-8793

В статті викладено результати досліджень стану ураженості гібридів кукурудзи різних груп FAO бавовниковою совкою (*Helicoverpa armigera* Hbn.) за беззмінних посівів протягом п'яти років. Метою досліджень було визначення ефективності застосування хімічних та біологічних засобів захисту гібридів кукурудзи різних груп FAO від бавовникової совки (*Helicoverpa armigera* Hbn.) в умовах краплинного зрошення на беззмінних посівах кукурудзи протягом 2020...2024 рр. Польові досліді проводили в Інституті кліматично орієнтованого сільського господарства НААН в агроекологічній зоні Південного Степу України. За результатами досліджень було встановлено, що за беззмінних посівів кукурудзи пошкодження рослин гібридів кукурудзи на 4–5 році значно зросло, порівняно з першими роками. Більше уражувались гібриди з FAO понад 300, що пов'язано з більшою тривалістю вегетації цих генотипів та збільшенням тривалості інвазійного тиску на рослини. Без застосування засобів захисту рослин ураженість бавовниковою совкою значно зросла

до п'ятого року беззмінних посівів. Так, якщо на початку дворічного терміну повторних посівів ураженість рослин гібридів становила 28,4...39,4% у групі ФАО 190...290, то на останні два роки п'ятирічного беззмінного посіву ступінь ураженості цих гібридів становила 59,7...78,7%. Інтенсивність пошкодження совкою гібридів з ФАО 320...420 зростала більш стрімко за беззмінних посівів порівняно з скоростиглими генотипами. Так, на початкові два роки беззмінних посівів у гібридів такої групи стиглості пошкодженість совкою становила 37,4...52,1%. На кінець п'ятирічного терміну ураженість гібридів Асканія, Тронка, Арабат, Віра зросла до 68,3...93,0%. Ураженість пізньостиглих гібридів зросла майже удвічі, що вказує на більшу чутливість до пошкоджень бавовниковою совкою (*Helicoverpa armigera* Hbn.). Застосування біологічного засобу захисту кукурудзи показало ефективність препарату Трихопсин БТ (біологічні препарати інсекто-фунгіцидної та рістстимулювальної дії) в боротьбі з (*Helicoverpa armigera* Hbn.) Застосування хімічного інсектициду Бі58 було більш ефективним порівняно з біологічним засобом захисту за дворічного та п'ятирічного терміну беззмінних посівів кукурудзи. Інтегрований захист гібридів кукурудзи децю перевищував хімічний захист, проте перевага була мінімальною. Використання біологічних препаратів захисту кукурудзи можливе в органічному землеробстві для отримання продовольчого та кормового зерна кукурудзи без застосування хімічних препаратів.

Ключові слова: кукурудза, фітофаги, пестициди, біопрепарати, захист рослин, гібриди.

Donets A.V., Marchenko T.Yu., Piliarska O.O., Netreba O.O., Mishchenko S.V., Lavrynenko Yu.O. The effectiveness of protection measures for maize hybrids of different FAO groups against damage caused by (*Helicoverpa armigera* Hbn.) under continuous maize cultivation conditions with irrigation

The article presents the results of studies on the state of damage to corn hybrids of different FAO groups by cotton bollworm (*Helicoverpa armigera* Hbn.) in permanent crops for five years. The purpose of the research was to determine the effectiveness of the use of chemical and biological means of protecting corn hybrids of different FAO groups from cotton bollworm (*Helicoverpa armigera* Hbn.) under drip irrigation conditions in permanent corn crops during 2020–2024. Field experiments were conducted at the Institute of Climate-Oriented Agriculture of the National Academy of Sciences of Ukraine in the agroecological zone of the Southern Steppe of Ukraine. According to the results of the research, it was found that during permanent corn crops, damage to corn hybrid plants in the 4th-5th year increased significantly compared to the first years. Hybrids with FAO over 300 were more affected, which is associated with a longer vegetation period of these genotypes and an increase in the duration of invasive pressure on plants. Without the use of plant protection products, the cotton bollworm infestation increased significantly by the fifth year of continuous crops. Thus, if at the beginning of the two-year period of repeated crops, the infestation of hybrid plants was 28.4...39.4% in the FAO 190...290 group, then in the last two years of the five-year continuous crop, the degree of infestation of these hybrids was 59.7...78.7%. The intensity of damage by the bollworm to hybrids with FAO 320...420 increased more rapidly in continuous crops compared to early-ripening genotypes. Thus, in the first two years of continuous crops, the damage by the bollworm to hybrids of this maturity group was 37.4...52.1%. At the end of the five-year period, the infestation of hybrids Askania, Tronka, Arabat, and Vira increased to 68.3...93.0%. The incidence of late-ripening hybrids almost doubled, indicating greater susceptibility to damage by the cotton bollworm (*Helicoverpa armigera* Hbn.). The use of a biological corn protection product showed the effectiveness of the drug Trichopsin BT (biological preparations of insecticidal and growth-stimulating action) in the fight against (*Helicoverpa armigera* Hbn.) The use of the chemical insecticide Bi58 was more effective compared to the biological protection product for two-year and five-year periods of constant corn crops. Integrated protection of corn hybrids slightly exceeded chemical protection, but the advantage was minimal. The use of biological corn protection products is possible in organic farming to obtain food and feed corn grain without the use of chemicals.

Key words: maize, phytophages, pesticides, biological products, plant protection, hybrids.

Актуальність теми досліджень. Важливе значення при вирощуванні кукурудзи в різних ґрунтово-кліматичних зонах є протидія патогенним мікроорганізмам та шкідникам, які знижують врожайність, погіршують якість зерна, негативно

впливають на економічній ефективності зерновиробництва. Тому актуальним науковим і практичним питанням є розробка біологізованих технологій вирощування кукурудзи, які мають достатньо високий рівень економічної ефективності, проте характеризуються мінімальним впливом на довкілля, оскільки базуються на природних механізмах впливу на агроєкосистеми [1].

Постановка проблеми. За останні десятиріччя погіршився фітосанітарний стан агроценозів: змінюється система обробітку ґрунту, зросла забур'яненість полів, порушується чергування культур у сівозміні та технології застосування пестицидів. У зв'язку з потеплінням клімату відбуваються зміни також у динаміці чисельності, розподілі на полях та економічному значенні багатьох шкідливих видів комах. За цих умов особливого значення набуває уточнення видового складу та вивчення шкідливості основних фітофагів сільськогосподарських культур, що дає змогу прогнозувати зміну ролі шкідників у нових умовах і запобігати зайвим затратам на захисні заходи за низької чисельності головних шкідливих комах. Серед шкідників агрокультур одне з перших місць за поширеністю та шкідливістю посідають совки [2].

Для України кукурудза є важливою і прибутковою зерновою культурою, за останні тридцять років посівні площі кукурудзи збільшились майже вчетверо. Перенасичення польових сівозмін цією культурою посилює ризик масового заселення посівів шкідливими організмами, що призводить до великих втрат урожаю та погіршення екологічної ситуації внаслідок збільшення обсягу застосування пестицидів. Одним із найбільш небезпечних фітофагів агрокультур є бавовникова совка *Helicoverpa armigera* Hbn. (Lepidoptera: Noctuidae). Цей шкідник є поліфагом, його гусениці можуть житися майже на 120 (за деякими даними – на 250) видах рослин. На території України може давати 2–3 генерації [3, 4].

В умовах ринкового агровиробництва зацікавленість виробників рослинницької продукції зосереджується на вирощуванні прибуткових культур. На сьогодні найбільш прибутковими агрокультурами є кукурудза, соняшник, соя, коноплі, що спонукає збільшувати їх частку в сівозмінах. Поширюється використання цих культур в повторних та беззмінних посівах, що може нести негативні наслідки щодо фітосанітарного стану агроландшафтів, зменшення урожайності культур та їх прибутковості [5, 6].

Насичення кукурудзи в сівозмінах може бути надприбутковим, проте за такого способу виробництва постає проблема захисту рослин від шкідників, що накопичуються в рештках біомаси після збирання зерна. В системі захисту рослин кукурудзи від шкідливих організмів провідними факторами можуть бути генотипова стійкість гібридів, хімічний захист, біологічний захист. Альтернативою хімічним препаратам захисту можуть виступати біологічні методи захисту гібридів кукурудзи. Доведено високу ефективність застосування біологічних методів захисту рослин в умовах краплинного зрошення в південному Степу України [7, 8].

Дослідженнями Кохана А.В. зі співавторами встановлено, що урожайність кукурудзи значною мірою залежить від погодних умов і меншою – від тривалості вирощування на одному місці. Так, математичний аналіз отриманих результатів досліджень урожайності кукурудзи та її залежність від системи удобрення, температурного та водного режимів показав, що їх кореляційний зв'язок охоплює широкий спектр: від прямого до зворотного. За проведеного обліку бур'янів відзначено, що в середньому за 4 роки на 1 м² беззмінного посіву їх кількість дорівнювала 84,9 шт./м², тоді як у сівозміні зменшилась на 30% [9].

Helicoverpa armigera Hbn. ряд *Lepidoptera*, Родина *Noctuidae*, відома під кількома латинськими назвами: *Chloridea armigera* Hbn, *Chloridea*

obsoleta, *Helicoverpa obsoleta* Auct, *Heliothis armigera* Hbn, *Heliothis fuscata*, *Heliothis obsoleta* Auct, *Heliothis rama*, *Noctua armigera* Hbn. Гусінь фітофага може живитися більш ніж 120 видами рослин. Основними пошкоджуваними рослинами є кукурудза, нут, томат, а також люцерна, соя та інші агрокультури. Після відродження з яйця гусениці бавовникової совки харчуються маточковими нитками качана. Пошкоджені гусеницями старших віків ниточки на квітучих качанах погано запилюються, в результаті чого зерно в качані не формується. Але найчастіше гусениці *Helicoverpa armigera* Hbn. живляться зерном молочної та молочно-воскової стиглості. Вони прогризають собі шлях до зерна через щільно упаковані маточкові нитки (рильця). Харчуючись зерном качана, роблять у ньому ходи, заповнені червоточиною. Скупчення випорожнень гусениць і залишки після їхнього живлення сприяють розвитку грибних хвороб, що призводить до додаткових втрат урожаю. Наразі *Helicoverpa armigera* Hbn. вважається економічно важливим шкідником. Втрати врожаю сільськогосподарських культур дуже значні – можуть сягати 55–60% [10, 11].

Останнім часом спостерігається зацікавленість виробників в застосуванні біологічних засобів захисту рослин. Наукове обґрунтування біологізації агропробництва в Україні буде сприяти синхронізації досліджень із провідними інноваційними структурами країн ЄС і світу у напрямі раціонального природокористування, ресурсозбереження, адаптація до процесів змін клімату України [12].

За переходу більшості сільгоспвиробників на короткоротаційні сівоzmини (або й узагалі без них), обробіток ґрунту без обороту пласта (або й за повної його відсутності після збирання урожаю і до настання зими), а також через розширення ареалів небезпечних видів шкідників і збудників хвороб у зв'язку зі змінами клімату, кукурудза фактично перестала бути «санітаром» наших сівоzmин. До того ж, вона й сама стала суттєво потерпати від шкодочинних організмів, помітно знижуючи свою продуктивність. У такій ситуації лише надійна система захисту здатна забезпечити максимальну реалізацію її генетично закладеного потенціалу. Бавовникова совка є основним шкідливим інсектом в південних регіонах, де можливі 2–3 генерації. Основної шкоди завдають гусениці 2-го покоління, які з'являються на посівах культури після утворення генеративних органів, найчастіше в липні. Одразу після відродження з яєць вони починають живитися нитками качанів, згодом проникають під їхню листову обгортку і вигризують зерно у фазі молочної й молочно-воскової, що позначається на значних втратах урожайності зерна [13].

Метою досліджень було визначення ефективності застосування хімічних та біологічних засобів захисту гібридів кукурудзи різних груп ФАО від *Helicoverpa armigera* Hbn. в умовах краплинного зрошення на беззмінних посівах кукурудзи протягом 2020...2024 рр.

Методика досліджень. Польові досліді проводили в Інституті кліматично орієнтованого сільського господарства НААН в агроекологічній зоні Південного Степу України. В дослідженнях використовували гібриди української селекції, занесені до Державного реєстру сортів рослин України. Використовували загально визнану методику досліджень [14, 15].

В дослідженнях використовували мікробіологічний препарат Трихопсин БТ інсекто-фунгіцидної дії та вмістом біологічно активних рістрегулюючих речовин українського виробництва [16]. Препаратом обробляли рослини в процесі вегетації згідно рекомендацій Інженерно-технологічного інституту «Біотехніка» НААН (м. Одеса) [16]. Використовували хімічний інсектицидний препарат Бі 58 (діюча речовина – диметоат, виробник – BASF).

Результати досліджень. За результатами досліджень було встановлено, що за беззмінних посівів кукурудзи пошкодження рослин гібридів кукурудзи на 4–5 році значно зросло, порівняно з першими роками (2020...2021 рр.). Більше уражувались гібриди з FAO понад 300, що, можливо, пов'язано з більшою тривалістю вегетації цих генотипів та збільшенням тривалості інвазійного тиску на рослини (табл. 1).

Без застосування засобів захисту рослин ураженість бавовниковою совкою значно зросла до п'ятого року беззмінних посівів. Так, якщо на початку дворічного терміну повторних посівів ураженість рослин гібридів становила 28,4...39,4% у групи FAO 190...290, то на останні два роки п'ятирічного беззмінного посіву ступінь ураженості цих гібридів становила 59,7...78,7%.

Інтенсивність пошкодження совкою гібридів з FAO 320...420 зростала більш стрімко за беззмінних посівів порівняно з скоростиглими генотипами. Так, на початкові два роки беззмінних посівів у гібридів такої групи стиглості пошкодження становила 37,4...52,1%. На кінець п'ятирічного терміну ураженість гібридів Асканія, Тронка, Арабат, Віра зросла до 68,3...93,0%. Ураженість пізньостиглих гібридів зросла майже удвічі, що вказує на більшу чутливість до пошкоджень бавовниковою совкою (*Helicoverpa armigera* Hbn.) генотипів з більшою тривалістю періоду вегетації та повторною ротацією беззмінної кукурудзи у сівозміні.

Таблиця 1

Вплив засобів захисту на інтенсивність пошкодження гібридів кукурудзи бавовниковою совкою (*Helicoverpa armigera* Hbn.) за беззмінних посівів кукурудзи, % (2020...2024 рр.)

Гібрид, FAO (фактор А)	Роки беззмінних посівів (фактор В)	Уражених рослин залежно від захисту, % (фактор С)			
		Кон-троль	Біологічний захист (Трихосин БТ)	Хімічний захист (Бі 58)	Інтегрований захист (Трихосин БТ + Бі 58)
Степовий, FAO 190	2020...2021	38,6	24,8	6,7	5,7
	2023...2024	78,7	48,3	9,8	9,3
Хотин, FAO 250	2020...2021	39,4	29,7	7,6	7,0
	2023...2024	75,7	65,3	9,5	9,2
Скадовський FAO 290	2020...2021	28,4	21,6	8,3	8,2
	2023...2024	59,7	54,9	9,3	8,9
Асканія FAO 320	2020...2021	37,4	24,6	8,3	7,9
	2023...2024	68,3	43,5	10,2	9,8
Тронка FAO 380	2020...2021	42,0	27,1	7,7	7,6
	2023...2024	86,4	64,5	10,7	9,8
Арабат FAO 430	2020...2021	43,4	29,2	10,9	10,2
	2023...2024	94,5	54,6	13,7	12,8
Віра FAO 430	2020...2021	52,1	28,0	12,0	11,6
	2023...2024	93,0	52,4	14,9	12,2
НІР ₀₅ часткових відмінностей, % А=2,0; В=2,5; С=2,7					

Застосування біологічного захисту рослин істотно зменшило частку пошкодження рослин в межах 10...15% за перші два роки повторних посівів. За п'ятирічний термін беззмінних посівів пошкодження рослин при застосуванні Трихопсину БТ зменшилось більш суттєво (на 30...40%).

Більш ефективним було застосування хімічного інсектициду Бі 58. Пошкодження рослин гібридів кукурудзи за п'ятирічний термін беззмінних посівів становило 9,3...14,9%, що менше за контроль на 50,4...80,8%. Це вказує на високу ефективність хімічного захисту рослин кукурудзи в беззмінних посівах протягом п'яти років.

Застосування інтегрованого захисту рослин (хімічний інсектицид + біопрепарат) зменшило ураженість рослин гібридів кукурудзи 0,5...2,7%, що вказує на слабку синергічну дію двох препаратів. Також встановлена генотипова реакція гібридів кукурудзи на ураженість *Helicoverpa armigera* Hbn. Без застосування засобів захисту рослин найбільше уражувались гібриди з FAO 290...430. Це може бути пов'язано з подовженням тривалості вегетації цих гібридів на 10...20 діб та ушкодження другою, або ж третьою генерацією *Helicoverpa armigera* Hbn.

Розрахунки технічної ефективності препаратів захисту рослин гібридів кукурудзи від ураженості бавовниковою совкою (*Helicoverpa armigera* Hbn.) показали найбільш високу ефективність застосування інтегрованого захисту рослин (табл. 2). Проте, відмінності технічної ефективності хімічного захисту та інтегрованого були мінімальними і в деяких варіантах були в межах похибки.

Таблиця 2

**Технічна ефективність засобів захисту гібридів кукурудзи
від пошкодження бавовниковою совкою (*Helicoverpa armigera* Hbn.)
за беззмінних посівів кукурудзи (2020...2024 рр.)**

Гібрид, FAO (фактор А)	Роки беззмінних посівів (фактор В)	Захист рослин (фактор С)		
		Біологічний захист (Трихопсин БТ)	Хімічний захист (Бі 58)	Інтегрований захист (Трихопсин БТ + Бі 58)
Степовий, FAO 190	2020...2021	35,8	82,6	85,2
	2023...2024	38,6	87,5	88,2
Хотин, FAO 250	2020...2021	24,6	80,7	82,2
	2023...2024	13,7	87,5	87,8
Скадовський FAO 290	2020...2021	23,9	70,8	71,1
	2023...2024	8,0	84,4	85,1
Асканія FAO 320	2020...2021	34,2	77,8	78,9
	2023...2024	36,3	85,1	85,7
Тронка FAO 380	2020...2021	35,5	81,7	81,9
	2023...2024	25,3	87,6	88,7
Арабат FAO 430	2020...2021	32,7	74,9	76,5
	2023...2024	42,2	85,5	86,5
Віра FAO 430	2020...2021	46,3	77,0	77,7
	2023...2024	43,7	84,0	86,9

Хімічний захист рослин показав значно вищу технічну ефективність порівняно з біологічним захистом, особливо за перших двох років повторних посівів. Зі збільшенням інвазійного навантаження протягом п'ятирічного терміну максимальна технічна ефективність становила 84,0...87,6% за останні два роки п'ятирічної ротації кукурудзи. Технічна ефективність хімічного інсектициду була меншою у перше дворіччя беззмінних посівів, що пов'язано з меншою ураженістю рослин кукурудзи в перші роки беззмінних посівів. Хімічний засіб боротьби з бавовниковою совкою (*Helicoverpa armigera* Hbn.) виявився найбільш дієвим за дворічного та п'ятирічного терміну беззмінних посівів кукурудзи.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Застосування біологічного засобу захисту кукурудзи показало ефективність препарату Трихопсин БТ (біологічні препарати інсекто-фунгіцидної та рістестимулювальної дії) в боротьбі з бавовниковою совкою (*Helicoverpa armigera* Hbn.). Застосування хімічного інсектициду Бі58 було більш ефективним, порівняно з біологічним засобом захисту за дворічного та п'ятирічного терміну беззмінних посівів кукурудзи. Інтегрований захист гібридів кукурудзи дещо перевищував хімічний захист, проте перевага була мінімальною. Гібриди кукурудзи з коротшою тривалістю періоду вегетації (FAO 190–290) мають меншу ураженість із-за скорочення терміну інвазійного впливу шкідника. Використання біологічних препаратів захисту кукурудзи можливе в органічному землеробстві та беззмінних посівах для отримання продовольчого та кормового зерна кукурудзи без застосування хімічних препаратів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Hadzalo Y., Likar Y., Vozhehova R., Marchenko T. Economic and energy efficiency of the use of biologized agrotechnologies for corn cultivation. *Scientific Papers Series "Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development"*. 2023. Vol. 23(4). P. 375–383.
2. Сіроус Л. Я. Совки – шкідники сільськогосподарських культур у Харківській області. *Вісник Харківського національного університету ім. В. В. Докучаєва. Серія: Фітопатологія та ентомологія*. 2015. № 1–2. С. 140–145.
3. Ключевський Ю. Е., Глушкова С. О., Могилюк Н. Т., Ігнат'єва О. В. Шкідливість популяції бавовникової совки та мікробіоконтроль її чисельності на посівах томатів. *Агробіологія*. 2017. № 1. С. 141–146.
4. Доля М. М., Фокін А. В., Варченко Т. П., Мороз С. Ю. Трофічні зв'язки бавовникової совки за сучасних технологій вирощування соняшнику та кукурудзи в Лісостепу України. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2018. № 5(75).
5. Ващенко І. В. 2017. Теоретичні засади та сучасний стан розвитку ринку кукурудзи. *Економіка АПК*. 2017. Вип. 2. С. 88–92.
6. Ткачук О. П., Бондаренко М. І. Формування урожайності та якості зерна повторних посівів кукурудзи. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2023. Вип. 129. С. 139–145. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.129.18>
7. Vozhehova R., Marchenko T., Piliarska O. et al. Grain corn product yield and gross value depending on the hybrids and application of biopreparations in the irrigated conditions. *Scientific Papers Series «Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development»*. 2021. Vol. 21(4). P. 611–618.
8. Donets A., Marchenko T., Piliarska O., Mishchenko S., Lavrynenko Y. The effectiveness of protection measures for maize hybrids of different FAO groups against damage caused by *Ostrinia nubilalis* Hübner under continuous maize cultivation conditions with irrigation. *Modern Phytomorphology*. 2025. Vol. 19. P. 91–95.

9. Кохан А. В., Глущенко Л. Д., Лень О. І., Олєпир Р. В., Самойленко О. А. Продуктивність сортів і гібридів кукурудзи за різних систем удобрення та беззмінного їх вирощування. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 10 (799). С. 18–23. DOI: <https://doi.org/20.31073/agrovisnyk2019010-03>
10. Клечковський Ю. Е., Глушкова С. О., Могиліук Н. Т., Ігнат'єва О. В. Шкідливість популяції бавовникової совки та мікробіоконтроль її чисельності на посівах томатів. *Агробіологія*. 2017. № 1. С. 141–146.
11. Стригун О., Ляска Ю. Бавовникова совка на посівах кукурудзи. *Пропозиція*. 19 липня 2021. URL: <https://propozitsiya.com/articles/tekhnolohiyi-vyroshchuvannya/bavovnykova-sovka-na-posivakh-kukurudzy>
12. Gadzalo Ia., Luzan Yu. Increasing the role of agricultural science at the stage of European integration. *Bulletin of Agricultural Science*. 2023. Vol. 12 (849). P. 5–16. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202312-01>
13. Дем'янчук М. Бавовникова совка на кукурудзі. URL: <https://www.syngenta.ua/news/kukurudza/ampligo-150-zc-f-k-nadiyniy-zahist-kukurudzi-vid-luskokrilih-shkidnikiv> (дата звернення 26.05.2025)
14. Вожегова Р. А. та ін. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях. Херсон: Грінь Д.С., 2014. 286 р.
15. Trybel S. O., Sigaryova D. D., Sekun M. P., Ivashchenko O. O. Test methods and application of pesticides. Kyiv: The world, 2021. 256 р.
16. Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН». URL: <https://biotekhnika.od.ua/uk,https://centrbio.com/>

УДК 633.15.631.5

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.12>

ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ І ГУСТОТИ ПОСІВУ

Єремко Л.С. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри рослинництва,

Полтавський державний аграрний університет

orcid.org/0000-0001-5641-7436

Кирлиця А.О. – аспірант кафедри рослинництва,

Полтавський державний аграрний університет

orcid.org/0009-0006-1619-9423

Важливим аспектом розв'язання проблеми забезпеченості продовольчими і кормовими ресурсами є стабілізація виробництва зернової продукції, яка відіграє ключову роль у формуванні раціональної структури харчування населення, забезпеченні тваринницької галузі необхідними кормами, а також у зміцненні експортного потенціалу країни. У цьому відношенні забезпечення отримання високих врожайів зерна кукурудзи, як однієї із найбільш розповсюджених зернових культур, набуває особливої актуальності.

У статті представлені результати трирічного наукового дослідження із вивчення впливу елементів технології вирощування (удобрення і густоти посіву) на формування зернової продуктивності середньостиглого гібриду кукурудзи ДМ Скарб (ФАО 330).

Дослідження було проведено в умовах державного підприємства «Дослідне господарство «Степне» Інституту свинарства і АПВ НААН» впродовж 2022–2024 рр. Основними факторами, що вивчали у досліді були: різні рівні забезпеченості рослин елементами мінерального живлення, зокрема $N_{50}P_{80}K_{75}$, $N_{50}P_{80}K_{75}$ + мікродобриво Оракул мультикомплекс (2,0 л/га) у фазі 7–9 листків (ВВСН 17–19); густина рослин – 55, 65, 75, 85 тис/га.

У ході проведення дослідження було встановлено, що внесення мінеральних добрив та поєднання їх із позакореневим підживленням посівів мікродобривом дозволяє покращити умови росту рослин, формування їх листової поверхні та структурних елементів врожаю. Найбільш сприятливими вони були у варіанті поєднання внесення $N_{50}P_{80}K_{75}$ і проведення позакореневого підживлення посівів мікродобривом, де урожайність зерна кукурудзи у посівах різної щільності змінювалася у межах 7,37–7,52 т/га.

Загущення посівів призводило до посилення ценотичної взаємодії окремих рослин, внаслідок чого величини їх елементів продуктивності зменшувалися, однак збільшенням їх кількості з 55 до 75 тисяч компенсувало це зниження. Внаслідок цього найвищий рівень урожайності зерна було отримано у посівах із густрою рослин 75 тис/га.

Ключові слова: кукурудза, мінеральні добрива, мікродобриво, густина рослин, урожайність.

Yeremko L.S., Kyrlytsia A.O. Formation of corn productivity depending on mineral fertilizer and sowing density

An important aspect of solving the problem of food and feed supply is to stabilize grain production, which plays a key role in establishing a rational dietary structure for the population, providing the livestock industry with the necessary feed, and strengthening the country's export potential. In this regard, ensuring high grain yields of corn, which is one of the most widespread grain crops, is of particular importance.

The article presents the results of a three-year research study on the influence of elements of cultivation technology (fertilizers and sowing density) on the formation of grain productivity of the mid-season maize hybrid DM Skarb (FAO 330).

The study was conducted at the state enterprise "Stepne Experimental Farm of the Institute of Pig Breeding and Animal Production of NAAS" during 2022–2024. The main factors studied in the experiment were: different levels of plant supply with mineral nutrients, in particular

$N_{50}P_{80}K_{75}$, $N_{50}P_{80}K_{75}$ + microfertilizer Oracul multicomplex (2,0 l/ha) in the 7–9 leaf stage (BBCH 17–19); plant density – 55, 65, 75, 85 thousand/ha.

The research was found that the application of mineral fertilizers and their combination with foliar application with microfertilizer can improve the conditions of plant growth, the formation of their leaf surface, and yield structural elements. The most favorable conditions were in the variant of combining the application of $N_{50}P_{80}K_{75}$ and foliar fertilization of crops with microfertilizer, where the yield of corn grain of crops with different densities varied within 7,37–7,52 t/ha.

The thickening of crops led to increased cenotic interaction of individual plants, resulting in a decrease in the values of their productivity elements, but an increase in their number from 55 to 75 thousand compensated for this decrease. As a result, the highest level of grain yield was obtained in crops with a plant density of 75 thousand/ha.

Key words: corn, mineral fertilizers, microfertilizers, plant density, yield.

Постановка проблеми. Збільшення виробництва зернових ресурсів є важливим завданням у розв'язанні проблеми продовольчої кризи, що в останні роки набуває глобальних масштабів. У групі зернових культур кукурудза займає одне з провідних місць за площею вирощування. Рівень світового виробництва її зернової продукції перевищує 600 млн. т, з яких близько 60 % припадає на Сполучені Штати Америки і Китай, а решта вирощується в країнах Європи, Африки, Латинської Америки та Південної Азії [1]. Величина посівних площ відведених під дану культуру в Україні у довоєнні часи невинно зростала, а рівень її виробництва перевищив 50 % від загального обсягу отриманої зернової продукції. У групі областей лідируючі позиції за цим показником займали Полтавська (541,8 тис. га), Кіровоградська (368,3 тис. га) та Черкаська області (330,9 тис. га) [2].

Значне розширення попиту на продукцію кукурудзи обумовлюється високими поживними якістьми її зерна, у якому міститься 65–70 % вуглеводів, 9–12 % білків, 4–8 % рослинної олії (з якої близько 40 % припадає на зародок), 2 % клітковини, вітаміни А, В1, В2, В6, Е, С, РР, незамінні амінокислоти, мінеральні солі, мікроелементи [3], біоактивні компоненти, такі як каротиноїди, антоціани та фенольні сполуки [4].

Кукурудза є універсальною культурою. Її зерно слугує сировиною для виробництва майже 3500 видів продукції, яка використовується в харчовій, фармацевтичній та переробній промисловостях [5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Впродовж вегетаційного періоду інтенсивність ростових процесів у рослинах, їх розвиток і формування врожаю обумовлюється забезпеченістю елементами мінерального живлення. Зокрема, наявність азоту визначає інтенсивність росту і розвитку вегетативної частини рослин та розміри їх листової поверхні [6]. Достатня забезпеченість фосфором сприяє формуванню потужної кореневої системи, ініціації цвітіння, а також є важливою для розвитку насіння [7]. Калій відіграє важливу роль у підвищенні стійкості рослин до несприятливих абіотичних та біотичних чинників [8]. Кальцій підтримує пластичність клітинних мембран. Магній діє як кофактор у різних ферментативних реакціях, зокрема під час фосфорилювання. Сірка бере участь у процесах синтезу білків [9]. Бор має ключове значення у процесі проростання пилку. Під час синтезу хлорофілу та інших пігментів мідь займає ключові позиції. Залізо є складовою частиною хлорофілу. Основна функція марганцю в рослинах полягає в активації ферментних систем. Цинк відіграє важливу роль у підтримці рослинного метаболізму [10, 11].

Важливим чинником формування біологічної урожайності є оптимізація кількості рослин на одиниці площі. Вчені відзначають, що загущення посіву до певної

межі може покращувати перехоплення ФАР завдяки швидкому закриттю міжрядь та збільшенню індексу площі листя [12] і є одним із найпростіших способів підвищення врожайності кукурудзи [13, 14]. Надмірне загущення посівів призводить до посилення конкуренції рослин за основні чинники життєдіяльності, зокрема за поживні речовини, вологу, світло. Це у свою чергу спричиняє зменшення розмірів листової поверхні та вмісту хлорофілу у листових пластинках. Дані явища призводять до зниження перехоплення світла рослинним покривом, що відповідно гальмує процес продукування біомаси рослинами та надходження сухої речовини до репродуктивних органів під час їх формування і розвитку [13, 15]. Разом з тим, вчені зазначають, що у загущених посівах внаслідок зменшення кількості сонячної радіації, перехопленої нижніми шарами листя та зниження ефективності її використання відбувається прискорення старіння листових пластинок та відповідне пригнічення розвитку кореневої системи і засвоєння нею поживних речовин [16]. У зріджених посівах, навпаки, рослини формують оптимальну за розмірами надземну частину, а їх генеративні органи є досить розвиненими, однак недостатня кількість рослин на одиниці площі призводить до зниження загального рівня урожайності посіву [17].

Постановка завдання. Метою дослідження було визначення впливу макро-і мікроелементів на формування продуктивності кукурудзи у посівах різної щільності.

Дослідження було проведено на території землекористування державного підприємства «Дослідне господарство «Степне» Інституту свинарства і АПВ НААН» впродовж 2022–2024 рр. Основними чинниками, що вивчали були: різні системи мінерального живлення $N_{50}P_{80}K_{75}$, $N_{50}P_{80}K_{75}$ + мікродобриво Оракул мультикомплекс (2,0 л/га) у фазі 7–9 листків (ВВСН 17–19) (фактор А) та густина рослин 55, 65, 75, 85 тис/га (фактор В).

Основними складовими мікродобрива Оракул мультикомплекс є N в різних формах – 184 г/л; P_2O_5 – 66 г/л; K_2O – 44 г/л; SO_3 – 36 г/л; Fe – 6 г/л; Cu – 8 г/л; Zn – 8 г/л; B – 6 г/л; Mn – 6 г/л; Co – 0,05 г/л; Mo – 0,12 г/л.

Варіанти і повторення у досліді розміщували рандомізовано. Повторність досліді чотириразова. Площа однієї ділянки становила 50 м². Технологія вирощування кукурудзи у експерименті була загальноприйнятою, окрім чинників, що досліджували. У досліді вивчали середньостиглий гібрид кукурудзи ДМ Скарб (ФАО 330).

Висоту рослин, площу листової поверхні визначали в основні фази росту та розвитку кукурудзи (12–13 листків, цвітіння качанів, молочна стиглість зерна), на 10 типових рослинах, в двох несуміжних повтореннях. Висоту рослин до фази цвітіння визначали шляхом заміру рослин від поверхні ґрунту до верхівки найдовшого (витягнутого) листа, після фази викидання волоті – від поверхні ґрунту до верхньої кінцівки волоті [19]. Площу листової поверхні визначали за методикою Kaushik та ін. [21]. Збирання та облік урожаю проводили в фазу повної стиглості зерна вручну шляхом зважування качанів з усієї облікової площі ділянок. Індивідуальну продуктивність рослин, вологість зерна визначали в пробах по 50 качанів, що відбирали під час збирання з кожної облікової ділянки [19, 20]. Результати обліку врожаю піддавали дисперсійному аналізу за допомогою комп'ютерної техніки використовуючи методичні рекомендації із проведення польових дослідів [22].

Виклад основного матеріалу дослідження. Інтенсивність ростових процесів рослинного організму та його розвиток є відображенням реакції на вплив факторів навколишнього середовища. Результати дослідження свідчать про позитивний вплив факторів, що вивчали на формування габітусу рослин кукурудзи.

Так у варіантах внесення мінеральних добрив значення даного показника були вищими за контрольний варіант на 2,2–9,7 %, а поєднання внесення мінеральних добрив і позакореневого підживлення рослин мікродобривом сприяло збільшенню висоти рослин кукурудзи на 5,0–9,9 % (табл. 1).

Підвищення значень висоти рослин було також відзначено у варіантах збільшення кількості рослин на одиниці площі, однак це явище здебільшого було пов'язано із посиленням ценотичної взаємодії між рослинами у посіві. Слід також звернути увагу на нерівномірність у динаміці приросту надземної частини рослин кукурудзи впродовж вегетаційного періоду. У початковий період розвитку інтенсивність лінійних приростів рослин кукурудзи у висоту була незначною. Надалі ростові процеси рослин посилювалися, досягаючи максимуму у міжфазний період 12–13 листків – цвітіння качанів. За цей час висота рослин збільшувалася на 78,1–84,4 см.

Під час репродуктивного розвитку рослин інтенсивність лінійних приростів рослин у висоту значно зменшувалася, що було пов'язано із перерозподілом більшої частини органічних сполук і елементів мінерального живлення до качанів та зерна, що формувалися. Від фази цвітіння до фази формування зерна висота рослин збільшилася на 3,0–7,8 см.

Таблиця 1

Вплив мінерального удобрення на інтенсивність лінійних приростів рослин кукурудзи у висоту у посівах різної щільності, см (2022–2024 рр.)

Мінеральне удобрення	Густота рослин, тис./га	Фази розвитку рослин		
		12–13 листків	цвітіння качанів	молочна стиглість зерна
Контроль (без добрив)	55	108,6	190,4	194,5
	65	112,3	196,7	201,3
	75	121,5	204,3	207,3
	85	126,8	207,8	211,1
N ₅₀ P ₈₀ K ₇ 5	55	116,7	194,8	198,8
	65	119,5	197,3	204,5
	75	124,5	206,8	211,1
	85	127,4	209,4	213,4
N ₅₀ P ₈₀ K ₇₅ + мікродобриво (Оракул мультикомплекс)	55	118,8	196,7	204,3
	65	121,3	199,4	207,2
	75	126,9	208,7	209,5
	85	129,5	210,5	213,8

Фотосинтез, у ході якого з простих речовин утворюються багаті енергією і різноманітні за хімічним складом органічні сполуки є фундаментальним процесом формування продуктивності рослин. Тому, на сьогодні всі агротехнологічні прийоми розглядаються як засіб створення оптимальних за оптичною щільністю посівів, що найбільш повно поглинають енергію сонячної радіації та використовують її у процесі створення органічної біомаси. Інтенсивність, тривалість і продуктивність фотосинтетичної роботи визначається величиною листової поверхні, що змінюється залежно від морфологічних параметрів рослин.

Результати досліджень показали, що процеси лінійного приросту рослин у висоту, наростання надземної частини і формування їх асиміляційної поверхні були взаємопов'язаними і змінювалися впродовж вегетації залежно від рівня забезпеченості елементами мінерального живлення. На початкових етапах розвитку інтенсивність наростання листової поверхні була незначною. Надалі темпи їх приросту підвищувалися і досягали свого максимуму у фазі цвітіння. Площа листової поверхні посівів у цей час змінювалася залежно від агротехнологічних прийомів, що вивчали, у межах 35,8–44,2 тис. м²/га (табл. 2). До фази молочного стану зерна асиміляційна поверхня посівів, за рахунок підсихання листків нижніх ярусів, зменшилася.

Внесення мінеральних добрив сприяло покращанню умов формування листової поверхні посівів. Її величина у варіантах внесення N₅₀P₈₀K₇₅ збільшувалися залежно від густоти рослин на 2,70–3,30 тис. м²/га порівняно із варіантами, де мінеральне удобрення не проводилося. У варіантах поєднання внесення мінеральних добрив і позакореневого підживлення рослин підвищення значень даного показника щодо контролю знаходилося на рівні 12,0–14,6 %. Умови формування листової поверхні рослин кукурудзи були найбільш сприятливими за комплексного застосування макро- і мікродобрив у посівах із густотою рослин 75 тис./га.

Загалом по досліді, листкова поверхня окремих рослин була найбільш розвинутою у посівах із їх кількістю на 1 га 55 тис. У варіантах збільшення густоти до 75 тис./га листкова поверхня окремих рослин зменшувалася, однак у посівах це компенсувалося збільшенням їх кількості на одиниці площі. Тож величина даного показника збільшувалася від зростання кількості рослин у них від 55 до 75 тис./га. У посівах із густотою рослин 85 тис./га зменшення розмірів листової поверхні окремих рослин уже не компенсувалося їх кількістю на одиниці площі, таким чином їх асиміляційна поверхня в цілому була меншою.

Таблиця 2

Вплив мінерального удобрення на формування асиміляційної поверхні кукурудзи у посівах різної щільності, тис м²/га (2022–2024 рр.)

Мінеральне удобрення	Густота рослин, тис/га	Фази розвитку рослин		
		12–13 листків	цвітіння качанів	молочна стиглість зерна
Контроль (без добрив)	55	17,7	35,8	31,6
	65	18,6	36,9	32,4
	75	20,4	39,4	34,4
	85	21,2	38,1	33,1
N ₅₀ P ₈₀ K ₇₅	55	20,1	38,8	34,7
	65	24,9	40,2	36,3
	75	26,3	42,5	38,2
	85	25,8	40,8	37,8
N ₅₀ P ₈₀ K ₇₅ + мікродобриво (Оракул мультикомплекс)	55	24,2	40,1	35,4
	65	25,8	42,3	37,3
	75	27,5	44,2	38,9
	85	26,1	42,9	37,7

Результати досліджень свідчать про позитивний вплив факторів, що вивчали на величину елементів структури врожаю кукурудзи (табл. 3). У цьому відношенні найбільш ефективним виявилось поєднання внесення мінеральних добрив і застосування мікродобрива у позакореновому підживленні посівів із густотою рослин 55 тис./га. У даному варіанті довжина і діаметр качана в середньому становили 23,5 см і 45,3 мм відповідно. Кількість рядів на качанах становила 18 шт., а маса 1000 зерен була на рівні 325,1 г.

Мінеральне удобрення сприяло збільшенню довжини і діаметру качана відносно контрольно, відповідно на 0,8–1,2 см і 2,2–3,1 мм. Маса 1000 зерен збільшувалася порівняно з контрольним варіантом на 20,6–34,0 г.

Слід відмітити, що загущення посівів призводило до зниження значень основних елементів структури врожаю, що обумовлювалося посиленням конкуренції рослин за основні фактори життєдіяльності.

Таблиця 3

Вплив мінерального удобрення на індивідуальну продуктивність рослин кукурудзи у посівах різної щільності (2022–2024 рр.)

Мінеральне удобрення	Густота рослин, тис шт./га	Довжина качана, см	Діаметр качана, мм	Кількість рядів зерен, шт.	Маса 1000 зерен, г
Контроль (без добрив)	55	21,3	39,7	18	298,6
	65	20,4	40,6	16	294,8
	75	19,6	40,2	16	267,9
	85	18,9	39,0	16	254,3
$N_{50}P_{80}K_{75}$	55	22,5	42,8	18	319,2
	65	21,6	43,1	18	316,4
	75	20,9	42,4	16	297,5
	85	19,7	41,6	16	288,3
$N_{50}P_{80}K_{75}$ + мікродобриво (Оракул мультикомплекс)	55	23,5	45,3	18	325,1
	65	22,9	45,9	18	318,9
	75	21,6	44,7	18	304,3
	85	20,4	43,2	16	296,8

Індивідуальна продуктивність рослин та їх кількість на одиниці площі визначали розміри загальної урожайності зерна кукурудзи. Її значення збільшувалися по мірі загущення посівів до 75 тис. рослин/га (табл. 4). Найвищою (7,85 т/га) вона була у варіанті комплексного застосування макро- і мікродобрив. Внесення $N_{50}P_{80}K_{75}$ забезпечило приріст урожайності зерна залежно від густоти посіву на 0,22–0,30 т/га щодо контролю. У варіантах поєднання мінерального удобрення і проведення позакоренового підживлення рослин величина даного показника у посівах із різним загущенням збільшувалася на 0,49–0,63 т/га порівняно із варіантами, де макро- і мікродобрива не вносили.

Висновки. Застосування мінеральних добрив у поєднанні з позакореновим підживленням посівів мікродобривами сприяло покращенню умов росту рослин, активнішому формуванню листової поверхні та основних структурних компонентів врожаю. Збільшення густоти посівів призводило до посилення ценотичних

взаємодій між рослинами, що проявлялося у збільшенні їх висоти та скороченні площі листкової поверхні. Водночас зниження індивідуальної продуктивності компенсувалося підвищенням кількості рослин на одиницю площі – з 55 до 75 тис./га, що в цілому сприяло збільшенню загальної продуктивності посівів.

Таблиця 4

**Вплив мінерального удобрення на урожайність зерна посівів кукурудзи
різної щільності (2022–2024 рр.)**

Мінеральне удобрення	Густота рослин	Урожайність зерна, т/га			Середнє
		2022	2023	2024	
Контроль (без добрив)	55	7,32	7,93	5,39	6,88
	65	7,54	8,14	5,73	7,14
	75	7,47	8,45	5,75	7,22
	85	7,39	8,31	5,37	7,02
$N_{50}P_{80}K_{75}$	55	7,53	8,24	5,53	7,10
	65	7,86	8,47	5,99	7,44
	75	7,79	8,89	5,86	7,51
	85	7,64	8,64	5,48	7,25
$N_{50}P_{80}K_{75}$ + мікродобриво (Оракул мультикомплекс)	55	7,86	8,56	5,68	7,37
	65	8,17	8,75	6,13	7,68
	75	8,05	9,45	6,05	7,85
	85	7,78	8,83	5,96	7,52
$HP_{0,95}$	$A = 0,13$ т/га; $B = 0,17$ т/га; $AB = 0,22$ т/га.				

Найбільш сприятливі умови для формування високої продуктивності кукурудзи були зафіксовані за поєднання мінерального удобрення в дозі $N_{50}P_{80}K_{75}$ із позакореневим внесенням мікродобривом Оракул мультикомплекс. Максимальні показники врожайності зерна спостерігалися за густоти посіву 75 тис./га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Huma B., Hussain M., Ning C., Yuesuo Y. Human benefits from maize. Scholar Journal of Applied Sciences and Research. 2019. 2. 4–7.
2. Rudska N. Influence of the protection system on limitation of the number of main pests in corn crops. Захист рослин. 2022. 27. 143–165. <http://dx.doi.org/10.37128/2707-5826-2022-4-11>
3. Saeed M. S., Saeed A. Health Benefits of Maize Crop – An Overview. Current Research in Agriculture and Farming. 2020. 1(3), 5–8. <http://dx.doi.org/10.18782/2582-7146.114>
4. Adom K.K., Liu R.H. Antioxidant activity of grains. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2002. 50. 6182–6187. <http://dx.doi.org/10.1021/jf0205099>
5. Sots S.M., Bnyiak O.V., Valevskaya L.O. Use of corn grain in production of food products. Зернові продукти і комбікорми. 2018. Vol.18, I.2. С. 20–25.
6. Maeda Y., Konishi M., Kiba T., Sakuraba Y., Sawaki N., Kurai T., Ueda Y., Sakakibara H., Yanagisawa S. A NIGT1-centred transcriptional cascade regulates nitrate signalling and incorporates phosphorus starvation signals in Arabidopsis. Nature Communication. 2018. 9. 1376. 1–14. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-03832-6>

7. Hu B., Jiang Z., Wang W., Qiu Y., Zhang Z., Liu Y., Li A., Gao X., Liu L., Qian Y. Nitrate–NRT1.1B–SPX4 cascade integrates nitrogen and phosphorus signalling networks in plants. *Nature Plants*. 2019. 5. 401–413. <https://doi.org/10.1038/s41477-019-0384-1>
8. Medici A., Szponarski W., Dangeville P., Saf A., Dissanayake I.M., Saenchai C., Emanuel A., Rubio V., Lacombe B., Rufel S. Identification of molecular integrators shows that nitrogen actively controls the phosphate starvation response in plants. *The Plant Cell*. 2019. 31. 1171–1184. <https://doi.org/10.1105/tpc.18.00656>
9. Dong Y.H., Silbermann M., Speiser A., Forieri I., Linster E., Poschet G., Samami A.A., Wanatabe M., Sticht C., Telemann A.A. Sulfur availability regulates plant growth via glucose-TOR signalling. *Nature Communication*. 2017. 8. 1174. 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41467-017-01224-w>
10. Kopriva S., Calderwood A., Weckopp S.C., Koprivova A. Plant sulphur and big data. *The Plant Science*. 2015. 241. 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2015.09.014>
11. Courbet G., Gallardo K., Vigani G., Brunel-Muguet S., Trouverie J., Salon C., Ourry A. Disentangling the complexity and diversity of crosstalk between sulfur and other mineral nutrients in cultivated plants. *Journal of Experimental Botany*. 2019. 70(16). 4183–4196. <https://doi.org/10.1093/jxb/erz214>
12. Bhaumik S., Kashyap R., Bag A.G. Effect of essential plant nutrients on growth and yield of maize crop (*Zea mays* L.): a review. *Vegetos*. 2024. 37. 1705–1719. <https://doi.org/10.1007/s42535-024-01024-w>
13. Zhang Y., Xu Z., Li J., Wang R. Optimum planting density improves resource use efficiency and yield stability of rainfed maize in semiarid climate. *Frontiers in Plant Science*. 2021. 12. 752606. 1–10. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.752606>
14. Tolimir M., Kresović B., Gajić K., Anđelković V., Brankov M., Dugalić M., Gajić B. 2024. Integrated effect of irrigation rate and plant density on yield, yield components and water use efficiency of maize. *Plant, Soil and Environment*. 2024. 70(8). 475–482. <https://doi.org/10.17221/155/2024-PSE>
15. Djamana K., Allena S., Djamana D.S., Koudahec K., Irmak S., Puppala N., Darapuneni M.D., Sangamesh V., Angadi. Planting date and plant density effects on maize growth, yield and water use efficiency. *Environmental Challenges*. 2022. 6. 100417. 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100417>
16. Liu T., Wang Z., Cai T. Canopy apparent photosynthetic characteristics and yield of two spike-type wheat cultivars in response to row spacing under high plant density. *PLoS One*. 2016. 11 (2). e0148582. 1–16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0148582>
17. Gummert A., Ladewig E., Bürcky K., Märlander B. Variety resistance to *Cercospora* leaf spot and fungicide application as tools of integrated pest management in sugar beet cultivation – a German case study. *Crop Protection*. 2015. 72. 182–194. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2015.02.024>
18. Petek M., Toth N., Pecina M., Lazarević B., Palčić I., Herak Ćustić M. Status of Fe, Mn and Zn in red beet due to fertilization and environment. *Journal of Central European Agriculture*. 2017. 18 (3). 554–570. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/18.3.1930>
19. Мойсейченко В. Ф., Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ: Вищ. шк., 1994. 334 с.
20. Kaushik P., Pati P.H., Khan M.L., Khare P.K. A quick and simple method for estimating leaf area by leaf weight. *International Journal of Botany Studies*. 2021. 6. 1286–1288.
21. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві: монографія / В.О. Ушкаренко, Р.А. Вожегова, С.П. Голобородько, С.В. Коковіхін. Херсон: Айлант, 2013. 378 с.

УДК 631.527:635.615

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.13>

АГРОБІОЛОГІЧНА ОЦІНКА ГІБРИДІВ КАВУНА ЗВИЧАЙНОГО ЗА АДАПТИВНИМИ ОЗНАКАМИ

Заверталюк В.Ф. – к.с.-г.н., доцент,

в.о. директора,

Дніпропетровська дослідна станція Інституту овочівництва і баштанництва

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0000-0002-8650-2399

Палінчак О.В. – старший науковий співробітник відділу селекції та технології

виращування овочевих і баштанних рослин,

Дніпропетровська дослідна станція Інституту овочівництва і баштанництва

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0000-0002-4146-0260

Продemonстровано перспективи використання принципів моделювання впливу зовнішнього середовища на формування показників врожайності гібридів кавуна звичайного у поєднанні з адаптивними параметрами. Дослідження проведено в Дніпропетровській дослідній станції ІОБ НААН згідно з існуючими методиками в овочівництві і баштанництві. Матеріалом для досліджень слугували 14 гетерозисних гібридів кавуна власної селекції, створених методом топкросу. Метою досліджень було диференціювати перспективні гетерозисні гібриди кавуна за рівнем прояву адаптивних параметрів та виділити кращі за сукупністю ознак.

Визначено ранньостиглі гібриди кавуна з високим рівнем загальної врожайності – 38,9–45,6 т/га (ДН-1, ДН-9, ДН-10, ДН-13, ДН-5, ДН-3) та вмісту сухої розчинної речовини в плодах – 8,1–8,3% (ДН-10, ДН-11, ДН-12, ДН-13). Дослідженнями встановлено ступінь розподілу вивчених гібридів за показниками адаптивності. Виділено групу гібридів, які відзначились сукупністю позитивних ознак пристосованості до екологічних умов зони вирощування та високою селекційною цінністю – 23,49–28,78 (ДН-3, ДН-9, ДН-8, ДН-5, ДН-13).

Визначено гібриди, які відрізняються поєднанням цінних господарських ознак та перспективні для проведення конкурсного сортовипробування: ДН-1 (Кескеметі / Широнінський) – ранньостиглий (70 діб), з високою загальною адаптаційною здатністю, урожайність висока (45,6 т/га, з істотним перевищенням стандарту на 11,6 т/га), плід широкоеліптичний, масою 3,0 кг при кількості на рослині 1,5 шт., вміст сухої розчинної речовини 7,8%; ДН-3 (Дупай / Широнінський) – ранньостиглий (72 доби), з комплексом адаптивних параметрів, урожайність висока (43,6 т/га, +9,6 т/га), плід широкоеліптичний, масою 2,8 кг, при кількості на рослині 1,5 шт., вміст сухої розчинної речовини 7,6%; ДН-5 (Dew green / Широнінський) – ранньостиглий (72 доби), з комплексом адаптивних параметрів, урожайність висока (41,6 т/га, +7,6 т/га), плід округлий, масою 3,1 кг при кількості на рослині 1,3 шт., вміст сухої розчинної речовини 7,8%.

Ключові слова: кавун, гібрид, адаптивна здатність, стабільність, урожайність, плід.

Zavertaliuk V.F., Palinchak O.V. Agrobiological evaluation of watermelon hybrids by adaptive traits

The prospects of using the principles of modeling the influence of the environment on the formation of yield indicators of watermelon hybrids in combination with adaptive parameters were demonstrated. The study was conducted at the Dnipro Experimental Station of the Institute of Vegetable and Melon growing NAAS in accordance with existing methods in vegetable and melon growing. The material for the research was 14 heterotic watermelon hybrids of our own selection, created by the topcross method. The aim of the research was to differentiate promising heterotic watermelon hybrids by the level of adaptive parameters and to select the best ones by the set of traits.

Early ripe watermelon hybrids with a high level of total yield – 38,9–45,6 t/ha (DN-1, DN-9, DN-10, DN-13, DN-5, DN-3) and dry soluble matter content in fruits – 8,1–8,3% (DN-10, DN-11, DN-12, DN-13) were identified.

The research has established the degree of distribution of the studied hybrids by adaptability indicators. A group of hybrids was distinguished, which were characterized by a set of positive signs of adaptation to the environmental conditions of the growing zone and high breeding value – 23,49–28,78 (DN-3, DN-9, DN-8, DN-5, DN-13).

The hybrids that are characterized by a combination of valuable economic traits and are promising for competitive variety testing were identified: DN-1 (Kecskemeti / Shyronins'kyi) – early ripening (70 days), with high general adaptability, high yield (45,6 t/ha, with a significant excess of the standard by 11,6 t/ha), broad elliptical fruit, weighing 3.0 kg with 1.5 pcs, dry soluble solids content 7.8%; DN-3 (Dunaj / Shyronins'kyi) – early ripening (72 days), with a set of adaptive parameters, high yield (43,6 t/ha, +9,6 t/ha), broad elliptical fruit, weighing 2,8 kg, with an amount of 1,5 pcs, dry soluble solids content 7,6%; DN-5 (Dew green / Shyronins'kyi) – early ripening (72 days), with a set of adaptive parameters, high yield (41,6 t/ha, +7,6 t/ha), circular fruit, weighing 3,1 kg with 1,3 pcs, dry soluble solids content 7.8%.

Key words: watermelon, hybrid, adaptive ability, stability, yield, fruit.

Постановка проблеми. Адаптація є одним з найважливіших механізмів, який підвищує стійкість біологічної системи в умовах, що змінюються. Адаптація включає в себе всі процеси (анатомічні, морфологічні, фізіологічні тощо), які сприяють функціонуванню рослин. Краще розуміння адаптації до конкретної зони вирощування має вирішальне значення для розробки та впровадження відповідних стратегій, які можуть зменшити загрози зміни клімату [1, с. 2–6].

Особливості генотипу виду кавуна дають можливість суттєво розширити діапазон екологічної пластичності у його сучасних культивованих сортів щодо впливу абіотичних чинників. Зміна температурного режиму, кількості та розподілу опадів, що відбувалася за останні десятиліття в різних регіонах України також сприяла розширенню ареалу вирощування кавуна звичайного. Адаптивний потенціал та врожайність цієї культури можна значно підвищити за використання низки прийомів [2, с. 78–80].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Залучення у сільськогосподарське виробництво високоадаптивних гібридів позитивно впливає і на економічну сторону процесу. Дослідниками було доведено високу ефективність вирощування безнасісних гібридів кавуна у напівпосушливих районах Бразилії з точки зору високої якості та біоактивного потенціалу, пов'язаного з підвищеною адаптивністю до умов зростання [3, с. 1–2]. Встановлено сильний вплив як середовища, так і генотипа на формування високої врожайності кавуна. Тривалі дослідження перспективних генотипів американської селекції дозволили виокремити сорти та інбредні лінії, стабільні за вивченою ознакою [4, с. 1645–1648].

Дослідження врожайності та її складових серед пакистанських гібридів кавуна на штучних агрокліматичних фонах, виявило, що 50% генотипів показали високу екологічну стійкість та були менш схильними до зміни клімату. Виділено високоадаптивні гібриди, які мали мінімальне відхилення проходження основних фенологічних фаз, що забезпечило збільшення врожайності на 14,4–25,2%. Виявлені генотипи запропоновано до використання в селекційних програмах для створення кліматостійких сортів і гібридів [5, с. 32–35]. За подібного агроекологічного випробування селекційного матеріалу, залежно від часового та географічного простору, американські вчені дійшли висновку, що виявлення взаємодії між генотипом і середовищем можливо лише при різноякісних умовах вирощування. Відзначено високу взаємозалежність між параметрами плоду та рівнем врожайних показників [6, с. 3–5]. В ході агроекологічної оцінки зразків кавуна в Казахстані,

визначили генотипи з високою адаптивною здатністю до умов вирощування, що забезпечило підвищення врожайності в ранньостиглій групі на 21,2–31,7%, в середньостиглій – на 8,5–10,0% [7, с. 7].

Різними науковими установами нашої країни також здійснюється розробка спеціальних програм селекції з урахуванням критичних змін клімату, з направленістю на створення генотипів, стійких до негативного впливу абіотичних факторів навколишнього середовища. В умовах Південного Степу виділено джерела господарсько-цінних ознак та стійкості до негативного впливу абіотичних факторів навколишнього середовища, що дозволило створити посухостійкі сорти кавуна [8, с. 52].

В зоні Лісостепу, за оцінки 17 гібридів кавуна різного походження було встановлено їх адаптивний потенціал. Для селекційної роботи на різні ознаки практичну цінність становили зразки з високою загальною адаптивною здатністю, в результаті чого було виділено гібриди, кращі за загальною (3) / товарною (3) урожайністю та за середньою масою товарного плоду (2) [9, с. 39]. Аналіз параметрів зовнішньої мінливості колекційних зразків кавуна, як вихідного матеріалу для селекції генотипів, придатних для органічного вирощування, дозволив відібрати 16 зразків, які оптимально реагували на зміну умов культивування та демонстрували відносно стабільну вираженість господарських ознак [10, с. 52–53].

Усе вищевикладене свідчить, що подолання проблеми негативного впливу факторів навколишнього середовища можливо шляхом створення гібридів кавуна, які мають широкий спектр адаптивної спроможності за основними господарськими показниками.

Постановка завдання. Мета досліджень – диференціювати перспективні гетерозисні гібриди кавуна за рівнем прояву адаптивних параметрів та виділити кращі за сукупністю ознак.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводили у 2023 р. на експериментальній базі Дніпропетровської дослідної станції ІОБ НААН (с. Олександрівка, Дніпровський район, Дніпропетровська обл.), у відділі селекції та технології вирощування овочевих і баштанних рослин. Польові досліди та селекційні дослідження виконували за сучасними методиками роботи з баштаними культурами [11–12]. Оцінку екологічної мінливості проводили за відповідною методологією [13, 14]. Методи досліджень: польові (обліки, спостереження) – для визначення фенотипового вираження основних господарських ознак серед вивченого матеріалу; лабораторні – для оцінки вмісту в плодах основних хімічних показників; візуальні – для ведення фенологічних спостережень; вимірювально-вагові – для визначення продуктивності; математично-статистичні – для встановлення істотності одержаних результатів досліджень. Селекційну роботу здійснювали з кавуном звичайним (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. et Nakai). В дослідження знаходилось 14 перспективних гібридів власної селекції, створені на основі різних моделей материнських форм в системі топкросних схрещувань (табл. 1). За стандарти був прийнятий гібрид Казка (Україна).

Технологія вирощування кавуна в дослідях узгоджена з ДСТУ 5045:2008. «Кавун, диня, гарбуз. Технологія вирощування. Загальні вимоги». Схема розміщення рослин 1,4 × 0,7 м (10,2 тис. шт./га). Для оцінки параметрів адаптивної здатності було застосовано моделювання різних умов зовнішнього середовища шляхом створення штучних агрокліматичних фонів, з використанням трьох строків сівби (11, 21, 31 травня).

Таблиця 1

Гібриди кавуна звичайного, які знаходились у вивченні

Шифр гібрида	Компоненти гібридної комбінації
ДН-1	Kecskemeti / Широнінський
ДН-2	Dunaj / Нікопольський
ДН-3	Dunaj / Широнінський
ДН-4	Dew green / Нікопольський
ДН-5	Dew green / Широнінський
ДН-6	Kecskemeti / Нікопольський
ДН-7	Сгитесепі / Нікопольський
ДН-8	Сгитесепі / Широнінський
ДН-9	Гарний / Борчанський
ДН-10	Гарний / Княжич
ДН-11	Л-Фаворит / Борчанський
ДН-12	Л-Фаворит / Княжич
ДН-13	Столовий / Борчанський
ДН-14	Столовий / Княжич

Виклад основного матеріалу дослідження. Використання штучних агрофонів впродовж вегетаційного періоду дозволило відтворити контрастні екологічні умови, що дало змогу оцінити агробіологічні особливості вивчених гібридів кавуна. Порівняно зі стандартом, пришвидшені темпи росту і розвитку у перші два строки мали гібридні комбінації ДН-3, ДН-5, ДН-11, а на усіх фонах – ДН-13.

Інтегральна оцінка сукупності перспективних гетерозисних гібридів кавуна також виявила значні відмінності між ними за проявом основних господарсько-цінних показників (табл. 2).

Вивчені гібриди відносились до ранньої групи стиглості, досягаючи на рівні або дещо раніше за стандарт (67–75 діб проти 70 діб). Найбільш скоростиглими виявились гібриди ДН-6, ДН-8, ДН-9 (67 діб, – 3 доби).

За рівнем загальної урожайності істотно перевищив стандарт гібрид ДН-1 (45,6 т/га; + 11,6 т/га). Дуже високим рівнем врожайності відзначились також гібриди ДН-9, ДН-10, ДН-13, ДН-5, ДН-3 (38,9–43,6 т/га; + 4,9–9,6 т/га). На рівні стандарту (34,0 т/га) урожайність визначено у чотирьох гібридів (31,8–37,2 т/га), дещо нижче за стандарт – ще у чотирьох (24,3–31,0 т/га). Формування рівня врожайності залежало як від середньої маси плоду (2,4–3,1 кг), так і від їх кількості на рослині (1,0–1,5 шт.). Так, підвищення рівня ознаки у гібрида ДН-1 відбулося за рахунок максимальних значень компонентів урожайності (3,0 кг; 1,5 шт.). За вмістом сухої розчинної речовини 10 гібридів мали значення співставні, або дещо нижче за стандарт (7,0–7,9% проти 7,8%), а у комбінаціях ДН-10, ДН-11, ДН-12, ДН-13 було досягнуто рівня 8,1–8,3%.

За застосування трьох строків сівби було досліджено наступні адаптивні параметри: загальна (ЗАЗ) та специфічна (САЗ) адаптивна здатність, коефіцієнт відносної стабільності (Sgi), селекційна цінність генотипу (СЦГі) (табл. 3).

За найвищою загальною адаптивною здатністю виділились такі гібриди: ДН-5 (6,27), ДН-3 (8,27), ДН-1 (10,19), генотип яких здатен пристосовуватись до будь-яких екологічних змін навколишнього середовища. На противагу, високі вимоги

для формування підвищеного рівня врожайності можуть висувати гібриди, які відрізнялись підвищеною специфічною адаптивною здатністю: ДН-2 (67,74), ДН-14 (147,17), ДН-10 (206,23).

Таблиця 2
Господарсько-цінні показники гетерозисних гібридів кавуна

Назва гібрида	Вегетаційний період, дб	Урожайність загальна, т/га	Середня маса плода, кг	Кількість плодів на рослині, шт.	Індекс плода	Вміст сухої розчинної речовини, %
Казка – стандарт	70	34,0	2,6	1,3	1,06	7,8
ДН-1	70	45,6	3,0	1,5	1,14	7,8
ДН-2	70	32,9	2,7	1,2	1,11	7,5
ДН-3	72	43,6	2,8	1,5	1,19	7,6
ДН-4	69	27,1	2,4	1,1	1,12	7,0
ДН-5	69	41,6	3,1	1,3	1,06	7,8
ДН-6	67	29,0	2,8	1,0	1,17	7,5
ДН-7	70	31,8	2,4	1,3	1,09	7,9
ДН-8	67	37,2	2,8	1,3	1,27	7,6
ДН-9	67	38,9	2,9	1,3	1,02	7,8
ДН-10	69	40,6	3,1	1,3	1,02	8,1
ДН-11	75	31,0	2,5	1,2	1,08	8,2
ДН-12	70	24,3	2,4	1,0	1,05	8,3
ДН-13	69	40,8	3,1	1,3	1,33	8,3
ДН-14	75	32,1	2,6	1,2	1,13	7,3
НІР _{0,05}		11,5				

Гібриди, що характеризувались високою стабільністю виявлення загальної урожайності не залежно від умов середовища можна розділити на дві групи. До першої увійшли комбінації, які стабільно формували низьку врожайність (24,3–29,0 т/га): ДН-12 ($S_{gi} = 4,28$), ДН-6 (10,56), ДН-4 (10,96). До другої групи віднесено гібриди з високою врожайністю по усіх строках сівби (37,2–43,6 т/га): ДН-8 (10,46), ДН-13 (10,62), ДН-5 (11,47), ДН-9 (11,85), ДН-3 (16,68).

В цілому, найбільш вдало адаптивні параметри поєднувались у ранньостиглих високоврожайних гібридів ДН-3, ДН-9, ДН-8, ДН-5, ДН-13 з високою селекційною цінністю генотипу (23,49–28,78 проти 20,38).

Висновки. Встановлено закономірності виявлення продуктивного та адаптивного потенціалу серед ранньостиглих гетерозисних гібридів кавуна столового. Визначено 6 перспективних гібридів із високим рівнем загальної врожайності (38,9–45,6 т/га). Диференційовано гібриди кавуна за параметрами адаптивності, серед яких виділено стабільні у поєднанні з високою врожайністю (5), з високим рівнем загальної (3) та специфічної (3) адаптивної здатності, з високою селекційною цінністю генотипу (5).

Таблиця 3

**Параметри адаптивної здатності гетерозисних гібридів кавуна
за загальною урожайністю, 2023 р.**

Назва зразка, комбінації	Урожайність загальна, т/га				ЗАЗ	САЗ	Sg _i	СЦГ _i
	1 строк	2 строк	3 строк	середнє				
Казка – стандарт	28,8	38,6	34,7	34,0	-1,33	24,36	14,50	20,38
ДН-1	52,3	54,6	29,8	45,6	10,19	187,88	30,09	7,62
ДН-2	31,7	41,5	25,5	32,9	-2,47	64,74	24,46	10,63
ДН-3	35,2	47,6	48,1	43,6	8,27	53,00	16,68	23,49
ДН-4	24,0	29,9	27,3	27,1	-8,30	8,80	10,96	18,86
ДН-5	47,0	40,2	37,7	41,6	6,27	22,83	11,47	28,42
ДН-6	30,5	25,5	31,1	29,0	-6,34	9,40	10,56	20,54
ДН-7	39,1	30,8	25,5	31,8	-3,59	46,81	21,53	12,84
ДН-8	33,9	41,5	36,1	37,2	1,80	15,13	10,46	26,41
ДН-9	37,4	44,1	35,3	38,9	3,55	21,29	11,85	26,15
ДН-10	35,9	56,8	29,2	40,6	5,27	206,23	35,34	0,89
ДН-11	33,9	23,7	35,2	31,0	-4,41	39,77	20,37	13,50
ДН-12	24,0	25,5	23,5	24,3	-11,04	1,08	4,28	21,45
ДН-13	36,0	44,5	41,8	40,8	5,40	18,75	10,62	28,78
ДН-14	23,7	46,0	26,6	32,1	-3,27	147,17	37,79	-1,48

Перспективи подальших досліджень полягають у проведенні конкурсного сортопробування кращих гібридів за поєднанням господарських та адаптивних характеристик: ДН-1 (Кечскеті / Широнінський), ДН-3 (Дунай / Широнінський) та ДН-5 (Dew green / Широнінський).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Begum M. E. A., Hossain M. I., Mainuddin M. Climate change perceptions, determinants and impact of adaptation strategies on watermelon farmers in the saline coastal areas of Bangladesh. *Letters in Spatial and Resource Sciences*. 2023. Vol. 16 (1). P. 1–31. DOI: 10.1007/s12076-022-00324-6
2. Грицак Л. Р., Кравець М. Я. Аналіз адаптивного потенціалу кавуна звичайного (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. et Nakai) до росту в агроекологічних умовах західного регіону України. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія Біологія*. 2023. Т. 83, № 3–4. С. 78–91. DOI: 10.25128/2078-2357.23.3–4.10
3. de Oliveira M. M. T., Alves R. E., Silva L. R., Barreto N. D. Prospection of the quality and bioactive potential of the seedless watermelon. *Scientia Plena*. 2020. Vol. 16 (5). P. 1–8. DOI: 10.14808/sci.plena.2020.050202
4. Dia M., Wehner T. C., Hassell R., Price D. S., Boyhan G. E., Olson S., Tolla G. E. Genotype × environment interaction and stability analysis for watermelon fruit yield in the United States. *Crop Science*. 2016. Vol. 56 (4). P. 1645–1661. DOI: 10.2135/cropsci2015.10.0625
5. Kashif R., Najeebullah M., Salman G., Khalid M. U., Sabtain U., Hassan Z., Qayyum A., Saeed M. S., Islam B. Identification of climate resilient watermelon genotypes at early and late sowing with yield and yield related traits. *Plant Cell Biotechnology and*

Molecular Biology. 2021. Vol. 22 (57–58). P. 30–35. ISSN: 0972-2025. URL: <https://ikpress.org/index.php/PCBMB/article/view/7072/6186>

6. Correa E., Malla S., Crosby K. M., Avila C. A. Evaluation of genotypes and association of traits in watermelon across two southern Texas locations. *Horticulturae*. 2020. Vol. 6 (4). P. 67. DOI: 10.3390/horticulturae6040067

7. Aitbayev T. E., Mamyrbekov Z. Z., Aitbaeva A. T., Zorzhanov B. D. The Ecological Variety Testing of Foreign Melon and Watermelon Hybrids in the Climatic Conditions of Southeastern Kazakhstan. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. Vol. 852 (1). P. 012003. DOI: 10.1088/1755-1315/852/1/012003

8. Лимар В. А., Холодняк О. Г. Результати адаптивної селекції овочевих і баштанних культур в умовах змін клімату. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 3 (804). С. 50–54. DOI: 10.31073/agrovisnyk202003-07

9. Сергієнко О. В., Ліннік З. П. Адаптивний потенціал колекції гібридів F_1 кавуна за продуктивними показниками. *Овочівництво і баштанництво*. 2022. Вип. 72. С. 32–40. DOI: 10.32717/0131-0062-2022-72-32-40

10. Serhiienko O. V., Shabetia O. M., Linnik Z. P., Serhiienko M. B., Povlin I. Ye. Selection of watermelon starting material by adaptability for breeding for suitability for intensive and organic growing technologies. *Селекція і насінництво*. 2023. № 124. С. 45–55. DOI: 10.30835/2413-7510.2023.293879

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

12. Сучасні методики селекції овочевих і баштанних культур / за ред. Т. К. Горової, К. І. Яковенка. Харків: Основа, 2001. 641 с.

13. Літун П. П., Кириченко В. В., Петренкова В. П., Коломацька В. П. Адаптивна селекція (теорія і технологія на сучасному етапі). Харків: Магда LTD, 2007. 264 с.

14. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*. 1966. Vol. 6 (1). P. 36–40.

УДК [634.23:631.559]:551.582

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.14>

ФОРМУВАННЯ ОБСЯГІВ ВИРОБНИЦТВА ВИШНІ ЗА ДІЇ АБІОТИЧНИХ ЧИННИКІВ

Іванова І.Є. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри плодовоовочівництва і виноградарства,

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного
orcid.org/0000-0003-2711-2021

Кривонос І.А. – старший викладач кафедри іноземних мов,

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного
orcid.org/0000-0001-7079-5150

Басанець С.В. – аспірант кафедри рослинництва та садівництва

імені професора В.В. Калитки,

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного
orcid.org/0009-0004-6158-7367

Пендрак Я.І. – аспірант кафедри рослинництва та садівництва

імені професора В.В. Калитки,

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного
orcid.org/0009-0006-9281-7545

Одна з найбільш затребуваних культур у населення України – вишня. Культура має такі якості як скоростиглість та невибагливість до погодних параметрів. В умовах аридизації та опустелювання південних територій країни є потреба у дослідженні фізіолого-технологічних показників та урожайності культури. Метою експериментальних досліджень було в умовах Півдня Степової зони України дослідити вплив кліматичних чинників на врожайність вишні та створити математичну модель залежностей двох параметрів.

Дослідження дії абіотичних факторів Запорізької області на врожайність вишні проводили з 2007 по 2019 роки. Помітний вплив на урожайність вишні мають десять погодних факторів, про що свідчать результати кореляційного аналізу $r = 0.68 \dots -0.86$. Отримана модель демонструє вплив гідротермічних факторів на врожайність досліджуваної культури.

Результати кореляційного аналізу дозволили отримати парні коефіцієнти кореляції і за допомогою показника VIF нами було виявлено ефект мультиколінеарності. При проведенні досліджень в умовах виявленої мультиколінеарності пропонується використовувати методи регуляризації, які коригують відхилення від нормального розподілу залишків. Таким методом є метод LASSO. За допомогою методу LASSO нами були отримані достовірні оцінки параметрів регресії та зроблено аналіз погодних факторів, що мають вплив на врожайність вишні. Виділено найбільш значущі температурні погодні параметри в період цвітіння, різниця між середньою максимальною та мінімальною температурами повітря, середня з максимальних значень температур повітря, сума активних температур, гідротермічний коефіцієнт; за вегетаційний період сума активних температур (до фази досягання плодів). Виділено максимально значущі параметри вологості: середньомісячна сума опадів за серпень, абсолютна мінімальна відносна вологість повітря в травні, в період цвітіння – сума опадів та загальна кількість днів з опадами. Таким чином, встановлення пріоритетності основних параметрів погодних умов та побудова ефективної регресійної моделі в умовах мультиколінеарності з метою визначення найповнішого прояву біологічного потенціалу вишні, що вирощена в умовах Півдня степової зони України є дуже актуальним питанням.

Ключові слова: вишня, погодні умови, фактор, метод LASSO, врожайність.

Ivanova I.Ye., Kryvonos I.A., Basanets S.V., Pendrak Ya.I. Formation of cherry production volumes under the influence of abiotic factors

Sour cherry is one of the most popular crops among the population of Ukraine. The crop has such qualities as early maturity and unpretentiousness to weather parameters. In the context of aridisation and desertification of the southern territories of the country, there is a need to study the viticultural and technological indicators and yield of the crop. Taking into account the above, the purpose of the experimental studies was to investigate the influence of climatic factors on sour cherry yield in the southern steppe zone of Ukraine and to create a mathematical model of the dependencies of the two parameters.

The study of the effect of abiotic factors in Zaporizhzhia region on sour cherry yield was conducted from 2007 to 2019. Ten weather factors have a significant impact on sour cherry yields, as evidenced by the results of the correlation analysis $r = 0.68 \dots -0.86$. The obtained model demonstrates the influence of hydrothermal factors on the yield of the studied crop. The results of the correlation analysis allowed us to obtain paired correlation coefficients and, using the VIF indicator, we identified the effect of multicollinearity. Using the LASSO method, we obtained reliable estimates of the regression parameters and analysed the weather factors that affect sour cherry yields.

The most significant temperature weather parameters during the flowering period, the difference between air temperatures, the average of the maximum air temperatures, the sum of active temperatures, the hydrothermal coefficient; during the growing season, the sum of active temperatures (up to the fruit ripening phase). The most significant humidity parameters were identified: average monthly precipitation in August, absolute minimum relative humidity in May, and during the flowering period – the amount of precipitation and the total number of days with precipitation.

Key words: sour cherry, weather conditions, factor, LASSO method, fruitfulness.

Актуальність теми дослідження. Дослідження формування урожайності культури за дії клімату в умовах певного регіону, має як теоретичне, так і практичне значення. Згідно до аналізу стресових факторів погодного спрямування ми зможемо об'єктивно спрогнозувати показник врожайності. Останнє може стати базою для комп'ютерного моделювання прогнозу врожайності провідних культур актуального регіону.

Постановка проблеми. Запорізька область представлена такими кісточковими культурами як – черешня, абрикос та вишня. Їх обсяг виробництва складає 14,6%, 14,0% та 11,9%. Пресингу широкого спектру стресорів піддаються рослини за рахунок дестабілізації погодних умов, забруднення атмосфери та загального погіршення екологічної обстановки. Поріг впливу негативних факторів часто перевищує поріг природної адаптації рослин, тому їх захисна система потребує захисту. До групи рослин, що найбільш накопичують негативну інформацію відносять плодові насадження. Наслідком є збільшення чутливості до стресорів та зниження урожайності [1, 2].

Негативні стреси за комплексом негативних явищ поділяють на 2 групи: природні та антропогенні. Саме вони здатні викликати напругу в біологічних системах (рис. 1).

Мікробіологічні, фізіологічні, пошкодження комахами або дія бур'янів в агроценозах відносяться до біотичних негативних природних стресів. Температурний, водний стреси та стрес, викликаний нестачею освітленості та інші – це антропогенні негативні абіотичні стреси, що викликані наслідками дії факторів неживої природи. Антропогенні стреси – спричиняють збільшення кількості захворювань рослин та зменшують стійкість до всіх видів стресів та інші [3, 4, 5].

Обсяги виробництва є параметром який визначає рівень успішності господарювання підприємств садівництва. Показник врожайності плодівих культур є одним з основних показників вдалого розвитку підприємства в сучасних умовах господарювання [6, 7, 8].

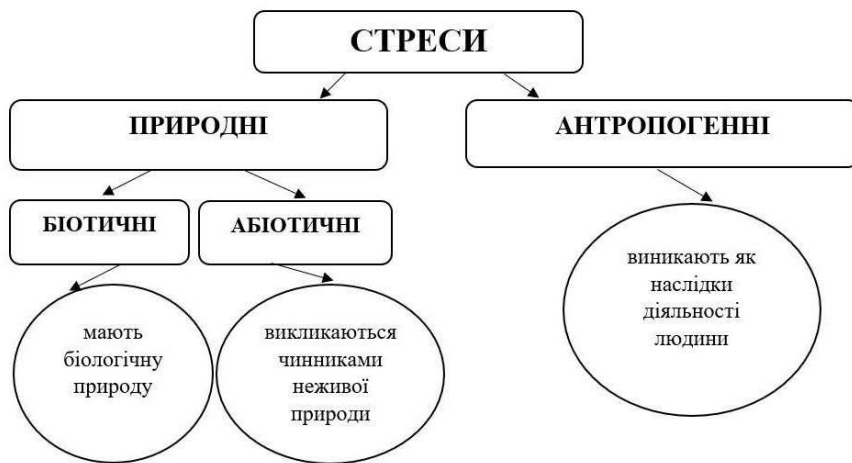


Рис. 1. Класифікація стресів рослин плодових культур

У садівництві згідно класифікації та ієрархії різноманітні плодові культури, мають індивідуальні сортові та видові особливості. Кожна культура має сорти які мають індивідуальну генетичну відгукованість до умов навколишнього середовища. Культура вишня майже на рівні з черешнею може стати однією з плодових візитівок південної території України. Вишневі плоди, дюки разом з черешнею з III декади травня розпочинає сезон фруктів. Інтенсивне збільшення цінової політики на плодове сировину було пов'язане з впливом економічних, політичних та епідеміологічних чинників які призвели до низької врожайності. У цьому розумінні гуманітарний контекст значення плодів є одним з вирішальних на територіях, що характеризуються раптовими та затяжними стихійними лихами і конфліктами, тому в напрямку постійної вразливості та нестабільності, представляють особливо критичну сферу, де збереження їжі має вирішальне значення. На врожайність за відгуками дослідників, мали вплив погодні умови останнього періоду досягання плодів [9, 10].

Аналіз останніх досліджень. За останнє десятиріччя до 2022 року зміна зареєстрованого асортименту України проходила завдяки багаторічній роботі селекціонерів півдня країни. Селекціонерами Туровцевим М. І. та Туровцевою В. О., Шкіндер-Барміною А. М. було створено сорти вишні і дюків. Селекційна робота науковців визначалась наступними вимогами щодо майбутніх сортів: низькорослістю, максимальною урожайністю, функціональними характеристиками плодів в десертному та технологічному призначенні, стійкістю до мікробіологічних захворювань, зимостійкістю. Однак, до 2022 року нові конкурентоспроможні сорти селекціонерів України дуже поступово вводились до асортименту промислового садівництва за причиною зміни погодних умов існування культур [11, 12, 13].

Метою досліджень було математичне обґрунтування впливу кліматичних параметрів на урожайність вишні, що вирощена на півдні Степової зони країни.

Матеріали і методи досліджень. Експеримент був проведений з 2007 по 2019 роки в садівничих господарствах Мелітопольського району Запорізької області. В ході досліджень використано данні Головного управління статистики в Запорізькій області та Мелітопольської метеостанції.

З огляду на вищенаведене, визначення екологічної сприятливості або дискомфорності погодних чинників до врожайності вишні в умовах Запорізької області залишається актуальним питанням для досліджень.

Результати досліджень. Землі південних регіонів на даний час є територією зони ризикованого землеробства. Причиною є те що переважна частина території характеризується раптовими та затяжними стихійними лихами і конфліктами, а також це пов'язане з погодними змінами і збільшенням територій де спостерігаються прояви опустелювання. Сільськогосподарські землі зони Приазов'я перетворились в зону ризикованого землеробства. Науковці констатують, що у зв'язку з сильними змінами клімату на даний час зона Степу підпорядкована екологічному ризику. Дослідженнями відмічене перегрупування кордонів кліматичних зон за період останніх десяти років. В Херсонській та Запорізькій областях вже проявились ознаки опустелювання [14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21].

При проведенні експерименту та його математичного опрацювання використано методи варіаційної статистики за допомогою яких нами було проаналізовано та оброблено експериментальні данні та зроблено прогноз остаточних результатів. В ході досліджень було використано комп'ютерні програми «MS office Excel 2007» та пакет «Statistica 6».

Схема розрахунку моделей врожайності вишні за дії погодних факторів проводили за схемою (рис. 2) [22, 23].

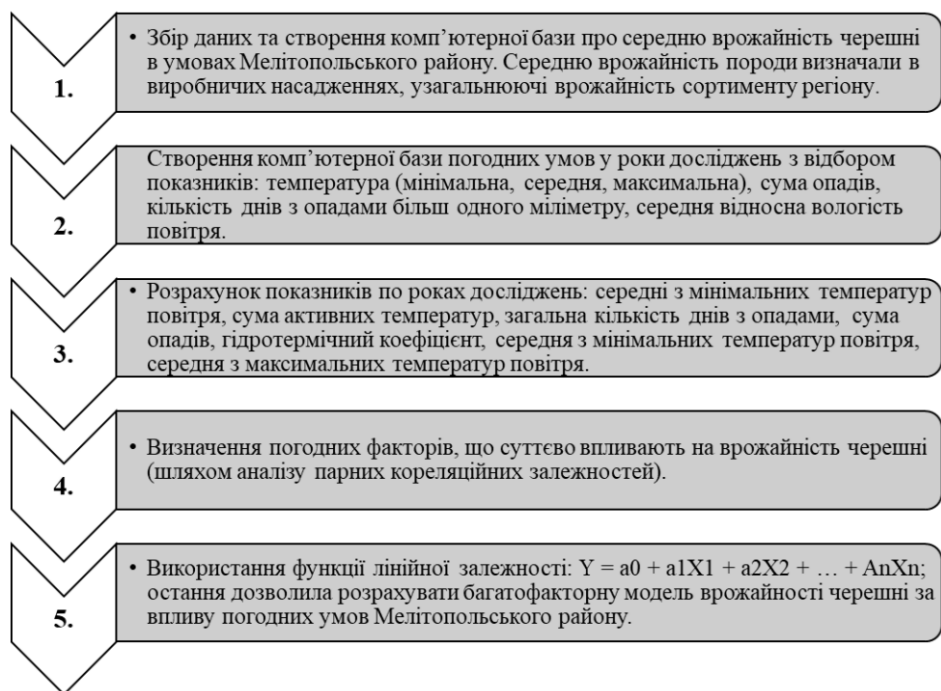


Рис. 2. Схема розрахунку моделей врожайності вишні

Експериментальна частина. Сільськогосподарська оцінка впливу абіотичних факторів на врожайність вишні з 2007 по 2019 рр. була визначена за допомогою ряду методів математичної статистики. Результатами двофакторного дисперсійного аналізу підтверджено (рис. 3), домінуючий вплив погодних умов на врожайність вишні.

Встановлено, що частка впливу фактору А (кліматичні параметри) на показник урожайності вишні 79,69% (рис. 3). Вплив фактору В (генетичні особливості сорту) становив 7,74%.

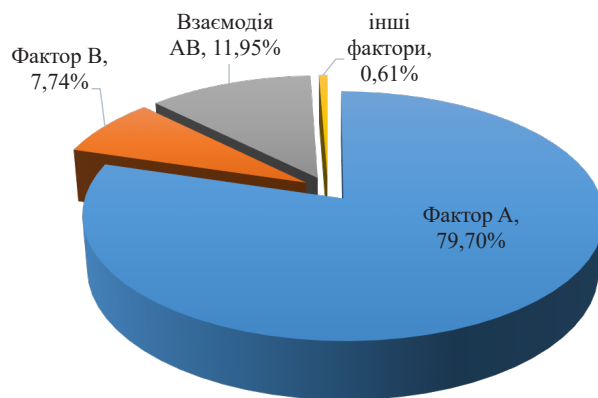
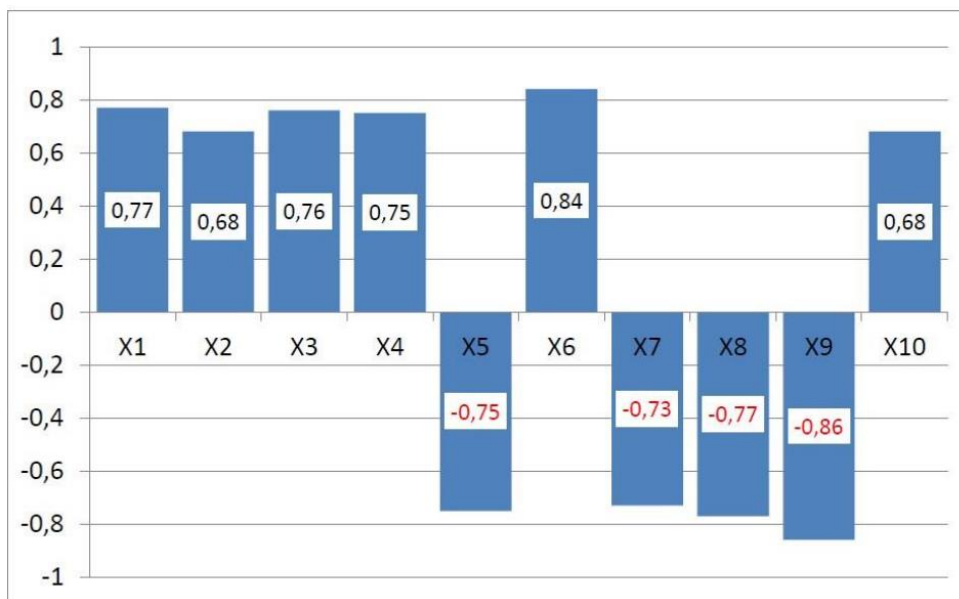


Рис. 3. Частка впливу факторів на врожайність вишні, %: фактор А – кліматичні параметри, фактор В – генетичні особливості сорту, АВ – взаємодія факторів А і В, випадкові та інші фактори

Проведено пошук кореляційних залежностей між показником врожайності культури (Y) та погодними параметрами (факторами) – X_i , де $i=1\ldots 10$. Проаналізовано фактори- 20 штук, які можуть мати вплив на показник врожайності досліджуваної культури. Для дослідження впливу погодних факторів на врожайність вишні за роки експерименту визначено ступінь 20 парних взаємозалежностей на наступних фазах вегетаційного розвитку рослини: вегетаційний період, цвітіння, досягання плодів, період знімання врожаю.

Данні рис. 4 показують що проведено аналіз тісноти кореляційного зв'язку для десяти погодних факторів (X_i) до врожайності вишні (Y) за шкалою Чеддока. За даними рис. 4, для 10-ти погодних факторів (X_i , де $i=1\ldots 10$) визначили середню і сильну лінійну кореляційну залежність з урожайністю культури ($r_{YX_i}=0,68\ldots -0,86$). Виділено найбільш значущі температурні погодні параметри в період цвітіння: різниця між середньою максимальною та мінімальною температурами повітря, середня з максимальних значень температур повітря, сума активних температур, гідротермічний коефіцієнт; за вегетаційний період сума активних температур (до фази досягання плодів). Виділено найбільш значущі фактори вологості: середньомісячна сума опадів за серпень, абсолютна мінімальна відносна вологість повітря в травні, сума опадів в період цвітіння, загальна кількість днів з опадами в період цвітіння.



Парний
коефіцієнт
кореляції між
фактором X_i і
урожайністю
 Y , (r_{YX_i})

Примітка: $X_1 \dots X_{10}$ - Позначення фактору X_i

X_1 - Сума активних температур за вегетаційний період (до етапу досягання плодів), °C

X_2 - Різниця між середньою макс. та мінім. температурами повітря в період цвітіння, °C

X_3 - Сума активних температур в період цвітіння, °C

X_4 - Сума ефективних температур в період цвітіння, °C

X_5 - Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) в період цвітіння

X_6 - Середньомісячна сума опадів за серпень, мм

X_7 - Абсолютна мінімальна відносна вологість повітря в травні, %

X_8 - Сума опадів в період цвітіння, мм

X_9 - Загальна кількість днів з опадами в період цвітіння, доба

X_{10} - Середня з максимальних значень температур повітря в період цвітіння, °C

Рис. 4. Данні парних коефіцієнтів кореляції між погодними факторами та урожайністю (2007...2019 рр.)

Регресійна модель залежності врожайності Y вишні від факторів погодних умов (X_i , $i=1 \dots 10$) має вигляд, при $R^2=0,9958$:

$$Y=10,022-0,003X_1-1,151X_2-0,017X_3+0,105X_4+0,049X_5+0,431X_6+0,945X_7-0,187X_8-0,758X_9-0,479X_{10}.$$

Аналіз перевірки результатів за критерієм Ст'юдента показав, що досліджені фактори є незначимими, при $\alpha=0,05$ (виняток мають фактори X_6 і X_7). Для ліквідації ефекту мультиколеніарності та отримання ефективної моделі регресії треба позбавитись корелюючих факторів та залишити ті з них, які мають максимальний вплив на продуктивність врожайності (Y). Для максимального врахування факторів які є доречними було проведено статистичний аналіз регресійних моделей. Останні були побудовані за різних доборів факторів. Перевірку кожної з моделей що були розроблені проведено за різними критеріями їх якості. На підставі отриманих розрахунків, практичної доцільності запропонована найбільш ефективна модель:

$$Y=4,040-0,634X_2+0,054X_4+0,3281X_6+0,670X_7+1,122X_8-0,755X_9-0,392X_{10}.$$

Рівняння можна вважати як статистично значущим.

Значення узагальненого коефіцієнту детермінації ($R^2=0,996$) показує суттєвий зв'язок виділених факторів з результирующим показником (Y). Критерій Фішера $F=84,44$ при значенні $p\text{-value}=6.898 \cdot 10^5$. Останнє свідчить про адекватність моделі за $\alpha=0,05$.

Висновки. Проведений множинний кореляційно-регресійний аналіз дозволив отримати регресійну модель. Регресійна модель прогнозує урожайність вишні залежно від впливу погодних параметрів:

$$Y=4,040-0,634X_2+0,054X_4+0,3281X_6+0,670X_7+1,122X_8-0,755X_9-0,392X_{10}.$$

Рівняння можна вважати як статистично значущим. Дану математичну модель можна використовувати у регіонах зі схожими кліматичними умовами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Наумов А. О., Лимар А. О. Способи підвищення адаптивних здатностей рослин кавуна до негативних абіотичних чинників Південного Степу. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 9(798). С. 21–28. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201909-03>.
2. Šebek G. Pomological and chemical characteristics of fruit of some sour cherry cultivars grown in the conditions of bijelo polje. *Journal of Hygienic Engineering and Design*. 2019. 26. P. 100–104.
3. Адаменко Т. Без паніки: кліматичні зміни можуть виявитися корисними для сільського господарства. *Український тиждень*. 2012. № 29 (246). С. 28–31.
4. Богданюк О. В. Оцінка впливу чинників на урожайність плодово-ягідних культур в контексті ефективного управління садівництвом. *Науковий журнал «Молодий вчений»* 2016. № 11. С. 555–558.
5. Експерти пояснили причину «космічних» цін на черешню : веб-сайт. URL: <https://ua.news/ua/eksperty-poyasnyly-prychynu-kosmichnyh-tsin-na-chereshnyu/> (дата звернення: 17.02.2025).
6. Evaluation of sour cherry (*Prunus cerasus* L.) fruits for their polyphenol content, antioxidant properties, and nutritional components / A. Wojdyło et. al. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2014. 62. P. 12332–12345. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf504023z>.
7. Quality characteristics and inhibitory xanthine oxidase potential of 21 sour cherry (*Prunus cerasus* L.) varieties cultivated in China. / R. Wang et. al. *Frontiers in Nutrition*. 2021. 8. P. 796294. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.796294>.
8. Fruit quality trait discovery and metabolic profiling in sweet cherry genebank collection in Greece / E. Karagiannis et. al. *Food Chemistry*. 2021. 342. P. 128315. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128315>.
8. Регресійний аналіз залежності урожайності вишні від гідротермічних факторів в умовах мультиколінеарності / В. М. Малкіна та ін. *Наукові горизонти*. 2019. № 11 (84). С. 51–60.
9. Урожайність черешні залежно від кліматичних умов років вирощування / І. Є. Іванова та ін. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2019. № 3. С. 61–70.
10. Exploring options for farm-level strategic and tactical decision-making in fruit production systems of South Patagonia Argentina / E. D. Cittadini et. al. *Agricultural Systems*. 2008. Vol. 98, is. 3. P. 189–198. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2008.07.001>.
11. Evaluation of different postharvest conditions to preserve the amount of bioactive compounds, physicochemical quality parameters and sensory attributes of «Sweetheart»

cherries / D. Gonzalez-Gomez et. al. *Acta horticulturae*. 2017. № 1161_92. P. 581–586. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1161.92>.

12. Lakatos L., Dussi M. C., Szabo Z. The influence of meteorological variables on sour cherry quality parameters. *Acta horticulturae*. 2014. № 1020. P. 287–292. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1020.41>.

13. Schuster M. New cultivars of first quality cherries at Dresden-Pillnitz. *Acta Horticulturae*. 2016. Vol. 136. P. 1–6. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1139.1>.

14. Туровцева Н. М., Туровцев М. І. Сорти черешні селекції Інституту зрошуваного садівництва імені М. Ф. Сидоренка НААН України *Агробіологія*. 2014. № 1. С. 96–101.

15. Селекція черешні (*Cerasus avium* Moench.) в Інституті зрошуваного садівництва ім. М. Ф. Сидоренка УААН України / М. І. Туровцев та ін. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2009. Вип. 133. С. 51–58.

16. Бублик М. О. Методологічні та технологічні основи підвищення продуктивності сучасного садівництва. Київ : Нора-прінт, 2005. 286 с.

17. Богданюк О. В. Оцінка впливу чинників на урожайність плодово-ягідних культур в контексті ефективного управління садівництвом. *Молодий вчений*. 2016. № 11. С. 555–558. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv_2016_11_130 (дата звернення: 22.07.2019).

18. Multicriteria Optimization of Quality Indicators of Sweet Cherry Fruits of Ukrainian Selection During Freezing and Storage / I. Ye. Ivanova et. al. *Modern Development Paths of Agricultural Production* / ed. V. Nadykto. Springer Nature Switzerland AG. 2019. P. 707–717. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-14918-5_69.

19. Effect of Living Mulch on Chlorophyll Index, Leaf Moisture Content and Leaf Area of Sweet Cherry (*Prunus avium* L.) / T. V. Gerasko et. al. *Modern Development Paths of Agricultural Production Trends and Innovations. Springer Link*. 2019. P. 681–688. ISBN 978-3-030-14918-5.

20. Кіщак О. А. Наукові основи промислової культури черешні в Лісостепу України : автореферат. дис. ... на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук : 06.01.07. Київ, 2014. 36 с.

21. The study of mass loss intensity of plum fruit during storage / M. Ye. Serdyuk et. al. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2016. № 1/10 (79). P. 42–48.

22. Fruit crop production distribution in Ukraine: A research note / M. O. Bublyk et. al. *Chemistry and Chemical Biology: Methodologies and Applications*. Toronto, 2014. P. 207–214.

УДК 634.75:631.531:631.67(477.7)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.15>

ВПЛИВ САДИВНОГО МАТЕРІАЛУ ТА СОРТОВОГО СКЛАДУ НА РІСТ І РОЗВИТОК РОСЛИН СУНИЦІ САДОВОЇ В УМОВАХ ЗРОШЕННЯ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

Каращук Г.В. – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри технологій виробництва та переробки

сільськогосподарської продукції імені академіка В.Г. Пелиха,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

orcid.org/0000-0002-4948-0952

У статті наведені результати досліджень щодо вивчення впливу садивного матеріалу та сортового складу на ріст і розвиток рослин та урожайність суниці садової в умовах зрошення Півдня України. У середньому за два роки досліджень, найменшою приживаність була у свіжовикопаних саджанців і становила залежно від сорту 86,4–93,5 %. При застосуванні саджанців фріго даний показник становив від 95,2 % у сорту Хоней до 97,4 % у Алегро. Найбільшим показник приживаності рослин у сортів суниці садової був при застосуванні саджанців укорінених у горщечках – 96,8–98,2 %. Серед сортів приживаність рослин краюною була у Алегро та Априка. Висота рослин суниці садової у середньому за два роки досліджень найбільшою була у сорту Алегро 23,9–25,8 см залежно від садивного матеріалу, а найменшою у Хоней 18,7–19,4 см відповідно. Садивний матеріал незначно впливав на висоту рослин суниці садової. При застосуванні саджанців фріго та вкорінених у горщечках кількість листків на рослині збільшилась у сортів суниці садової на 6,4–35,7 % порівняно зі свіжовикопаними саджанцями, а кількість вусів на рослині на 0,8–2,8 шт. залежно від сортового складу. Серед сортів суниці садової найбільшою кількість листків на рослині була у Алегро і склала 11,6–15,8 шт. залежно від садивного матеріалу, а найменшою у сорту Хоней – 11,3–13,5 шт. відповідно. Найбільшою кількість вусів на рослині була у сорту Алегро і склала 8,3–10,3 шт. залежно від садивного матеріалу, а найменшою у сорту Хоней – 7,4–8,9 шт. відповідно. Застосування саджанців фріго та вкорінених у горщечках збільшує площу листків на рослині у середньому за два роки на 29,7–118,5 % залежно від сортового складу, порівняно з варіантом свіжовикопані саджанці. Найбільшою площа листової поверхні була у сортів Алегро і Априка та досягла 2274–2279 см² на рослині при застосуванні саджанців укорінених у горщечках. Застосування саджанців фріго збільшує урожайність суниці садової у середньому по сортах за два роки досліджень на 11,9–19,9 % порівняно зі свіжовикопаними саджанцями, а при висаджуванні саджанців укорінених у горщечках даний показник збільшується відповідно на 31,0–36,7 %. Найвищу урожайність у середньому за два роки досліджень сформував сорт Алегро 15,5–21,2 т/га залежно від садивного матеріалу. Серед інших сортів суниці садової найвищим даний показник був у сорту Априка 14,2–20,5 т/га відповідно. За вирощування суниці садової в умовах зрошення Півдня України для отримання врожаю ягід у межах 20,5–21,2 т/га рекомендується вирощувати високоврожайні ранньостиглі сорти Алегро і Априка, в якості садивного матеріалу необхідно використовувати саджанці вкорінені в горщечках, при цьому складаються найкращі умови для росту і розвитку рослин.

Ключові слова: суниця садова, сорт, садивний матеріал, приживаність, ріст, розвиток, урожайність.

Karashchuk H.V. Effect of planting material and variety composition on the growth and development of garden strawberry plants under irrigated conditions in Southern Ukraine

The article presents research findings on the influence of planting material and variety composition on the growth, development, and yield of garden strawberry plants under irrigation conditions in Southern Ukraine. On average over two years of research, the lowest survival rate was observed in freshly dug seedlings, ranging from 86.4% to 93.5% depending on the variety. When using frigo seedlings, the survival rate ranged from 95.2% in the Honey variety to 97.4%

in Allegro. The highest plant survival rate was recorded with potted rooted seedlings, reaching 96.8–98.2%. Among the varieties, Allegro and Aprica showed the best plant survival rates.

Over the two-year average, the plant height of the Allegro variety ranged from 23.9 to 25.8 cm depending on the planting material, while the lowest height was observed in Honey (18.7–19.4 cm). Planting material had a minor effect on plant height. The use of frigo and potted seedlings increased the number of leaves per plant by 6.4–35.7% and the number of runners by 0.8–2.8 units depending on the variety, compared to freshly dug seedlings. Among the varieties, Allegro had the highest number of leaves per plant—11.6 to 15.8 depending on the planting material—while Honey had the lowest (11.3–13.5). The greatest number of runners was also observed in Allegro (8.3–10.3), while the lowest was in Honey (7.4–8.9).

The use of frigo and potted seedlings increased the leaf area per plant by 29.7–118.5% on average over two years compared to freshly dug seedlings. The largest leaf surface area was found in Allegro and Aprica varieties, reaching 2274–2279 cm² per plant with potted seedlings. The use of frigo seedlings increased the yield of garden strawberries by 11.9–19.9% on average over two years compared to freshly dug seedlings, while the use of potted rooted seedlings increased it by 31.0–36.7%. The highest average yield over two years was observed in the Allegro variety – 15.5 to 21.2 t/ha depending on the planting material. Among other varieties, the highest yield was recorded in Aprica – 14.2 to 20.5 t/ha.

For growing garden strawberries under irrigation conditions in Southern Ukraine and achieving yields in the range of 20.5–21.2 t/ha, it is recommended to cultivate high-yielding early-ripening varieties such as Allegro and Aprica. Potted rooted seedlings should be used as planting material, as they provide the most favorable conditions for plant growth and development.

Key words: garden strawberry, variety, planting material, survival rate, growth, development, yield.

Постановка проблеми. Суниця садова являється однією з найбільш важливих у світі та основною ягідною культурою в Україні [1]. Високий адаптивний потенціал суниці дає можливість вирощувати її в регіонах з різними кліматичними умовами.

У теперішній час суниця культивується майже в усьому світі – це країни Європи, Азії, Америки, Африки, Австралії. До переваг цієї культури слід віднести високу рентабельність її вирощування, збір урожаю в ранні строки та неповторний десертний смак ягід. Економічна значимість суниці обумовлюється збільшенням об'єму виробництва цієї культури.

Використання високоякісного садивного матеріалу являється одним із основних та найбільш важливих елементів сучасних технологій вирощування ягідних культур.

Велике значення в сільськогосподарському виробництві має застосування сучасних сортів суниці садової. Сорти інтенсивного типу – високоврожайні та ранньостиглі, які забезпечують гарантований врожай ягід високої якості, мають найбільший попит у сільськогосподарських виробників.

Тобто, розробка й впровадження у виробництво удосконалених елементів технології вирощування суниці садової при краплинному зрошенні на Півдні України, зокрема, визначення ефективного садивного матеріалу та кращого сортового складу забезпечить сталий рівень урожайності культури, а тому являється важливою й актуальною проблемою.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Успіх отримання ранньої або пізньої продукції значною мірою визначається правильним вибором сорту.

Вибір сортів суниці передбачає, що за температури 30 °C і вище у рослин порушується судинна провідність та обмін речовин. У результаті цього ягоди забарвлюються, не досягнувши своїх справжніх розмірів, залишаються твердими за консистенцією, погіршуються їх смакові якості. Тому на Півдні України доцільно вирощувати ранньостиглі сорти, у яких споживча стиглість настає до настання

літньої жари. Сорти пізніших строків дозрівання і постійного плодоношення рекомендується висаджувати за умови притінення. Основні вимоги до сортів стосуються транспортальності, смаку, аромату, врожайності, стійкості до хвороб і шкідників [2].

При вирощуванні суниці спостерігається величезна різниця в стійкості різних сортів до несприятливих умов вирощування. Тому правильний вибір сорту з урахуванням його адаптивних властивостей, є частиною інтегрованої системи захисту [3].

Один з найважливіших чинників отримання високих врожаїв суниці – це застосування високоякісного здорового садивного матеріалу. Для оздоровленого сучасними методами садивного матеріалу характерна підвищена сила росту, завдяки чому рослини значно раніше вступають в плодоношення, формують урожай і гарантують швидку окупність витрат на їх застосування. Відмінна якість садивного матеріалу забезпечує високу приживаність вусів, тривалу вегетацію насаджень та великий урожай ягід [4].

Відомо, що розсада суниці буває з відкритою і закритою (горщикова) кореневою системою. Розсаду з відкритою кореневою системою вирощують в маточниках і на ділянках укорінення. Її поділяють на свіже викопану (висаджують за призначенням відразу після викопування) і фріго (заморожена розсада, яка зберігається в холодильній камері при стабільному температурному режимі та вологості). У горщиковій розсаді коріння знаходиться в невеликій кількості субстрату, при пересаджуванні воно не травмується і рослини швидше адаптуються до нових умов вирощування [5].

Постановка завдання. Польові досліді проводили згідно методик дослідної справи [6] упродовж 2023–2024 рр. в умовах ФГ «КОГСОН» Білозерського району Херсонської області. Дослід двофакторний: фактор А – сорти: 1) Румба; 2) Хоней; 3) Алегро; 4) Апіка; фактор В – садивний матеріал: 1) свіжовикопані саджанці; 2) саджанці вкорінені в горщечках; 3) саджанці фріго. Повторність дослідів – чотириразова. Ґрунт дослідних ділянок – темно-каштановий слабосолонцюватий. Вміст у ґрунті рухомого азоту низький, а рухомого фосфору і обмінного калію – середній. Фенологічні спостереження та біометричні вимірювання проводили згідно загальноприйнятих методик.

Технологія вирощування суниці садової у дослідках була загальноприйнятою для зони зрошення Півдня України, окрім факторів, які досліджували. Попередник – ячмінь ярий. До моменту висаджування саджанців, поле підтримували у стані чорного пару. Перед висадженням підготовлених згідно схеми дослідів саджанців досліджуваних сортів сформували гряди з одночасним укладанням краплинної стрічки та мульчуючої плівки. Отвори в плівці робили за допомогою спеціального колеса який встановлювався на грядоформувачі.

Збирання врожаю здійснювали вручну в спеціальні картонні ящики місткістю 2,0–2,5 кг.

Метеорологічні умови в роки проведення польових дослідів із суницею садовою достатньою мірою відобразили кліматичну характеристику Південного Степу України, що дозволило одержати достовірні експериментальні дані, сформувати висновки і дати рекомендації виробництву для даних ґрунтово-кліматичних умов.

Виклад основного матеріалу дослідження. В умовах Півдня України у свіжовикопаних саджанців висока приживаність влітку спостерігається в роки з вологою, прохолодною погодою в період висаджування. Оскільки для даної зони влітку більш характерна суха і спекотна погода, приживаність свіжовикопаних

саджанців складає 70 % і нижче, а ті рослини, що вижили, залишаються слабкими навіть при високій вологості ґрунту. В кінці літа приживаність суттєво підвищується, і досягає максимуму у вересні-жовтні.

Саджанці фріго дають високу приживаність навіть у найбільш несприятливий період – у середині літа, якщо вони добре збереглися в холодильнику і підтримувалась висока вологість у кореневмісному шарі перед висаджуванням і після висаджування.

Саджанці вкорінені в горщечках дають найбільш стабільні результати приживаності незалежно від пори року і погодних умов. У них не спостерігається не приживаності, якщо на ділянці перед висаджуванням був добре зволожений ґрунт.

Наші спостереження за приживаністю рослин суниці садової дають можливість зробити висновок, що у різних сортів залежно від садивного матеріалу вона не однакова (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив садивного матеріалу на приживаність рослин сортів суниці садової, % (середнє за 2023–2024 рр.)

Садивний матеріал (В)	Приживаність, %
Румба (А)	
свіжовикопані саджанці	88,7
саджанці вкорінені в горщечках	97,0
саджанці фріго	95,5
Хоней (А)	
свіжовикопані саджанці	86,4
саджанці вкорінені в горщечках	96,8
саджанці фріго	95,2
Алегро (А)	
свіжовикопані саджанці	93,5
саджанці вкорінені в горщечках	98,2
саджанці фріго	97,4
Апріка (А)	
свіжовикопані саджанці	88,4
саджанці вкорінені в горщечках	98,0
саджанці фріго	95,9

Так найменшим даний показник був у свіжовикопаних саджанців і становив у середньому за 2023–2024 рр. залежно від сорту 86,4–93,5 %. При застосуванні саджанців фріго приживаність рослин становила від 95,2 % у сорту Хоней до 97,4 % у Алегро.

Найбільшим показник приживаності рослин у сортів суниці садової був при застосуванні саджанців укорінених у горщечках – 96,8–98,2 %.

Серед сортів приживаність рослин кращою була у Алегро та Апріка.

Посилений ріст суниці садової розпочинається рано навесні і продовжується до початку дозрівання ягід. У цей період швидко ростуть листки та квітконоси, сильно кущаться корні та обростають всисними корінцями.

Результати наших досліджень показали, що висота рослин суниці садової значною мірою визначається сортовими особливостями культури. Так, найбільшим даний показник у середньому за 2023–2024 рр. був у сорту Алегро 23,9–25,8 см залежно від садивного матеріалу, а найменшим у Хоней 18,7–19,4 см відповідно (табл. 2).

Садивний матеріал незначно впливав на висоту рослин суниці садової.

Значний вплив даний фактор здійснив на кількість листків та вусів на рослині. Так, при застосуванні саджанців фріго та вкорінених у горщечках кількість листків на рослині збільшилась у сортів суниці садової на 6,4–35,7 % порівняно зі свіжовикопаними саджанцями, а кількість вусів на рослині на 0,8–2,8 шт. залежно від сортового складу.

Серед сортів суниці садової найбільшою кількістю листків на рослині була у Алегро і склала 11,6–15,8 шт. залежно від садивного матеріалу, а найменшою у сорту Хоней – 11,3–13,5 шт. відповідно.

Найбільшою кількістю вусів на рослині була у сорту Алегро і склала 8,3–10,3 шт. залежно від садивного матеріалу, а найменшою у сорту Хоней – 7,4–8,9 шт. відповідно.

Згідно результатів наших дослідів встановлено, що садивний матеріал та сортові особливості впливають на величину площі листової поверхні суниці садової (табл. 3).

Таблиця 2

Показники росту і розвитку рослин суниці садової залежно від сортового складу та садивного матеріалу (фаза плодоношення, середнє за 2023–2024 рр.)

Садивний матеріал (В)	Висота рослин, см	Кількість листків на рослині, шт.	Кількість вусів на рослині, шт.
Румба (А)			
свіжовикопані саджанці	19,2	11,1	7,2
саджанці вкорінені в горщечках	20,4	14,6	9,7
саджанці фріго	19,7	13,0	8,1
Хоней (А)			
свіжовикопані саджанці	18,7	11,3	7,4
саджанці вкорінені в горщечках	19,4	13,5	8,9
саджанці фріго	19,0	12,1	8,1
Алегро (А)			
свіжовикопані саджанці	23,9	11,6	8,3
саджанці вкорінені в горщечках	25,8	15,8	10,3
саджанці фріго	24,1	13,2	9,3
Апріка (А)			
свіжовикопані саджанці	20,2	11,8	7,7
саджанці вкорінені в горщечках	21,0	15,4	10,1
саджанці фріго	20,6	13,0	9,0

Так, застосування саджанців фріго та вкорінених у горщечках збільшує площу листків на рослині у середньому за 2023–2024 рр. на 29,7–118,5 % залежно від сортового складу, порівняно з варіантом свіжовикопані саджанці.

Таблиця 3

Вплив садивного матеріалу та сортового складу суниці садової на площу листків на рослині, см² (фаза плодоношення, середнє за 2023–2024 рр.)

Садивний матеріал (В)	Площа листків на рослині, см ²
Румба (А)	
свіжовикопані саджанці	1058
саджанці вкорінені в горщечках	2187
саджанці фріго	1447
Хоней (А)	
свіжовикопані саджанці	1083
саджанці вкорінені в горщечках	2015
саджанці фріго	1427
Алегро (А)	
свіжовикопані саджанці	1127
саджанці вкорінені в горщечках	2279
саджанці фріго	1461
Апріка (А)	
свіжовикопані саджанці	1041
саджанці вкорінені в горщечках	2274
саджанці фріго	1432

Найбільшою площею листової поверхні була у сортів Алегро і Апріка та досягла 2274–2279 см² на рослині при застосуванні саджанців укорінених у горщечках.

Результати наших досліджень показали, що застосування саджанців фріго збільшує урожайність суниці садової у середньому по сортах за 2023–2024 рр. на 11,9–19,9 % порівняно зі свіжовикопаними саджанцями, а при висаджуванні саджанців укорінених у горщечках даний показник збільшується відповідно на 31,0–36,7 % (табл. 4).

Найвищу урожайність у середньому за 2023–2024 рр. досліджень сформував сорт Алегро 15,5–21,2 т/га залежно від садивного матеріалу. Серед інших сортів суниці садової найвищим даний показник був у сорту Апріка 14,2–20,5 т/га відповідно.

Найнижчий рівень урожайності встановлено у сорту Хоней – від 12,3 т/га при використанні свіжовикопаних саджанців до 16,5 т/га при застосуванні саджанців укорінених у горщечках.

Сорт Румба сформував урожайність у середньому за 2023–2024 рр. на рівні 13,0–18,9 т/га.

Висновки і пропозиції. За вирощування суниці садової в умовах зрошення Півдня України для отримання врожаю ягід у межах 20,5–21,2 т/га рекомендується вирощувати високоврожайні ранньостиглі сорти Алегро і Апріка, в якості садивного матеріалу необхідно використовувати саджанці вкорінені в горщечках, при цьому складаються найкращі умови для росту і розвитку рослин.

Таблиця 4

Урожайність сортів суниці садової залежно від садивного матеріалу, т/га

Садивний матеріал (В)		Роки досліджень		У середньому 2023–2024 рр.
		2023	2024	
Румба (А)				
свіжовикопані саджанці		14,0	12,0	13,0
саджанці вкорінені в горщечках		17,9	16,1	18,9
саджанці фріго		15,6	13,4	14,5
Хоней (А)				
свіжовикопані саджанці		13,4	11,1	12,3
саджанці вкорінені в горщечках		17,5	15,4	16,5
саджанці фріго		15,2	13,1	14,2
Алегро (А)				
свіжовикопані саджанці		16,4	14,5	15,5
саджанці вкорінені в горщечках		22,1	20,3	21,2
саджанці фріго		19,4	17,8	18,6
Апріка (А)				
свіжовикопані саджанці		15,0	13,4	14,2
саджанці вкорінені в горщечках		20,9	20,1	20,5
саджанці фріго		17,0	15,2	16,1
НІР ₀₅ , т/га	А	0,92	0,57	0,81
	В	0,34	0,21	0,27

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Босий О. Нові перспективні сорти суниці садової італійської селекції для вирощування в умовах України. *Ягідник*. 2023. № 1. С. 50–53.
2. Дикун М.О. Інтенсивна технологія вирощування суниці садової і малини у незахищеному ґрунті. К.: Підприємство «Хвиля», 2009. 64 с.
3. Михно М. Що лімітує врожайність полуниць. *Плантатор*. 2018. № 3(39). С. 118.
4. Підгорний О. Суниця. Технологія вирощування. Веб-сайт. URL: <https://numl.org/1gnq> (дата звернення: 25.05.2025).
5. Звежинські А. Типи і різновиди саджанців суниці – що потрібно знати. *Ягідник*. Веб-сайт. URL: <https://numl.org/1gnr> (дата звернення: 25.05.2025).
6. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П. та ін. Методика польового дослідження (Зрошуване землеробство): навч. посіб. Херсон: Грінв Д.С. 2014. 448 с.

УДК 633.854

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.16>

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОБНОГО ПРЕПАРАТУ ГЗХ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ

Кілочок Т.П. – к.б.н.,

доцентка кафедри загального землеробства та ґрунтознавства,
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»
orcid.org/0009-0000-6785-245X

Козечко В.І. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри загального землеробства та ґрунтознавства,
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»
orcid.org/0000-0002-3843-3093

Шевченко С.М. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри загального землеробства та ґрунтознавства,
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»
orcid.org/0000-0002-1666-3672

Якубенко Ю.Л. – к.е.н.,

доцентка кафедри маркетингу,
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»
orcid.org/0000-0001-5409-4792

Козечко Вал.І. – д.філос.,

асистент кафедри технологій машинобудування та матеріалознавства,
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»
orcid.org/0000-0003-2370-1603

Прищедько Н.О. – асистентка кафедри загального землеробства
та ґрунтознавства,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/0009-0004-3944-0211

Застосування мікробних біопрепаратів є одним із важливих чинників підвищення врожайності соняшника. Вони стимулюють розвиток кореневої системи, що сприяє покращеному поглинанню води та поживних речовин. Завдяки наявності корисних бактерій, біопрепарати здатні мобілізувати фосфор із ґрунту, фіксувати атмосферний азот і синтезувати фітогормони, що позитивно впливає на ріст рослин і збільшення їхньої біомаси.

Дослідження підтверджують, що використання мікробних препаратів може підвищити врожайність соняшника на 10–20% залежно від агротехнічних умов і концентрації препарату. Крім того, спостерігається збільшення маси 1000 насінин, що покращує товарні якості врожаю. Важливим аспектом є також позитивний вплив біопрепаратів на якісні характеристики насіння, зокрема підвищення вмісту олії, що має значення для переробної галузі.

Дослідження склалися з двох етапів: лабораторних і польових досліджень, лабораторні проводилися в лабораторії кафедри загального землеробства та ґрунтознавства ДДАЕУ, а польові в науково-освітньому центрі практичної підготовки Дніпровського державного аграрно-економічного університету.

В лабораторному досліді було використано мікробний біопрепарат стрептоміцетного походження ГЗх у концентраціях 1,0, 1,5, 2,0, 2,5 та 3,0% сумісно з водорозчинним полімером POLYOX на гібриді соняшнику LG 59580, повторність досліді 8-ми кратна.

В польових дослідженнях ділянки розміщені систематично, одноярусно в трьох повтореннях. Посівна площа кожної ділянки складала 224 м² (5,6×40 м). В польовому досліді препарат ГЗх у концентраціях 1,0, 1,5, 2,0, 2,5 та 3,0% сумісно з водорозчинним полімером

POLYOX випробовувався на трьох гібридах соняшника: LG 59580, ЛГ 50479 SX, ЛГ 50559 SX, повторність досліду 3-х кратна.

Ключові слова: соняшник, гібриди, мікробний препарат, ефективність, урожайність насіння.

Kilochok T.P., Kozechko V.I., Shevchenko S.M., Yakubenko Yu.L., Kozechko Val.I., Pryshedko N.O. Effectiveness of G3x biopreparation application in sunflower cultivation

The application of microbial biopreparations is one of the key factors in increasing sunflower yield. They stimulate the development of the root system, promoting improved water and nutrient uptake. Due to the presence of beneficial bacteria, biopreparations can mobilize phosphorus from the soil, fix atmospheric nitrogen, and synthesize phytohormones, positively affecting plant growth and increasing biomass accumulation.

Research confirms that the use of microbial preparations can enhance sunflower yield by 10–20%, depending on agro-technical conditions and preparation concentration. Additionally, an increase in the weight of 1,000 seeds is observed, improving the commercial quality of the harvest. Another important aspect is the positive impact of biopreparations on seed quality, particularly the increase in oil content, which is crucial for the processing industry.

The study consisted of two stages: laboratory and field experiments. Laboratory tests were conducted in the laboratory of the Department of General Agriculture and Soil Science at DDAEU, while field trials took place at the Scientific and Educational Center for Practical Training of the Dnipro State Agrarian and Economic University.

In the laboratory experiment, the microbial biopreparation of streptomycete origin G3x was used in concentrations of 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, and 3.0% in combination with the water-soluble polymer POLYOX on the LG 59580 sunflower hybrid, with an eightfold replication.

In the field trials, plots were systematically arranged in a single-tier design with three replications. The sowing area of each plot was 224 m² (5.6 × 40 m). In the field experiment, the G3x preparation at concentrations of 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, and 3.0% in combination with the water-soluble polymer POLYOX was tested on three sunflower hybrids: LG 59580, LG 50479 SX, and LG 50559 SX, with threefold replication.

Key words: sunflower, hybrids, microbial preparation, efficiency, seed yield.

Постановка проблеми. На сьогодні у сільському господарстві спостерігається активне впровадження мікробних біопрепаратів комплексної загальностимулюючої дії, що відкриває нові можливості для підвищення продуктивності сільсько-господарських культур. Використання таких препаратів сприяє покращенню ростових процесів, підвищенню стійкості до стресових факторів, зниженню потреби у традиційних засобах захисту рослин і, як наслідок, оптимізації виробничих витрат. Мікробні біопрепарати на основі корисних мікроорганізмів, зокрема представників родів *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Azotobacter* та *Streptomyces*, мають здатність синтезувати фітогормони, підвищувати доступність поживних речовин у ґрунті та забезпечувати рослини додатковими біологічно активними сполуками. Завдяки цим властивостям вони знаходять широке застосування у вирощуванні зернових, зернобобових, овочевих та технічних культур.

Раніше було встановлено, що мікробні біопрепарати стрептоміцетного походження позитивно впливають на ріст і розвиток таких культур, як ріпак озимий та ярий, а також ячмінь сортів «Донецький 14» і «Галактик». В результаті їхнього застосування відзначено покращення біометричних показників, зокрема збільшення висоти рослин, активний розвиток кореневої системи та підвищення площі листової поверхні. Крім того, виявлено зростання урожайності, підвищення стійкості до абіотичних стресів, зниження рівня ураження патогенами та зменшення негативного впливу несприятливих кліматичних умов. Враховуючи ці результати, особливий інтерес становить дослідження ефективності мікробних біопрепаратів у технології вирощування соняшнику, який є основною олійною культурою регіону та відіграє важливу роль в агропромисловому комплексі.

Соняшник характеризується високою чутливістю до факторів середовища, зокрема нестачі вологи, порушення режиму мінерального живлення, впливу шкідників та хвороб. Застосування мікробних біопрепаратів може сприяти підвищенню толерантності культури до цих факторів, покращенню засвоєння макро- і мікроелементів, зниженню негативного впливу ґрунтових патогенів. Окрім цього, біопрепарати можуть впливати на синтез вторинних метаболітів, що беруть участь у формуванні природного імунітету рослин.

З огляду на перспективність біологізації землеробства та необхідність підвищення ефективності вирощування соняшнику, було поставлено завдання дослідити вплив мікробного біопрепарату стрептоміцетного походження ГЗх у концентраціях 1,0, 1,5, 2,0, 2,5 та 3,5% на біометричні показники та урожайність гібридів соняшнику. Аналіз змін, спричинених застосуванням біопрепарату, передбачає оцінку його впливу на початкові етапи розвитку рослин, зокрема енергію проростання, активність кореневої системи та інтенсивність фотосинтетичних процесів. Особливу увагу буде приділено динаміці росту вегетативної маси, морфометричним параметрам, а також їхньому впливу на продуктивність культури, включаючи формування генеративних органів, масу насіння з однієї рослини, загальну врожайність та якісні показники продукції. Окрім того, важливим аспектом дослідження є оцінка стійкості рослин до абіотичних та біотичних стресових чинників.

Очікується, що застосування мікробного біопрепарату ГЗх сприятиме покращенню фізіологічного стану рослин, активізації ростових процесів, підвищенню урожайності та покращенню стійкості до несприятливих факторів середовища. Використання мікробних біопрепаратів у технології вирощування соняшнику має значний потенціал для підвищення ефективності агровиробництва за рахунок зменшення потреби у хімічних засобах захисту, покращення стану агроєкосистеми та зниження виробничих витрат.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз літературних джерел свідчить про значний інтерес науковців до використання мікробних біопрепаратів стрептоміцетного походження для підвищення ефективності вирощування соняшнику. Ці препарати, завдяки своїм антимікробним та рістстимулюючим властивостям, позитивно впливають на ріст, розвиток та продуктивність рослин [1, 2].

Одним із ключових ефектів застосування мікробних біопрепаратів є покращення врожайності соняшнику. Це відбувається за рахунок стимуляції росту кореневої системи, що сприяє кращому засвоєнню води та поживних речовин. Біопрепарати містять корисні бактерії, які можуть мобілізувати ґрунтовий фосфор, фіксувати атмосферний азот та синтезувати фітогормони, що забезпечує покращення ростових процесів та підвищення загальної біомаси рослин [1–3].

Мікробні біопрепарати сприяють посиленню синтезу антиоксидантних ферментів, які захищають клітини рослин від окислювального стресу, спричиненого несприятливими умовами. Також під їхнім впливом активізується вироблення фітоалексинів – природних сполук, які підвищують імунітет рослин до грибкових і бактеріальних захворювань. В результаті спостерігається зниження рівня ураженості такими хворобами, як фомоз, фомопсис, сіра та біла гнилі, а також зменшується шкода від ґрунтових патогенів [4].

Крім того, використання біопрепаратів зменшує негативний вплив агрохімікатів на родючість ґрунту, оскільки багато препаратів містять мікроорганізми, що покращують структуру ґрунту, підвищують його біологічну активність і сприяють розкладанню залишків органічної речовини. Це сприяє відновленню мікробіоценозу ґрунту, зменшенню його деградації та покращенню засвоєння поживних речовин.

Застосування біопрепаратів при вирощуванні соняшнику має високу економічну ефективність, оскільки дозволяє знизити витрати на мінеральні добрива, пестициди та фунгіциди. Дослідження показують, що впровадження мікробних препаратів у технологічний процес може підвищити рентабельність виробництва на 15–30% за рахунок зменшення витрат і підвищення урожайності.

Наукові дослідження у цій сфері спрямовані на розробку багатокомпонентних біопрепаратів, що поєднують кілька штамів мікроорганізмів для максимального ефекту. Такі препарати можуть одночасно стимулювати ріст, покращувати доступність поживних речовин, забезпечувати захист від хвороб та підвищувати толерантність до посухи.

У дослідженні Домарацького О.О. та співавторів було вивчено вплив передпосівної обробки насіння біопрепаратом ХЕЛАФІТ-насіння на врожайність гібридів соняшнику в умовах півдня України. Результати показали, що застосування біопрепарату сприяло збільшенню врожайності на 0,18–0,20 т/га. Найбільший ефект спостерігався у гібридів LG 5543 КЛ, LG 5485, Балістик, Голдсан, Мегасан, Шерпа, Романтик та Андромеда [1].

Кілочок Т.П. та колеги дослідили вплив передпосівної обробки насіння комплексним біопрепаратом стрептоміцетного походження (ГЗх у концентрації 2,5%) на біометричні показники та врожайність гібридів і сорту соняшнику. Встановлено, що обробка біопрепаратом призвела до підвищення врожайності сорту Прометей на 19,0%, а гібридів – на 4–7%. Крім того, відзначено збільшення вмісту жиру в насінні від 3,5 до 11,4% залежно від генотипу [5].

Дослідження, проведене Коваленком В.В. [6], було спрямоване на розробку та агроекологічне обґрунтування елементів біологізованих технологій вирощування соняшнику. Результати роботи підкреслюють важливість використання біопрепаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур, зокрема соняшнику, як ефективного засобу підвищення врожайності та якості продукції [7–8].

Таким чином, аналіз літературних джерел свідчить про позитивний вплив мікробних біопрепаратів стрептоміцетного походження на ріст, розвиток та врожайність соняшнику, що обґрунтовує доцільність їхнього застосування в агротехнологіях цієї культури.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження складалися з двох етапів: лабораторних і польових досліджень, лабораторні проводилися в лабораторії кафедри загального землеробства та ґрунтознавства ДДАЕУ, а польові в науково-освітньому центрі практичної підготовки Дніпровського державного аграрно-економічного університету.

В лабораторних дослідах проводили визначення енергії проростання, схожості насінні, довжини коренів проростків за методиками державного сортопробування.

Технологія вирощування соняшнику відповідала загальноприйнятим рекомендаціям для північної частини Степової зони України. Попередник соняшнику – пшениця озима. Основний обробіток ґрунту – полицева оранка на глибину 25–27 см. Навесні поверхню ґрунту вирівнювали бороною для збереження доступної ґрунтової вологи. Перед посівом ґрунт проведено культивуацію на глибину 5–6 см для формування рівномірного та придатного для проростання насіння соняшнику посівного ложа. Посів проводився сівалкою точного висіву з нормою висіву 55000 насінин на гектар, глибиною 4,0 см, міжряддями 70,0 см та одночасним внесенням мінеральних добрив у дозі $N_{20}P_{20}$. Засоби захисту рослин вносили відповідно до технологічної карти. Обліки врожайності та спостереження на дослідних ділянках проводили за загальноприйнятими методиками.

В лабораторному досліді було використано мікробний біопрепарат стрептоміцетного походження ГЗх у концентраціях 1,0, 1,5, 2,0, 2,5 та 3,0% сумісно

з водорозчинним полімером POLYOX на гібриді соняшнику LG 59580, повторність дослідів 8-ми кратна.

В польових дослідженнях ділянки розміщені систематично, однорядно в трьох повтореннях. Посівна площа кожної ділянки складала 224 м² (5,6×40 м). В польовому досліді препарат ГЗх у концентраціях 1,0, 1,5, 2,0, 2,5 та 3,0% сумісно з водорозчинним полімером POLYOX випробовувався на трьох гібридах соняшника: LG 59580, ЛГ 50479 SX, ЛГ 50559 SX, повторність дослідів 3-х кратна.

Результати досліджень. У таблиці 1 та рисунках 1–6 представлено результати лабораторних досліджень впливу різних концентрацій препарату на енергію проростання та схожість насіння соняшника. Аналіз отриманих даних дозволив встановити позитивний ефект досліджуваного препарату на показники проростання насіння порівняно з контролем (вода).

Так, у контрольному варіанті насіння, оброблене лише водою, характеризувалося енергією проростання 36,2% та схожістю 92,3%. При використанні препарату в концентрації 1,0% відбулося суттєве зростання енергії проростання до 47,4%, що на 11,2% перевищувало контрольні значення, а схожість підвищилася до 94,4% (+2,1% до контролю).

Таблиця 1

Вплив мікробного препарату на показники енергії проростання та схожості насіння соняшника в лабораторних умовах

Концентрація препарату, %	Енергія проростання, %	Схожість, %
Контроль (вода)	36,2	92,3
1,0	47,4	94,4
1,5	49,6	94,6
2,0	54,1	95,7
2,5	58,3	96,3
3,0	57,1	96,1

Збільшення концентрації препарату до 1,5% сприяло ще більш вираженому позитивному впливу на енергію проростання, яка досягла 49,6% (перевищення контролю на 13,4%). При цьому схожість також залишалась високою – 94,6%, що на 2,3% вище контрольних показників.



Рис. 1. Вода (контроль)



Рис. 2. Г3х – 1,0%



Рис. 3. Г3х – 1,5%



Рис. 4. Г3х – 2,0%



Рис. 5. Г3х – 2,5%



Рис. 6. Г3х – 3%

Максимальний ефект отримано при використанні препарату в концентрації 2,0–1,5%, де енергія проростання становила відповідно 49,6% та 54,8%, а схожість зросла до рівня 94,6–94,8%. Ці показники були стабільно вищими порівняно з контролем на 13,4–15,6% (енергія проростання) і на 2,3% (схожість).

Проте, подальше збільшення концентрації до 2,5% супроводжувалося незначним додатковим зростанням енергії проростання (49,6%), а схожість підвищилась лише до 94,6%, без суттєвих змін порівняно з попередніми концентраціями. При концентрації препарату 2,5% енергія проростання зросла до 49,6%, а схожість досягла максимального значення – 94,6%.

Таким чином, аналіз результатів свідчить, що оптимальною концентрацією препарату для обробки насіння соняшника з метою підвищення його енергії проростання і схожості є концентрація 1,5–2,5%. Ці концентрації забезпечують максимальний ефект при проростанні насіння та можуть бути рекомендовані для подальших польових випробувань і впровадження у практику вирощування культури.

В результаті проведення дослідів встановлено, що у контрольному варіанті, де насіння пророщували у воді без застосування мікробного препарату, довжина кореневої системи становила 2,8 см, а проростків – 2,2 см (табл. 2).

Таблиця 2

Вплив мікробного препарату на показники формування кореневої системи та вегетативних органів сояшника в лабораторних умовах (14 доба)

Концентрація препарату, %	Довжина корінців, см	Довжина проростків, см
Контроль (вода)	2,8	2,2
1,0	5,2	2,5
1,5	5,2	2,7
2,0	6,5	2,8
2,5	6,7	2,8
3,0	5,8	2,7

Застосування препарату позитивно вплинуло на формування проростків сояшника, що виражалось у суттєвому збільшенні довжини кореневої системи вже при найнижчій концентрації (1,0%), де цей показник зріс майже вдвічі – до 5,2 см. Подальше підвищення концентрації препарату до 2,0–2,5% забезпечило максимальний ефект – довжина корінців збільшилася до 6,5–6,7 см, перевищуючи контрольні значення у 2,3–2,4 раза. При концентрації 3,0% приріст довжини коренів дещо знизився, проте залишався на високому рівні – 6,0 см, що перевищувало контрольний варіант на 3,2 см.

Вплив препарату на розвиток надземної частини проростків також мав позитивну тенденцію. Довжина паростків сояшника у досліджуваних варіантах коливалася в межах 2,5–2,8 см, максимальний показник (2,8 см) було досягнуто при концентраціях 2,0–2,5%, що на 0,6 см перевищувало контроль. При вищій концентрації (3,0%) цей показник дещо знижувався до 2,7 см, проте залишався вищим за контроль на 0,5 см.

Висновки до лабораторного дослідження.

1. Застосування мікробного препарату позитивно вплинуло на енергію проростання та схожість насіння сояшника. Найефективнішими виявилися концентрації препарату від 2,0 до 2,5%, які забезпечили зростання енергії проростання насіння на 17,9–22,1% і схожості на 3,4–4,0% порівняно з контролем.

2. Використання мікробного препарату суттєво сприяло формуванню та росту кореневої системи та надземної частини проростків. Оптимальними для стимуляції розвитку проростків сояшника виявилися концентрації 2,0–2,5%, які забезпечували збільшення довжини корінців у 2,3–2,4 раза і приріст довжини паростків на 0,6 см порівняно з контролем.

В польових дослідженнях встановлено, що для гібриду LG 59580 контрольна врожайність становила 2,30 т/га. Обробка насіння препаратом ГЗх у концентрації 1,0% сприяла підвищенню врожайності до 2,42 т/га (+0,12 т/га до контролю), а подальше збільшення концентрації до 2,5% забезпечило максимальний приріст урожайності – 2,61 т/га (+0,31 т/га). Використання препарату у концентрації 3,0% не забезпечило подальшого підвищення врожайності, а навпаки, дещо знизило її до 2,53 т/га (+0,23 т/га).

У гібриду ЛГ50479 SX спостерігалася подібна тенденція. Контрольний варіант забезпечив середню врожайність 2,32 т/га. Внесення препарату у концентрації

1,0% підвищило врожайність до 2,42 т/га (+0,12 т/га), а максимальні значення (2,61 т/га) зафіксовані при концентрації 2,5% (+0,31 т/га). Використання препарату у концентрації 3,0% зменшило ефективність, знизивши урожайність до 2,53 т/га (+0,22 т/га).

Таблиця 3

Вплив мікробного препарату ГЗх на врожайність гібридів соняшника

Гібриди	Концентрація препарату, %	Роки		Середня	± до контролю
		2023 р.	2024 р.		
LG 59580	Контроль (вода)	2,57	2,03	2,30	-
	1,0	2,70	2,13	2,42	+0,12
	1,5	2,75	2,17	2,46	+0,16
	2,0	2,80	2,28	2,54	+0,27
	2,5	2,9	2,32	2,61	+0,31
	3,0	2,81	2,24	2,53	+0,23
ЛГ 50479 SX	Контроль (вода)	2,47	2,17	2,32	-
	1,0	2,60	2,23	2,42	+0,12
	1,5	2,65	2,29	2,47	+0,16
	2,0	2,76	2,39	2,58	+0,27
	2,5	2,8	2,41	2,61	+0,31
	3,0	2,71	2,34	2,53	+0,22
ЛГ 50559 SX	Контроль (вода)	2,69	2,26	2,48	-
	1,0	2,82	2,38	2,60	+0,12
	1,5	2,88	2,43	2,66	+0,18
	2,0	2,99	2,54	2,77	+0,29
	2,5	3,03	2,59	2,81	+0,33
	3,0	2,95	2,50	2,73	+0,25
НІР _{0,05} , т/га	0,12–0,15				

Найбільшу врожайність продемонстрував гібрид ЛГ 50559 SX, де контрольний варіант становив 2,48 т/га. Внесення препарату у концентрації 2,5% сприяло максимальному підвищенню врожайності до 2,81 т/га (+0,33 т/га), що є найвищим показником серед усіх досліджуваних гібридів. Концентрація 3,0% виявилася менш ефективною, забезпечивши урожайність 2,73 т/га (+0,25 т/га).

Дані таблиці 4 свідчать про те, що внесення мікробного препарату позитивно вплинуло на економічні показники вирощування соняшника. У всіх досліджуваних гібридах зафіксовано зростання врожайності та рівня рентабельності порівняно з контролем.

Для гібриду LG 59580 контрольний варіант забезпечив рівень рентабельності на рівні 86,9%. Внесення препарату в концентрації 1,0% підвищило цей показник до 94,0% (+7,2 в.п.), а при концентрації 2,5% досягнуто максимальної рентабельності – 109,4% (+22,6 в.п.). Подальше підвищення концентрації до 3,0% не сприяло подальшому зростанню економічної ефективності, рентабельність знизилася до 102,4% (+15,5 в.п.), що може бути пов'язано з особливостями фізіологічної реакції рослин на вищі концентрації препарату.

Таблиця 4

**Економічна ефективність застосування мікробного препарату ГЗх
на гібридах соняшника**

Гібриди	Концентрація препарату, %	Урожайність, т/га	Рівень рентабельності	+/- до контролю в.п.
LG 59580	Контроль (вода)	2,30	86,9	-
	1,0	2,42	94,0	+7,2
	1,5	2,46	97,6	+10,7
	2,0	2,54	103,9	+17,1
	2,5	2,61	109,4	+22,6
	3,0	2,53	102,4	+15,5
ЛГ50479 SX	Контроль (вода)	2,32	90,1	-
	1,0	2,42	95,7	+5,6
	1,5	2,47	100,1	+10,0
	2,0	2,58	108,5	+18,4
	2,5	2,61	110,8	+20,7
	3,0	2,53	104,1	+14,0
ЛГ 50559 SX	Контроль (вода)	2,48	109,5	-
	1,0	2,60	117,6	+8,1
	1,5	2,66	122,1	+12,6
	2,0	2,77	131,2	+21,7
	2,5	2,81	134,8	+25,3
	3,0	2,73	127,5	+17,9

Для гібриду ЛГ50479 SX контрольний рівень рентабельності склав 90,1%. Внесення препарату в концентрації 1,0% збільшило цей показник до 95,7% (+5,6 в.п.), а максимальне значення (110,8%) спостерігалось при концентрації 2,5% (+20,7 в.п.). При концентрації 3,0% рівень рентабельності знизився до 104,1% (+14,0 в.п.), що свідчить про тенденцію до зменшення ефективності при перевищенні оптимальної концентрації.

Гібрид ЛГ 50559 SX показав найвищі економічні результати. Контрольний рівень рентабельності становив 109,5%, тоді як внесення препарату в концентрації 2,5% забезпечило максимальний показник – 134,8% (+25,3 в.п.). Це є найвищим рівнем рентабельності серед усіх досліджуваних варіантів. При підвищенні концентрації до 3,0% ефективність знизилася до 127,5% (+17,9 в.п.), що підтверджує тенденцію до зменшення ефекту біопрепарату при надмірних дозах.

Висновки до польових досліджень:

Оптимальними концентраціями препарату є 2,0–2,5%, які забезпечують максимальний приріст урожайності (на 0,27–0,33 т/га залежно від гібриду).

Підвищення концентрації до 3,0% не дає додаткового приросту врожаю, а в деяких випадках спостерігається тенденція до незначного зниження ефективності.

Гібрид ЛГ 50559 SX виявився найбільш чутливим до дії препарату, демонструючи максимальне підвищення врожайності (до 2,81 т/га) при концентрації 2,5%.

Оптимальними концентраціями для підвищення рівня рентабельності є 2,0–2,5%, які забезпечують максимальний приріст економічної ефективності (+20,7–25,3 в.п.).

Найбільший рівень економічної ефективності зафіксовано для гібриду ЛГ 50559 SX при концентрації препарату 2,5% (134,8%), що свідчить про високу чутливість цього гібриду до дії мікробного препарату.

Отримані результати дозволяють рекомендувати використання препарату ГЗх у концентрації 2,0–2,5% для підвищення врожайності сояшника в умовах виробничого вирощування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Домарацький О. О., Сидякіна О. В., Іванів М. О., Добровольський А. В. Біопрепарат нового покоління групи ХЕЛАФІТ у технології вирощування гібридів сояшнику на півдні України. *Таврійський науковий вісник*. 2017. Вип. 98. С. 51–56.
2. Пригода К. В., Цехмейструк М. Г. Вплив біопрепаратів на урожайність сояшнику. *Молодь і технічний прогрес в АПВ*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. 2021.
3. Цехмейструк М. Г., Шелякін В. О., Глибокий О. М. Урожайність кондитерського сояшнику при використанні бактеріальних препаратів. *Олійні культури: сьогодення та перспективи*: зб. тез міжнар. наук. інтернет-конф. Запоріжжя, 14 трав. 2020 р. С. 73.
4. Волкогон В.В., Зарішняк М.І. та ін. Мікробні препарати в технологіях вирощування сільськогосподарських культур. *Посібник українського хлібороба*. 2017. № 1. С. 180–235.
5. Кілочок Т. П., Козечко В. І., Жерносекова І. В., Тимчук О. А., Кутіщева Н. М., Ведмедева К. В. Біологізація технології вирощування гібридів та сортів сояшнику. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2012. № 17. С. 98–103.
6. Коваленко В. В. Розробка, удосконалення та агроекологічне обґрунтування елементів біологізованих технологій вирощування сояшнику: дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.09. Миколаївський нац. аграр. ун-т. Миколаїв, 2018. 191 с.
7. Добровольський А. Ефективність сучасних рістрегулюючих препаратів за біологізації технології вирощування сояшнику в Південному Степу України: дис. канд. с.-г. наук : 06.01.09. Херсон, 2019. 174 с.
8. Волкогон В. В., Надкернична О. В., Ковалевські Т. М. Мікробні препарати у землеробстві. К.: Аграрна наука, 2006. 312 с.

УДК 632.752.2

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.17>

ТРОФІЧНІ ПРОЦЕСИ РІЗНОВИДНОСТЕЙ ГЕКСАПОД У ПЛАНТОЕКОСИСТЕМАХ (ФІТОЦЕНОЗАХ)

Ключевич М.М. – д.с.-г.н.,

професор кафедри здоров'я природи та якості харчових ресурсів,

Державний університет «Житомирська політехніка»

orcid.org/0000-0003-2711-2566

Вигера С.М. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри здоров'я природи та якості харчових ресурсів,

Державний університет «Житомирська політехніка»

orcid.org/0000-0002-8846-471X

Можарівська І.А. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри здоров'я природи та якості харчових ресурсів,

Державний університет «Житомирська політехніка»

orcid.org/0000-0003-0564-4457

Венгер О.В. – к.с.-г.н.,

п.н.с. відділу селекції та інноваційних технологій хмелю,

Інститут сільського господарства Полісся

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0000-0002-2213-4670

Висвітлено особливості живлення різновидностей гексапод у трофічних ланцюгах натуральних, хомонатуральних і культурних плантоценозів (фітоценозів) згідно класичної схеми: продуценти-консументи-редуценти. Акцентована увага на необхідність введення новітніх термінів у гексаподології, які базуються на латинській мові та є актуальними на світовому рівні. Аргументовано, що вивчення різновидностей надкласу гексаподи (*Hexapoda*) в межах екосистем плантоценозів є більш актуальним і гармонійним, оскільки він включає два класи: ентогнати (*Entognata*) та інсекти (*Insecta*).

Доведено, що підготовку фахівців такого профілю логічно здійснювати в науково-освітніх закладах біологічного, аграрного і агрономічного спрямування за спеціальності гексаподологія (фахівець – гексаподолог) з введенням відповідних спеціалізацій: ентогнатологія (фахівець – ентогнатолог) та інсектологія (професія – інсектолог), що є більш аргументовано. Недостатньо вивченим є питання щодо розвитку різновидності гексапод у плантоекосистемах за принципом природних регулюючих механізмів і якості консументів і редуцентів.

Крім того, вкрай актуальним наразі є аргументація особливостей живлення різновидностей гексапод у трофічних ланцюгах різних екосистем згідно класичної схеми: продуценти-консументи-редуценти з введенням новітніх термінів. Саме такі обґрунтування та дослідження ми проводимо впродовж останніх десятиліть [9, 10].

Для ефективного вивчення параметрів розвитку цієї біоти виникає потреба впровадження нових термінів у гексаподології, що ґрунтуються на латинській мові та мають міжнародне визнання. Існує нагальна необхідність всебічного дослідження органічного світу гексапод на холистичній основі відповідно до новітнього напрямку – гексаподові-татерралогії. Тому важливим і перспективним є обґрунтування особливостей живлення різних видів гексапод у трофічних ланцюгах різних екосистем.

Ключові слова: органічний світ, інновації, надклас гексаподи, клас інсекта, трофіка, плантоценози, живлення, агрономічна освіта, методи дослідження.

Kliuchevych M.M., Vyhera S.M., Mozharivska I.A., Venher O.V. Trophic processes of hexapod species in plant ecosystems (phytocenoses)

The features of nutrition of hexapod species in the trophic chains of natural, homonatural and cultivated plant communities (phytocenoses) according to the classical scheme: producers-consumptives-reducers are highlighted. Attention is focused on the need to introduce the latest terms in hexapodology, which are based on the Latin language and are relevant at the global level. It is argued that the study of the varieties of the superclass Hexapoda within the ecosystems of plant communities is more relevant and harmonious, since it includes two classes: entognaths and insects.

It has been proved that it is logical to train specialists of this profile in scientific and educational institutions of biological, agricultural and agronomic orientation in the specialty of hexapodology (specialist – hexapodologist) with the introduction of appropriate specializations: entognathology (specialist – entognathologist) and insectology (profession – insectologist), which is more reasoned. The issue of the development of hexapod diversity in plant ecosystems based on the principle of natural regulatory mechanisms and the quality of consumptive and reductive agents is not sufficiently studied.

In addition, it is extremely relevant to argue the peculiarities of the nutrition of hexapod species in the trophic chains of different ecosystems according to the classical scheme: producers-consumers-reducers with the introduction of new terms. We have been conducting such substantiation and research over the past decades [9, 10].

To effectively study the developmental parameters of this biota, there is a need to introduce new terms in hexapodology based on the Latin language and internationally recognized. There is an urgent need for a comprehensive study of the organic world of hexapods on a holistic basis in accordance with the latest trend – hexapod terratology. Therefore, it is important and promising to substantiate the peculiarities of nutrition of different hexapod species in the trophic chains of different ecosystems.

Key words: organic world, innovations, hexapod superclass, insect class, trophic structure, plant communities, nutrition, agronomic education, research methods.

Постановка проблеми. Наразі всі різновидності органічного світу планетарного рівня віднесені до шести царств, а саме: Віруси – *Virus*; Археї – *Archaea*; Бактерії – *Bacteria*; Гриби – *Fungi*; Рослини – *Plantae*; Тварини – *Animalia*. Серед них особливе місце належить різновидностям біоти з надкласу гексаподи (*Hexapoda*). Цей найбільш чисельний щодо видів надклас, згідно біологічної класифікації, відносять до типу членистоногі (*Arthropoda*), царства тварини (*Animalia*), домену ядерні (*Eukaryota*) [1, 2].

Згідно з сучасною класифікацією, надклас гексаподи (*Hexapoda*) поділяється на два класи: ентогнати (*Entognata*) та комахи, або, з наукової точки зору, інсекти (*Insecta*). За різними джерелами, їх видове різноманіття налічує не менше 1,5 мільйона різновидів, хоча насправді ця цифра може досягати кількох мільйонів видів, які ще недостатньо досліджені. Найбільша кількість видів класу інсекти та ентогнатів у трофічному відношенні та за характером живлення пов'язана з екосистемами плантоценозів (фітоценозів), які також потребують подальшого вивчення [5–8].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідження засвідчують, що надклас гексаподи із царства тварини є найбільш чисельним у видовому відношенні, що формує в екосистемах плантоценозів специфічні позитивні (запилення, ентомофаги тощо) та негативні (шкідники) трофічні ланцюжки [3, 4]. В останні роки в Україні та за її межами проведено ряд досліджень, які зосереджені на аналізі гексапод [2].

Дослідженнями займалися численні вітчизняні та закордонні науковці, серед яких: І. М. Демчак, С. В. Довгань, С. М. Бабич, Г. П. Козак, Т. І. Гук, а також L. Korsten, W. Elmer, J. R. Lamichhane та багато інших.

Тому, наразі важливим і перспективним є аргументація особливостей живлення різновидностей гексапод у трофічних ланцюгах різних екосистем.

Мета досліджень. Метою наших досліджень було вивчення особливостей живлення різновидностей гексапод у трофічних ланцюгах різних екосистем згідно класичної схеми: продуценти-консументи-редуценти з введенням новітніх термінів. Саме такі обґрунтування та дослідження ми проводимо впродовж останніх років.

Матеріали та методи досліджень. Методологія обґрунтування та дослідження успішного і всебічного вивчення параметрів формування і функціонування різновидів органічного світу з надкласу гексаподи, а також їх трофіки в межах планто-екосистем, передбачає впровадження нових термінів у гексаподології. Ці терміни, що ґрунтуються на латинській мові, мають міжнародне значення.

Раніше клас ентогнати (*Entognata*) вважався частиною класу комахи (*Insecta*). Однак, згідно з сучасними науковими джерелами, ці два класи тепер відносять до надкласу гексаподи (*Hexapoda*).

Викладене підтверджує, що науково-освітнім напрямком вивчення надкласу гексаподи є гексаподологія, класу інсектів – інсектологія, а класу ентогнатів – ентогнатологія. Ця аргументація свідчить про те, що ці терміни залишаються актуальними в міжнародному науковому середовищі.

Виклад основного матеріалу. В Україні в галузі вивчення класу комах відомим науково-освітнім напрямком є ентомологія (від грец. έντομον, έντόμου – «комаха» та λόγος – «слово», «вчення»), а не інсектологія. На нашу думку, це порушує принцип уніфікованого підходу в класифікації та потребує спеціального обговорення серед фахівців цієї сфери.

Виходячи з наведеного, підготовку фахівців у цій галузі доцільно проводити в спеціалізованих професійних науково-освітніх закладах біологічного профілю за спеціальністю гексаподологія (фахівець – *гексаподолог*). Це також включає відповідні спеціалізації: ентогнатологія (фахівець – ентогнатолог) та інсектологія (професія – *інсектолог*), які є більш наукоємними.

Безсумнівним є те, що в подальшому ці науково-освітні напрямки потребують подальшого розподілу на менші складові згідно відповідних відомих рядів тощо, що також потребує відповідного аргументування та обговорення на державному рівні.

Відомо, що кожен вид і спільнота з надкласу гексапод, як і весь органічний світ, мають своє специфічне середовище, яке вивчає екологія та абіологія. Вони також характеризуються особливостями розвитку, зокрема розмноженням (предмет дослідження *біології*), а також способом живлення (вивчає *трофологія*). На нашу думку, ці аспекти потребують вивчення на гармонійній та холистичній основі, особливо з точки зору трофіки та трофічних ланцюгів у конкретній екосистемі.

Такий холистичний (цілісний) підхід, згідно нашого світогляду, є актуальним на основі поєднання біології, екології, абіології та трофології в інноваційний мультидисциплінарний напрям – вітатерралогія, який розвивається в Україні з 2016 року та має наступне визначення.

Вітатерралогія (*vita* – життя; *terra* – планета Земля; *logos* – слово, вчення) – це наука, що досліджує закономірності формування та функціонування біосфери, екосфери та трофосфери планети Земля на всіх рівнях організації. Вона охоплює життєві процеси органічного світу, включаючи людину розумну, і прагне до гармонізації біології, трофології, екології та абіології. Важливо зазначити, що на планеті не існує жодної істоти чи виду органічного світу, а їх налічується кілька мільйонів, які протягом свого існування на Землі (досліджуваної *біологією*) не можуть існувати без середовища та довкілля (предмети вивчення *екології* та *абіології*) і не беруть участі в трофічних ланках (об'єкт дослідження *трофології*).

Усі види органічного світу планети, *включаючи і різновидності гексапод*, живляться згідно принципів природних регулюючих механізмів: за класичною схемою: *продуценти-консументи-редуценти*.

Представники *гексапод* у трофічній ланці органічного світу є консументами та редуцентами, що потребує поглибленого вивчення залежно від їх розвитку в певному середовищі [5].

На сучасному етапі всі наземні екосистеми, в яких існують різноманітні види гексапод, поділяються на природні, хомонатуральні та культурні. Кожна з цих екосистем має свої особливості розвитку різноманіття ентогнат і комах, що зумовлено формуванням відповідних природних регулюючих механізмів, які виконують роль консументів і редуцентів. Це питання потребує детального вивчення.

Адже у трофічному відношенні різновидності *гексапод* здатні житися та розвиватися за рахунок фітопродуцентів тобто рослин (гексаподи-фітофаги), продуктів функціонування квіток (інсекти-запилювачі), ряду консументів, зокрема зоологічних видів фітоценозів (інсекти-зоофаги), включаючи й інсект (інсекти-ентомофаги), відмерлих решток тваринного та рослинного світу (*явище редуцентології*) тощо.

Під час живлення на тілі людей певні різновидності *гексапод*, а особливо інсект, впливають негативно на їх здоров'я (блохи, воші, клопи, комари тощо).

У трофічному відношенні різновидності *гексапод* мають найбільш активне відношення до рослин та їх фітоценозів (*плантоценозів*) з позитивними та негативними наслідками, що вивчає новітній науково-освітній напрям *плантогексаподології*.

Плантогексаподологія – вчення про закономірності розвитку гексапод, а саме ентогнат та інсект, які з позицій трофічних ланок мають пряме або опосередковане відношення до рослин з позитивними та негативними наслідками (за автором).

За такого підходу *плантогексаподологію* логічно розділити на такі наукові складові, як *плантоентогнатологія* та *плантоентомологія* або ж більш науково – *плантоінсектологія* з відповідним обґрунтуванням і визначенням.

Плантоентогнатологія – вчення про закономірності розвитку покритошелепних видів із надкласу гексаподи, які мають пряме або опосередковане відношення до рослин (за авторством). Ця група організмів в умовах України вивчена недостатньо. Особливої уваги заслуговує вивчення такого важливого навчально-наукового напрямку, як *плантоентомологія*.

Плантоентомологія (плантоінсектологія) – вчення про закономірності розвитку комах (*інсект*), які в своїх трофічних ланках мають пряме або опосередковане відношення до рослин (за авторством).

У видовому та трофічному відношенні *ентогнати та інсекти (комахи)* займають особливу групу серед різновидностей тваринного світу, що вимагає особливого їх вивчення. Адже на сучасному етапі не існує єдиної думки щодо кількості видів з *класу комах (Insecta)*, що існують на планеті Земля.

Викладене свідчить про необхідність особливої уваги до гексаподного органічного світу при розробці механізмів моніторингу та контролю біорізноманіття природних і культурних екосистем. Отже, з огляду на біолого-функціональну та трофічну структуризацію гексапод в екосистемах, доцільно запропонувати наступну класифікацію, підкріплену науковими обґрунтуваннями в *інсектології*:

– *інсектофітофагологія* (наука про комах-фітофагів тобто види, що розвиваються за рахунок живлення рослинами);

– *інсектоанфологія* (вчення про комах-запилювачів тобто види, що для свого розвитку використовують квітки або їх продукцію);

– *інсектоанімалфагологія* (вчення про види комах, що розвиваються за рахунок живлення тваринними видами – комахи-анімалофаги, включаючи і живлення інсектами);

– *інсекторедуцентологія* (наука про комахи-редуценти тобто види, що розвиваються за рахунок живлення відмерлими рослинами або тваринами тобто мертвою органічною речовиною екосистем);

– *медична інсектопаразитологія* (наука про комах-паразитів тобто види, що розвиваються та живляться в межах тіла людей, включаючи і перенесення збудників їх захворювань);

– *ветеринарна інсектопаразитологія* (наука про комах-анімалпаразити тобто види, що розвиваються в межах тіла тварин, включаючи і перенесення збудників їх захворювань).

Найбільш поширені різновидності інсект, що потребують особливого вивчення щодо введення інноваційних термінів згідно наведених напрямків і трофічних спеціалізацій відносять до наступних рядів: щетинкохвістки – Microcoryphia, тізанури (лусківниці) – Thysanura, одноденки – Ephemeroptera, бабки – Odonata, тарганові – Blattoptera, богомоліві – Manteoptera, терміти – Isoptera, веснянки – Plecoptera, ембії – Embioptera, грілоблатіди – Grylloblattida, палочники – Phasmatoptera, прямокрили – Orthoptera, гемімеріди – Hemimerida, шкірястокрилі, або щипавки – Dermaptera, зораптери – Zoraptera, сіноїди – Psocoptera, пухогіди – Mallophaga, воші – Anoplura, рівнокрилі – Homoptera, напівтвердокрилі, або клопи – Hemiptera, трипси – Thysanoptera, твердокрилі, або жуки – Coleoptera, віялокрилі – Strepsiptera, сітчастокрилі – Neuroptera, верблюдки – Raphidioptera, великокрилі – Megaloptera, скорпіонові мухи – Mecoptera, волохокрильці, або струмковики – Trichoptera, метелики – Lepidoptera, блохи – Arhaptoptera, перетинчастокрилі – Hymenoptera, двокрилі – Diptera. Найбільш поширені різновидності із класу ентогнати (*Entognata*), що потребують особливого вивчення щодо введення інноваційних термінів і трофічних спеціалізацій відносять до наступних складових: ряд безсяжкові (*Protura*) або протури, ряд ногохвістки (*Collembola*) або колемболи, ряд двохвістки (*Diplura*) або діплури.

Особливістю та відмінністю класу ентогнати від класу комах є те, що у представників цих трьох рядів ротовий апарат розміщений у спеціальній капсулі, сформованій з ротових складок щелеп.

У біолого-екологічному відношенні ентогнати, в своїй більшості, мешкають у затемнених і зволжених місцях, зокрема в поверхневому шарі ґрунту, під рослинними рештками, камінням, відмерлою та гнилою деревиною, в тріщинах кори дерев, у жилих і складських приміщеннях, оранжереях, теплицях і парниках, у зоні розміщення лишайників і мохів тощо.

Викладені аргументації щодо вивчення життєвих процесів *гексапод*, їх *ентогнат* та *інсект*, засвідчують, що це потрібно робити на системній основі та, згідно інноваційного світогляду, що базується на новітньому напрямку – *гексаподовітатерпалогія*.

Гексаподовітатерпалогія (*Hexapoda* – *гексаподи*; *vita* – життя; *terra* – планета Земля; *logos* – слово, вчення) – вчення про закономірності формування і функціонування життєвих процесів *гексапод* за гармонізації їх *біології*, *трофології*, *екології* та *абіології* на всіх рівнях організації біосфери, екосфери та трофосфери планети Terra (за авторством).

Висновки. Актуальність зміни світогляду щодо вивчення трофічних процесів різновидів гексапод, зокрема видового розмаїття ентогнат і інсектів в екосистемах, є надзвичайно важливою.

Цей підхід особливо важливий для розуміння їх формування та функціонування в природних, напівприродних і культурних екосистемах.

Для успішного вивчення параметрів розвитку цієї біоти виникає потреба впровадження нових термінів у гексаподології, які базуються на латинській мові та мають міжнародне визнання. Існує нагальна необхідність всебічного вивчення органічного світу гексапод на холістичній основі відповідно до новітнього напрямку – гексаподовітатерралогії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ключевич М. М., Вигера С. М., Можарівська І. А., Ковальчук Р. Л. Теоретичні аспекти інноваційного світогляду щодо наук про царство рослин. *Moderní aspekty vědy: LIII. Díl mezinárodní kolektivní monografie / Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o. Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o.*, 2025. С. 184–194. DOI – <https://doi.org/10.52058/53-2025>
2. Вигера С., Ключевич М. Трофологія: посібник. / за науковою редакцією С. Вигери. Київ : ЦП «Компринт», 2022. 187 с.
3. Вигера С., Ключевич М., Ковальчук Р. Методологія освітніх програм школи філософії їжі та природокористування: навч.-метод. посібник / за наук. редакцією С. Вигери. Київ: ЦП «Компринт», 2024. 137 с.
4. Ключевич М. М., Осовець Ю. В. Вплив сівозмінного фактора та систем удобрення на розвиток хвороб жита озимого в умовах Полісся. *Вісник ПДАА*. 2010. № 4. С. 70–74.
5. Трофологія: вчення про живлення, їжу та їду / С. М. Вигера, М. М. Ключевич, Р. Л. Ковальчук, А. С. Вигера; за редакцією С. М. Вигера : навч. посібник. – Київ : ЦП «Компринт», 2025. 250 с.
6. Ключевич М. М. Тритикале – перспективна культура для органічного виробництва. Перспективи розвитку рослинницької галузі в сучасних економічних умовах : зб. тез Міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. 50-й річниці від початку розвитку рисівництва в Україні, 6–8 серп. 2013 р. Скадовськ : Інститут рису НААН, 2013. С. 111–112.
7. Ключевич М. М., Вигера С. М., Ковальчук Р. Л. Сучасний стан, проблеми та перспективи розвитку органічного виробництва фітопродукції в Україні. *Moderní aspekty vědy: XLIX. Díl mezinárodní kolektivní monografie / Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o. Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o.*, 2024. Р. 147–156.
8. Вигера С. М., Іваненко О. А., Ключевич М. М. Натуральний захист рослин та їх продукції при органічному виробництві. Органічне виробництво і продовольча безпека : матер. доп. учасн. Міжнар. наук.-практ. конф., 18–20 квіт. 2013 р. Житомир : О. О. Євенок, 2013. С. 337–345.
9. Kluchevich M. M., Chumak P. Ya., Vigera S. M. New and dangerous bacterial disease of oleander *Pseudomonas savastanoi* pv. *Nerii* in greenhouses of Ukraine. *Modern Phytomorphology*. 2018. Vol. 12. P. 131–133. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.1812104>
10. Most recent detection of invasive species *Erysiphe palczewskii* (Jacz.) u. Braun et s. Takam. on *Robinia pseudoacacia* L. in Ukraine / M. M. Kliuchevych, S. H. Stoliar, P. Ya. Chumak, S. V. Retman, O. O. Strygun, H. M. Tkalenko, S. M. Vigera. *Modern Phytomorphology*. 2020. Vol. 14. P. 85–92.

УДК 633.2: 582.683.2"324": 631.5(292.485) (1-15)
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.18>

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЗЕЛЕНОГО КОНВЕЄРА ОЗИМИХ ХРЕСТОЦВІТИХ КУЛЬТУР (РІПАКУ, СУРІПИЦІ) В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО

Козіна Т.В. – к.с.-г.н., доцент,
докторант, асистент кафедри садівництва і виноградарства,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
orcid.org/0000-0001-9376-607X

Овчарук В.І. – заслужений діяч науки і техніки України, д.с.-г.н., професор,
професор кафедри садівництва і виноградарства,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
orcid.org/0000-0003-2115-0916

У статті представлено результати багаторічних досліджень, присвячених визначенню впливу строків сівби, сортових особливостей та азотного підживлення на урожайність і якісний склад зеленої маси ріпаку озимого і суріпиці озимої при повторному вирощуванні в умовах літнього періоду. Дослідження проводилися з метою розроблення ефективної технології створення зеленого конвеєра для потреб тваринництва, що дозволяє підвищити як урожайність, так і кормову цінність сировини.

Установлено, що найкращими строками сівби для формування високого врожаю зеленої маси є перша половина липня (14–16 липня). Тривалість вегетаційного періоду ріпаку озимого і суріпиці озимої при повторній сівбі складає 59–60 діб. У сортів ріпаку озимого Дембо і Черемош урожайність зеленої маси становила 62,5–63,7 т/га, а суріпиці озимої сортів Оріана і Раміра – 56,3–42,1 т/га відповідно. Зазначено, що метеорологічні умови впродовж вегетаційного періоду суттєво впливають на продуктивність зеленої маси: у сприятливому 2022 році урожайність ріпаку озимого досягала 64,0 т/га, у засушливому 2024 році – знижувалась до 28,3 т/га.

Вивчення динаміки вмісту поживних речовин засвідчило, що повторна літня сівба забезпечує зростання білка і вітаміну С у зеленій масі. Так, вміст білка в сорту Дембо при сівбі 14–16 липня сягав 30,1 %, а в сорту Черемош – 38,6 %, що значно перевищувало показники весняної сівби (22,3 % і 23,1 % відповідно). Водночас вміст сухої речовини був децю нижчим порівняно із весняними строками. Аналогічні закономірності спостерігались і в суріпиці озимої.

Особлива увага приділена агротехнічним заходам, зокрема азотному підживленню. Встановлено, що внесення добрив у дозах N_{45} і N_{90} сприяло підвищенню вмісту сухої речовини на 2,2–2,6 %, білка – на 3,1–4,8 %, аскорбінової кислоти – на 4,0–5,1 мг/100 г сухої речовини. Також підтверджено здатність рослин ріпаку озимого і суріпиці озимої до повторного відростання після укосів, що дозволяє отримувати 2–3 врожаї за вегетаційний період. Найвища врожайність зеленої маси при двох укосах спостерігалась за скошуванням 31 червня – 1 липня – 97,6 т/га.

Таким чином, сівба озимих хрестоцвітих культур в оптимальні строки сівби, підбір ефективних сортів, а також внесення азотних добрив дозволяє підвищити урожайність та покращити якість зеленої маси при повторному вирощуванні, що є вагомим резервом у зміцненні кормової бази сучасного тваринництва.

Ключові слова: зелений конвеєр, ріпак озимий, суріпиця озима, врожайність, хімічний склад, зелена маса.

Kozina T.V., Ovcharuk V.I. Features of the formation of the green conveyor of winter cruciflorescent crops (rape, oilseed) in the conditions of the Western Forest-Steppe

The article presents the results of many years of research devoted to determining the influence of sowing dates, varietal characteristics, and nitrogen fertilization on the yield and qualitative composition of green mass of winter rape and winter rapeseed during repeated cultivation in

summer conditions. The research was conducted with the aim of developing an effective technology for creating a green conveyor for the needs of livestock farming, which allows increasing both yield and feed value of raw materials.

It has been established that the best sowing time for the formation of a high yield of green mass is the first half of July (July 14–16). The duration of the growing season of winter rapeseed and winter rapeseed with repeated sowing is 59–60 days. In winter rapeseed varieties Dembo and Cheremosh, the yield of green mass was 62.5–63.7 t/ha, and in winter rapeseed varieties Oriana and Ramira – 56.3–42.1 t/ha, respectively. It is noted that meteorological conditions during the growing season significantly affect the productivity of green mass: in the favorable year of 2022, the yield of winter rapeseed reached 64.0 t/ha, in the dry year of 2024 – it decreased to 28.3 t/ha.

The study of the dynamics of nutrient content showed that repeated summer sowing provides an increase in protein and vitamin C in the green mass. Thus, the protein content in the Dembo variety when sowing on July 14–16 reached 30.1%, and in the Cheremosh variety – 38.6%, which significantly exceeded the indicators of spring sowing (22.3% and 23.1%, respectively). At the same time, the dry matter content was somewhat lower compared to spring terms. Similar patterns were observed in winter sorrel.

Particular attention was paid to agrotechnical measures, in particular nitrogen fertilization. It was found that the application of fertilizers in doses of N45 and N90 contributed to an increase in the content of dry matter by 2.2–2.6%, protein – by 3.1–4.8%, ascorbic acid – by 4.0–5.1 mg/100 g of dry matter. The ability of winter rape and winter rape plants to re-grow after mowing was also confirmed, which allows obtaining 2–3 crops during the growing season. The highest yield of green mass with two mowings was observed after mowing on June 31 – July 1 – 97.6 t/ha.

Thus, sowing winter cruciferous crops at the optimal sowing dates, selecting effective varieties, and applying nitrogen fertilizers allows for increased yields and improved quality of green mass during re-cultivation, which is a significant reserve in strengthening the feed base of modern livestock farming.

Key words: green conveyor, winter rapeseed, winter rapeseed, yield, chemical composition, green mass.

Актуальність теми дослідження. У сучасному виробництві тваринницької продукції пріоритетним завданням є відновлення та нарощування кормової бази, що безпосередньо впливає на продуктивність і економічну ефективність галузі. Одним із ключових напрямів стабільного забезпечення тварин зеленими кормами є впровадження інтенсивних агротехнологій вирощування культур, придатних до використання в структурі зеленого конвеєра [12].

Постановка проблеми. Розробка технологічних схем виробництва і одержування зеленого конвеєра ріпаку озимого і суріпиці озимої вимагає вирішення комплексу складних теоретичних, прикладних і організаційних проблем з підвищення врожайності і поживної цінності зеленої маси культур за рахунок удосконалення технологічних прийомів із застосуванням прогресивних способів виробництва продукції в конвеєрному виробництві. Розроблені технологічні прийоми вирощування озимого ріпаку і суріпиці озимої в заготівлі і переробки зеленої маси з високими поживними елементами. Тому, потребується вивчення сучасної науково обґрунтованої технології створення зеленого конвеєра для тварин в умовах ґрунтово-кліматичної зони, також питань заготівлі і переробки продукції [3, 8].

Аналіз останніх досліджень. Останніми роками вітчизняні та зарубіжні науковці приділяють значну увагу питанням розширення кормової бази для потреб тваринництва за рахунок впровадження високопродуктивних, екологічно пластичних і поживноцінних культур. У цьому контексті озимий ріпак і суріпиця озима розглядаються як перспективні культури для формування зеленого конвеєра, особливо в умовах нестабільного клімату [6, 9].

Наукові дослідження свідчать, що ріпак озимий та суріпиця озима завдяки ранньовесняному відростанню, високій пластичності до умов вирощування та здатності швидко накопичувати вегетативну масу можуть не лише конкурувати

з традиційними кормовими культурами (такими як конюшина, люцерна, вико-вівсяна суміш), а й значно перевершувати їх за виходом кормових одиниць на гектар [1, 10].

Згідно з результатами досліджень Гудзя С.П. [4], ріпак озимий має високу кормову цінність завдяки значному вмісту сирого протеїну (до 18-22 % у сухій речовині), хорошій поїданості тваринами та швидкому весняному відростанню, що дає змогу починати заготівлю зелених кормів у ранні строки.

Дослідження Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН України [7] показали, що використання суріпиці озимої у зеленому конвеєрі дозволяє отримати понад 25-30 т/га зеленої маси, при цьому культура має добру стійкість до весняних заморозків і зберігає високу продуктивність навіть за умов дефіциту вологи.

У роботах Бабича А.О. [2] зазначено, що поєднане вирощування озимого ріпаку й суріпиці дозволяє істотно урізноманітнити структуру кормовиробництва, оптимізувати строки згодовування кормів і зменшити потребу в використанні концентратів, що позитивно впливає на собівартість тваринницької продукції.

Також дослідження Мельничука М.Д. [11] підкреслюють екологічні переваги цих культур, зокрема їхню роль у біологічному оздоровленні ґрунту, зниженні рівня бур'янів, покращенні структури орного шару.

Узагальнюючи вищезазначене, можна стверджувати, що впровадження озимого ріпаку та суріпиці озимої у структуру посівів є науково обґрунтованим кроком, який поєднує агроекономічну ефективність, екологічну доцільність і високу кормову продуктивність, що відповідає сучасним вимогам сталого розвитку аграрного сектору.

Крім того, інтеграція ріпаку озимого і суріпиці озимої у структуру сівозмін дозволяє не лише оптимізувати використання земельних ресурсів, а й забезпечити раціональне чергування культур з урахуванням фітосанітарних вимог і потреб ґрунту в оздоровленні. Науково обґрунтоване використання цих культур як компонентів зеленого конвеєра сприяє зниженню навантаження на пасовищні угіддя, покращенню якісного складу раціону тварин та підвищенню екологічної сталості агровиробництва.

Тому, у зв'язку з актуальністю забезпечення тваринництва високоякісними кормами, виникає необхідність у ґрунтовному вивченні сучасних науково обґрунтованих технологій формування зеленого конвеєра з урахуванням ґрунтово-кліматичних особливостей регіону, а також раціональних підходів до заготівлі та первинної переробки кормової продукції.

Мета роботи – встановити оптимальні строки сівби та сорти ріпаку озимого і суріпиці озимої для повторного вирощування з метою підвищення урожайності зеленої маси, дослідити вплив строків сівби на динаміку накопичення поживних речовин, а також оцінити ефективність застосування азотних добрив у ранні фази розвитку ріпаку озимого сорту Дембо, щодо поліпшення хімічного складу зеленої маси.

Матеріали і методи досліджень. Упродовж 2022-2024 рр. проводились польові дослідження з вивчення особливостей формування зеленого конвеєра озимих хрестоцвітих культур ріпаку озимого та суріпиці озимої на дослідних полях ПФ «Богдан І К» Снятинського району, Івано-Франківської області.

Ґрунт дослідних ділянок дерново-підзолистий, середньо суглинковий, поверхнево оглеєний. Орний шар характеризуються такими агрохімічними показниками: вміст легкогідролізованого азоту – 67-76 мг/кг (за Корнфілдом); рухомого

фосфору – 118-124 мг/кг і обмінного калію – 108-113 мг/кг (за Чиріковим); рН сол. – 4,54-5,20 (потенціометричним методом); вміст гумусу – 3,05-3,39 % (за Тюріним).

Дослідження проводилися на основі загальноприйнятих методичних рекомендацій постановки польових дослідів. Методи дослідження загальноприйняті: польовий – візуальний – для встановлення фенологічної змінності рослин; вимірювально-ваговий – для визначення сухої речовини та інших якісних показників в триразовій повторності. Загальна площа посівної ділянки 70 м², облікової – 50 м². Сівбу при повторній культурі проводили в такі строки: весняні 23-25.III та літні 14-16.VII, і 1-3.VIII.

В експериментальних дослідженнях використовувалися сорти ріпака озимого і суріпиці озимої, які внесені до Державного реєстру України. Ріпака озимого сорти – Дембо і Черемош; суріпиці озимої – сорти Оріана і Раміра; які створенні українськими селекціонерами [5].

Виклад основного матеріалу дослідження. Сівбу ріпаку озимого і суріпиці озимої на зелений корм проводили у літні строки. Кращими строками сівби ріпаку і суріпиці в повторних посівах є перша половина липня. Тривалість вегетаційного періоду ріпаку озимого і суріпиці озимої при повторній сівбі складає 59-60 діб (табл. 1).

Результатами досліджень встановлено, що для одержання високого врожаю зеленої маси при повторних посівах значну роль відіграє підбір сортів. Найбільш придатні для отримання зеленої маси з високою врожайністю рослин, які формують добре розвинене прямостояче стебло висотою 148-155 см є сорт Дембо. Так, у ріпаку озимого сорту Дембо від сівби 14-16.VII врожайність зеленої маси становила 62,5 т/га, тоді як від сівби 1-3.VIII тільки 41,3 т/га. У сорту Черемош врожайність зеленої маси за сівби 14-16.VII становила 63,7 т/га, і 1-3.VIII – 39,8 т/га, відповідно.

Таблиця 1

Вплив строків сівби, сорту на врожайність зеленої маси ріпаку озимого і суріпиці озимої при повторній сівбі (середнє за 2022-2024 рр.)

Сорт	Строк		Кількість діб від сівби до збирання	Врожайність, т/га
	сівби	збирання		
Озимий ріпак				
Дембо	14-16.VII	15-18.IX	60	62,5
	1-3.VIII	2-5.X	59	41,3
Черемош	14-16.VII	15-18.IX	60	63,7
	1-3.VIII	2-5.X	59	39,8
$HIP_{0,05} m/2a$				0,88
Суріпиця озима				
Оріана	14-16.VII	15-18.IX	60	56,3
	1-3.VIII	2-5.X	59	41,5
Раміра	14-16.VII	15-18.IX	60	42,1
	1-3.VIII	2-5.X	59	33,4
$HIP_{0,05} m/2a$				0,74

Врожайність зеленої маси суріпиці озимої сорту Оріана від сівби 14-16.VII становила 56,3 т/га, а за сівби 1-3.VIII – 41,5 т/га. Аналогічні показники врожайності суріпиці озимої спостерігали у сорту Раміра, від сівби 14-16.VII – 42,1 т/га, а 1-3.VIII – 33,4 т/га, відповідно.

Також, врожай зеленої маси при повторній сівбі в різні роки коливається в залежності від метеорологічних умов впродовж вегетаційного періоду.

Збирання врожаю зеленої маси ріпаку озимого і суріпиці озимої за сівби 14-16 липня проводили 15-18 вересня, а за сівби 1-3 серпня – 2-5 жовтня. Слід відмітити, що високий врожай зеленої маси ріпаку озимого (64,0 т/га) при повторній сівбі отримано у 2022 році, цей рік характеризувався, найбільш сприятливими умовами для росту і розвитку рослин, а пониженою врожайністю виділяється 2024 р. – 28,3 т/га. В цей період спостерігали сильну засуху в липні і насіння висіяне 14-16.VII з'явилося тільки 1-3.VIII, при цьому сходи були не дружні та погано розвинені. Слід зазначити, що 2022 і 2023 роки були більш сприятливими для росту і розвитку рослин ріпаку озимого і суріпиці озимої.

Як встановлено результатами експериментальних досліджень, зелена маса ріпаку озимого і суріпиці озимої одержана з повторних посівів в літній період на 5-12 % перевищувала за вмістом поживних речовин, в порівнянні із весняними посівами (табл. 2).

Таблиця 2

Вплив строків сівби на зміну поживних речовин зеленої маси ріпаку озимого і суріпиці озимої в залежності від строків сівби і сорту (середнє за 2022-2024 рр.)

Строк сівби	Ріпак озимий						Суріпиця озима					
	Сорт											
	Дембо			Черемош			Оріана			Раміра		
	Поживні речовини											
	Суха речовина %	Білок, %	Вітамін С, мг/100	Суха речовина %	Білок, %	Вітамін С, мг/100	Суха речовина %	Білок, %	Протеїн %	Суха речовина %	Білок, %	Протеїн %
23-25.III (контроль)	13,8	22,3	82,7	15,7	23,1	88,4	15,9	22,1	3,1	14,7	23,1	2,7
14-16.VII	11,3	30,1	94,5	12,7	38,6	98,9	13,4	30,5	2,7	13,3	31,6	2,5
1-3.VIII	10,1	29,4	91,8	11,4	31,0	92,3	12,8	27,6	2,5	12,9	28,5	2,4

Результати досліджень свідчать, що від повторної сівби ріпаку озимого і суріпиці озимої в зеленій масі значно підвищуються показники аскорбінової кислоти і протеїну. У зеленій масі ріпаку озимого сорту Дембо від весняної сівби (23-25.III) вміст сухої речовини становив 13,8 %, сорту Черемош – 15,7 %, відповідно. Тоді, як у літніх посівах (14-16.VII і 1-3.VIII) цей показник коливався і становив 11,3 і 10,1 % першого сорту та 12,7 і 11,4% другого сорту. За вмістом білка спостерігається аналогічна закономірність. На контрольному варіанті (23-25.III) вміст білка становив 22,3 %, тоді як від сівби 14-16.VII і 1-3.VIII – 30,1 і 29,4 %. У сорту Черемош від ранньовесняної сівби (23-25.III) вміст білка становив 23,1 %, а від

повторної літньої сівби (14-16.VII і 1-3.VIII) – 38,6 і 31,0 %. Аналогічна закономірність спостерігається із зміною поживних речовин у суріпиці озимої. Вміст сухої речовини сорту Оріана від сівби ранньовесняного строку (23-25.III) становив 15,9 %, від повторних літніх посівів (14-16.VII і 1-3.VIII) – 13,4 % і 12,8 %, відповідно. Підвищення вмісту білка також спостерігається у повторних літніх строків сівби. Вміст протеїну в зеленій масі суріпиці озимої сорту Оріана становив при ранньовесняному строку сівби (23-25.III) – 3,1 %, сорту Раміра – 2,7 %. Тоді, як від повторних літніх строків сівби ці показники знижуються, у сорту Оріана до 2,7 % та 2,5 %, сорту Раміра – 2,5 та 2,4 %, відповідно.

Важливим в конвеєрному виробництві зеленої маси ріпаку озимого і суріпиці озимої є строки збирання, які залежать від біологічних особливостей сорту, погод-но-кліматичних умов і строку сівби.

Зелену масу ріпаку озимого і суріпиці озимої за весняної сівби збирали в період закінчення добового приросту при пожовтінні або червонінні окремих листків. Ці строки для різних за стиглістю сортів були різні. В пізньостиглих сортів ріпаку озимого нагромадження зеленої маси проходить впродовж усього вегетаційного періоду при незначному всиханню листків. Тому, їх збирали при осінньому укосі, через 85-90 діб після з'явлення сходів. В цей період пізньостиглі сорти ріпаку озимого відрізняються високими кормовими якостями. В ранньостиглих сортів період активного приросту закінчується на 55-60 добу після з'явлення сходів. Перший укіс зеленої маси проводили через 55-60 діб після з'явлення сходів і дру-гий – через 45-55 діб після першого (табл. 3).

Таблиця 3

Врожайність зеленої маси ріпаку озимого сорту Дембо в залежності від періоду проведення першого укосу (середнє за 2022-2024 рр.)

Дата укосу	Врожайність зеленої маси, т/га		
	Перший укіс	Отава	Разом за два укоси
31.VI-01.VII	15,3	82,3	97,6
10-12.VII	44,8	47,9	92,7
20-22.VII	52,3	44,0	96,3
30.VII-01.VIII	52,0	20,3	72,3
10-12.VIII	78,1	–	78,1
20-22.VIII	78,0	–	78,1
30.VIII-01.IX	79,1	–	79,1
$HIP_{0,05} m/га$	0,54	0,38	0,69

Врожайність зеленої маси ріпаку озимого залежить від періоду збирання. Так, з підвищеною врожайністю за два укоси виділяють, строки збирання 31.VI-1.VII – 97,6 т/га, 10-12.VII – 92,7 т/га і 20-22.VII – 96,3 т/га.

Пізніші строки збирання понижують врожайність зеленої маси ріпаку озимого. Також слід відмітити, що укоси суріпиці озимої також проводили в два строки: перший строк – через 45-50 діб після з'явлення сходів, другий – через 45-50 діб після першого збирання врожаю зеленої маси.

Дослідженнями встановлено, що при весняно-літніх посівах, рослини ріпаку озимого і суріпиці озимої після скошування здатні відростати і давати високий врожай. Ступінь відростання залежить від біологічних особливостей сорту, та

строку проведення першого укосу, висоти зрізу, наявності поживних речовин в ґрунті, від умов вирощування рослин до першого укосу, а також погодно-кліматичних умов в період відростання вегетативної маси.

Врожай зеленої маси в окремі роки (при достатній вологості і теплій погоді) перевищує врожай першого укосу.

Найбільш високу врожайність зеленої маси отримали при проведенні першого укосу зеленої маси через 60-70 діб після з'явлення сходів (табл. 4).

Таблиця 4

**Вплив першого строку укосу на врожайність зеленої маси сорту Дембо
(середнє за 2022-2024 рр.)**

Дата проведення першого укосу	Кількість діб від сівби до збирання отави	Висота рослин отави, см	Врожайність зеленої маси, т/га
31.VI-01.VII	70	81	70,0
20-22.VII	81	72	55,0
10-12.VIII	60	77	68,5
20-22.VIII	51	68	46,0
30.VIII-01.IX	39	63	38,3
<i>НІР_{0,05} m/га</i>	—	—	0,45

Найвищу врожайність зеленої маси ріпаку озимого сорту Дембо отримали від першого збирання встановлено 31.VI-01.VII – 70,0 т/га, та 10-12.VIII – 68,5 т/га з висотою рослин 81 і 77 см. Інтенсивність відростання ріпаку озимого в значній мірі залежить від висоти зрізування рослин при першому укосі. Зелена маса може дати високий врожай, коли перше укіс ріпаку озимого провели на висоті 10-12 см, суріпиці озимої – на висоті 5-7 см.

Ріпак озимий і суріпиця озима при весняній сівбі формує розетку з вкороченим стеблом, на якому густо розміщені листки і утворюють нові стебла. Тому, при низькому зрізуванні рослин при першому збиранні пошкоджуються рослини і погано відростають. Також, нами відзначено, що в такому випадку відростання листків проходить дуже сповільнено. Добре і швидке відростання відзначено при першому збиранні на не пошкоджених рослинах.

Після скошування зеленої маси ріпаку озимого і суріпиці озимої, як уже відзначалося, рослини здатні знову відростати, і при сприятливих умовах восени впродовж одного вегетаційного періоду маємо можливість отримати три укоси зеленої маси. Так, в 2024 році, не дивлячись на суху погоду, сорт Дембо від сівби 23-25 березня сформував врожайність зеленої маси за три укоси: перший (21 червня) – 48,1 т/га, другий (21 серпня) – 30,4 т/га, третій (21 вересня) – 12,0 т/га.

Важливим агротехнічним заходом в конвеєрному виробництві ріпаку озимого і суріпиці озимої є не тільки післязбиральне підживлення, але й післядія внесенного основного добрива. Внесення підвищених азотних добрив до сівби дає можливість одержати високий врожай зеленої маси (табл. 5).

Як свідчать результати досліджень внесення азотних добрив підвищує якісні показники зеленої маси. При внесенні N_{45} та N_{90} вміст сухої речовини підвищився на 2,2 % і 2,6 %, білку на 3,1 і 4,8 %, вітаміну С на 4,0 і 5,1 мг/100 г сухої речовини. Окрім цього, на зміну вмісту сухої речовини, білку і вітаміну С впливають природні фактори, освітлення, температура, волога та ін.

Таблиця 5

Вплив азотних добрив на хімічний склад зеленої маси ріпаку озимого сорту Дембо (середнє за 2022-2024 рр.)

Мінеральне добриво	Суша речовина, %	Білок, % на абсолютно суху речовину	Вітамін С, мг на 100 г сухої речовини
Без внесення добрив (контроль)	11,9	22,3	118,6
N ₄₅	14,1	25,4	122,3
N ₉₀	14,7	28,1	123,7

Висновки та перспективи подальших досліджень. Для формування зеленого конвеєра ріпаку озимого і суріпиці озимої на зелений корм кращими строками сівби є 14-16.VII, що сприяє зростанню врожайності у сорту Дембо до 62,5 т/га і сорту Черемош до 63,4 т/га, суріпиці озимої сорту Оріана до 56,3 т/га і сорту Раміра до 42,1 т/га, відповідно. За вмістом поживних речовин в зеленій масі ріпаку озимого виділяється весняна сівба (23-25.III), при цьому вміст сухої речовини у сорту Дембо склав 13,8 %, сорту Черемош – 15,3 %. Тоді, як найбільший вміст білка відмічено за літнього строку сівби (14-16.VII) – 30,1 % і 38,6 %, відповідно. У зеленій масі суріпиці озимої вміст сухої речовини сорту Оріана складав 15,9 %, сорту Раміра – 14,7 %. За вмістом білка і протеїну також виділяється літній строк сівби 14-16.VII.

Слід зазначити, що найбільшу врожайність зеленої маси ріпаку озимого сорту Дембо встановлено за два укуси 31.VI-01.VII – 97,6 т/га. Найвищу врожайність зеленої маси від першого укусу відзначено 30.VIII-01.IX – 79,1 т/га. Ефективним є підживлення рослин азотними добривами, які впливають на зміну хімічного складу корму. При внесенні N₄₅ та N₉₀ вміст сухої речовини підвищується на 2,2 % і 2,6 %, білку на 3,1 і 4,8 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Абрамик М. І., Кифорук І. М., Мазур В. М. Рекомендації з вирощування ріпаку озимого. Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція ІСГКР НААН. Івано-Франківськ, 2012. 23 с.
2. Бабич А. О. Формування зеленого конвеєра на основі нових кормових культур. *Корми і годівля тварин*. 2021. № 15. С. 22-27.
3. Вінюков О., Тимофєєв М., Бондарева О., Ковеза Г., Зуза В., Гайденок О. Створюємо зелений конвеєр. *Агрономія Сьогодні*. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/10836-stvoriuiemo-zelenyi-konveier.html>
4. Гудзь С. П. Продуктивність озимого ріпаку в умовах Лісостепу України. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 8. С. 37-42.
5. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Міністерство аграрної політики та продовольства України. Офіційний перелік сортів, придатних для поширення в Україні. URL: <https://data.gov.ua/dataset/ccf95f4a-8238-4b18-a4d3-002444876325> (дата звернення: 5.09.2024)
6. Зінченко О. І. Кормовиробництво: Навчальне видання. 2-е вид., доп. і перероб. Київ : Вища освіта, 2005. 448 с. URL: https://www.isgkr.com.ua/images/sampled/data/doc/literatura/kormovirobnictvo_zinchenko_o_i.pdf
7. Каленський В. Методичні рекомендації з вирощування озимих кормових культур. Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН. Вінниця : ФОП Балюк І.Б., 2020. 48 с.

8. Ковбасюк П. Зелені корми у годівлі тварин. *Пропозиція*. URL: <https://propozitsiya.com/articles/zeleni-kormy-u-hodivli-tvaryn>
 9. Козіна Т. В. Науково-теоретичне і технологічне обґрунтування вирощування олійно-кормових культур в умовах Лісостепу Західного. Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва : матеріали VIII Між-нар. наук.-практ. конф., 29 листопада 2024 р. Держ. біотехнологічний ун-т. Харків, 2024. 133 с.
 10. Кучер О. В. Теоретико-методологічні аспекти формування кормової бази в тваринництві. *Економіка АПК*. 2018. № 4. С. 98-104.
 11. Мельничук М. Д. Екологічні аспекти впровадження озимих культур у кормовиробництві. *Агроекологічний журнал*. 2022. № 2. С. 45-50.
 12. Шувар І. Збільшення продуктивності українських ланів. *Аробізнес Сьогодні*. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/165-zbilshennia-produktyvnosti-ukrainskykh-laniv.html>
-

УДК 632.4:635.63

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.19>

СТАН ВИВЧЕННЯ ЗАХОДІВ ЗАХИСТУ РОСЛИН ОГІРКА ВІД ФУЗАРІОЗНОГО В'ЯНЕННЯ

Круковський Р.Д. – студент II курсу магістратури факультету захисту рослин,
біотехнологій та екології,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

orcid.org/0009-0006-6455-2658

Піковський М.Й. – д.с.-г.н.,

професор кафедри фітопатології ім. академіка В.Ф. Пересипкіна,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

orcid.org/0000-0003-0689-604X

Фузаріозне в'янення, яке викликає гриб *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* Owen, є однією із найбільш шкідливих патологій огірка в умовах відкритого і захищеного ґрунту. Хвороба поширена в різних регіонах світу та викликає значні втрати врожаю. Збудник захворювання виживає у ґрунті протягом декількох років, має високу екологічну пластичність та адаптується до умов навколишнього середовища, що ускладнює контроль фузаріозу. Традиційні методи захисту культури не завжди забезпечують належний рівень ефективності. Тому, розробка інтегрованої системи, що поєднує різні методи контролю збудника хвороби, є надзвичайно важливою для підвищення стійкості рослин огірка і забезпечення стабільного врожаю. Метою роботи було проаналізувати стан вивчення заходів захисту рослин огірка від фузаріозного в'янення. За результатами досліджень вивчено симптоматику захворювання, яка є мінливою на різних етапах патологічного процесу, що важливо враховувати під час діагностики. Контроль фузаріозу огірка ґрунтується на збалансованому живленні рослин і підвищенні їх стійкості за допомогою мікроелементів. Інтеркропінг також регулює розвиток хвороби та ураженість рослин мікроміцетом *F. oxysporum*. Міжвидові гібридні підщепи з родини гарбузових підвищують стійкість огірка до фузаріозного в'янення. Сорти та гібриди характеризуються різною сприйнятливістю до фузаріозу. При цьому важливим є вивчення спадковості, ідентифікації молекулярних маркерів і картування кількісних ознак, що пов'язані зі стійкістю до захворювань. Підтверджено використання різних мікроорганізмів для оздоровлення ґрунту та зменшення ураження рослин *F. oxysporum*. Зокрема ефективними були арбускулярні мікоризні гриби, мікроміцети-антагоністи із роду *Trichoderma*, бактерії *Pseudomonas* spp., *Bacillus* spp. та інші. Хімічні фунгіциди здатні інгібувати ріст патогену *in vitro* та обмежувати хворобу в польових умовах. Загалом інтегрований підхід до контролю фузаріозного в'янення огірка, який ґрунтується на збалансованих агротехнічних прийомах, імунологічному, біологічному та хімічному методах, може забезпечити ефективний захист рослин від хвороби.

Ключові слова: гриб, *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*, агротехніка, стійкі сорти, біологічний та хімічний контроль, інтегрований захист.

Krukovskiy R.D., Pikovskiy M.Y. The state of research of cucumber plant protection measures against fusarium wilt

Fusarium wilt, caused by the fungus Fusarium oxysporum f. sp. *cucumerinum* Owen, is one of the most harmful pathologies of cucumber in open and protected soil conditions. The disease is widespread in different regions of the world and causes significant crop losses. The pathogen survives in the soil for several years, has high ecological plasticity and adapts to environmental conditions, which complicates the control of fusariosis. Traditional methods of crop protection do not always provide the proper level of effectiveness. Therefore, the development of an integrated system that combines various methods of controlling the pathogen is extremely important for increasing the resistance of cucumber plants and ensuring a stable yield. The aim of the work was to analyze the state of study of measures to protect cucumber plants from fusarium wilt. According to the results of the research, the symptoms of the disease were studied,

which are variable at different stages of the pathological process, which is important to consider during diagnosis. Control of fusarium wilt in cucumber is based on balanced plant nutrition and increasing their resistance with the help of microelements. Intercropping also regulates the development of the disease and the incidence of plants with the micromycete *F. oxysporum*. Interspecific hybrid rootstocks from the Cucurbitaceae family increase the resistance of cucumber to fusarium wilt. Varieties and hybrids are characterized by different susceptibility to fusarium wilt. In this case, it is important to study heredity, identify molecular markers and map quantitative traits associated with disease resistance. The use of various microorganisms has been confirmed to improve soil health and reduce plant damage by *F. oxysporum*. In particular, arbuscular mycorrhizal fungi, antagonistic micromycetes from the genus *Trichoderma*, bacteria *Pseudomonas* spp., *Bacillus* spp. and others were effective. Chemical fungicides are able to inhibit the growth of the pathogen in vitro and limit the disease in field conditions. In general, an integrated approach to controlling fusarium wilt of cucumber, which is based on balanced agrotechnical techniques, immunological, biological and chemical methods, can provide effective plant protection from the disease.

Key words: fungus, *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*, agricultural technology, resistant varieties, biological and chemical control, integrated protection.

Актуальність. Огірок (*Cucumis sativus* L.) є однією з найпоширеніших овочевих культур у світі. В умовах України площі його культивування у 2024 році становили 11,4 тис. га [1]. Досить часто у виробничих умовах рослини огірка уражуються збудниками різних інфекційних хвороб [2, 3], які призводять до недобору врожаю. Однією з таких патологій є фузаріозне в'янення, викликане грибом *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* J. H. Owen. Патоген проникає в рослини через кореневу систему та швидко поширюється судинами, блокуючи поглинання води та поживних речовин і зрештою призводить до виникнення в'янення [4]. Фузаріоз огірків може призводити до значних втрат урожаю огірків [5], особливо за умов цілорічного вирощування культури. Збудник хвороби виживає у ґрунті протягом декількох років навіть за дотримання сівозміни. При цьому *F. oxysporum* адаптується до нових умов навколишнього середовища [6]. Ізоляти гриба мають різні вимоги до абіотичних факторів [7]. Висока екологічна пластичність патогену ускладнює контроль фузаріозу [8], що зумовлює необхідність застосування інтегрованого підходу.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Гриби з роду *Fusarium* Link уражують багато видів рослин, в тому числі важливі сільськогосподарські культури. Вони інфікують генеративні органи, сходи рослин, кореневу систему або стебло, викликаючи різні захворювання, які призводять до зниження врожайності та погіршення якості продукції [9].

Для зменшення шкідливості фузаріозу рослин учені досліджують методи та способи, які б ефективно контролювали хворобу. Наприклад, обробка насіння нуту тальковими формуляціями біологічних агентів – ізолятами гриба *Trichoderma asperellum* і флуоресцентними бактеріями *Pseudomonas fluorescens* спільно з фунгіцидним препаратом «Vitavax power» зменшувала ураження рослин грибом *F. oxysporum* f. sp. *ciceris* у середньому до 25,8 %, тоді як на необроблених варіантах даний показник становив 65,37 % [10]. Також встановлено, що ризобактерії *Bacillus* spp. та *Pseudomonas* spp. стимулюють ріст рослин томатів і зменшують розвиток фузаріозного в'янення [11].

Проводяться дослідження щодо ефективності контролю фузаріозу шляхом щеплення рослин томату. Наприклад, використання у якості підщеп *Solanum torvum* і *Solanum macrocarpon* забезпечило помірну чутливість рослин до *F. oxysporum* на рівні 20–40 %. Нещеплені рослини були дуже схильними до інфікування збудником фузаріозу (50–100 %) [12].

Також вчені вивчають вплив фунгіцидів на ріст і розвиток збудників захворювань. Препарати, оцінені *in vitro* проти збудника фузаріозу перцю чилі (*Fusarium oxysporum* f. sp. *capsici*) значно зменшили радіальний ріст міцелію гриба. Серед них іпродіон, 50 % в.п., тебуконазол, 25,9 % к.е. та карбендазим, 12 % + манкоцеб, 63 % в.п. проявляли ефект максимальним пригніченням росту патогену [13].

Ефективним методом контролю хвороб є виведення стійких сортів. Зокрема, встановлено, що лінія нуту KCD 11 (Kalaburagi chickpea desi) мала алель стійкості для специфічного одонуклеотидного маркера поліморфізму, пов'язаного із резистентністю до фузаріозу [14].

Мета досліджень – аналіз стану наукових розробок щодо захисту рослин огірка від фузаріозного в'янення, спричиненого *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*.

Матеріали і методи досліджень. Відбір рослин огірка, уражених фузаріозом здійснювали у виробничих умовах захищеного ґрунту, за стандартними методиками [15]. Діагностику хвороби проводили у проблемній науково-дослідній лабораторії «Мікології і фітопатології» кафедри фітопатології, застосовуючи візуальний і біологічний методи та мікроскопічний аналіз структур патогену [16]. Було проаналізовано та узагальнено наукові праці, які стосуються різних методів захисту огірка від фузаріозного в'янення.

Результати досліджень та їх обговорення. Під час обстежень рослин огірка нами виявлено різноманітні симптоми фузаріозного в'янення (рис. 1). Вони характеризувалися поступовим в'яненням листків, починаючи з нижніх. Листки набували тьмяно-зеленого відтінку та жовтіли. На поперечному зрізі стебел хворих рослин спостерігали коричневе або буре забарвлення провідних судин, особливо в нижній частині. Інфікована коренева система була темною, водянистою, розм'якшеною. Вилучені *in vitro* колонії гриба *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* були білого забарвлення, ватоподібні, повстяної текстури, іноді – з концентричними зонами росту.

Інтегроване управління хворобами поєднує агротехнічні заходи, біологічні, селекційні та хімічні методи контролю. Такий підхід дозволяє ефективно стримувати розвиток захворювань, знизити пестицидне навантаження на довкілля та забезпечити сталу продуктивність сільськогосподарських культур [17, 18].

Мінеральні добрива мають вплив на розвиток хвороб. Зокрема, зменшення кількості хімічних добрив сприяло зниженню популяції гриба *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*, оскільки збільшувалася кількість корисних бактерій роду *Pseudomonas* у ризосфері огірка, що позитивно вплинуло на ріст і розвиток рослин [19].

Результати досліджень свідчать, що рослини, які отримують нітратний азот (NO_3^-), проявляють вищу стійкість до фузаріозного в'янення порівняно з тими, які отримують амоній-іон (NH_4^+). Нітрат знижує рівень інфекції, зменшуючи виділення цитрату, який стимулює ріст патогену в ризосфері. Це дослідження підкреслює важливість азотного живлення для підвищення стійкості рослин до хвороб [20]. Нітрат-іон (NO_3^-) також стимулює підвищення стійкості рослин огірків до фузаріозного в'янення [21]. Деякі автори повідомляють про ефективність фумігації аміачним газом для контролю фузаріозного в'янення огірків [22]. Обробка аміаком значно зменшує популяцію *F. oxysporum* у ґрунті, що призводить до пригнічення хвороби у польових умовах.

З метою контролю хвороб і підвищення стійкості рослин до патогенів використовують препарати з різним механізмом індукування захисних реакцій рослин [23]. Відомо, що застосування кремнію (Si) значно покращує стійкість рослин

за рахунок зростання антиоксидантної активності та фотосинтетичної здатності огірків [24]. Зокрема, під впливом кремнію активуються ферменти, які нейтралізують активні форми кисню, знижуючи рівень оксидативного стресу. Також покращуються показники фотосинтезу, такі як швидкість фотосинтетичних реакцій і активність ключових ферментів, що допомагають рослині краще переносити інфекції. Встановлено, що цинк (Zn) та мідь (Cu) зменшували індекс в'янення. Їх внесення може зменшувати токсичність фузарінової кислоти [25].



Рис. 1. Фузаріозне в'янення огірка: різний ступінь розвитку хвороби (а); симптоми захворювання на кореневій системі та стеблі (б); культура гриба *F. oxysporum* in vitro (в)

Також встановлено, що спільне вирощування огірка з селерою впливало на ріст рослин і розвиток фузаріозного в'янення [26]. Застосування сумісного вирощування рослин як стратегії для зменшення ґрунтових патогенів підкреслює важливість агротехнічних заходів у комплексному управлінні патогенами. Інтеркропінг покращує мікробне різноманіття в ґрунті, що сприяє зниженню популяцій патогенів і, як наслідок, зменшує частоту захворювань рослин [27]. Зокрема, вирощування огірків разом із селерою стимулює розвиток корисних мікроорганізмів, які відіграють ключову роль у контролі патогенів, зокрема *F. oxysporum*. Дослідження демонструє, що зміна агротехнічних заходів може позитивно впливати на стійкість культур до хвороб.

Досліджувалася можливість прищеплення огірків на міжвидові гібридні підщепи з родини гарбузових для підвищення стійкості до фузаріозного в'янення. Більшість гібридних підщеп, за винятком *Lagenaria siceraria*, значно знижують

прояв фузаріозу. Зокрема, підщепа Leon забезпечувала найкращі параметри росту, накопичення макро- і мікроелементів та активності ферментів у рослинах [28]. В інших дослідженнях підщепа VSS-61 F₁ сприяла зменшенню ураження фузаріозом [29].

За результатами досліджень сорти та гібриди огірка характеризувалися різною сприйнятливістю до фузаріозу (табл. 1). Так, помірно стійкістю відзначалися Green cucumber, Hashim, Rocky, Cu-05, Happy, Durga, Guard HC-1, Cu-30 та Qasim [30].

Таблиця 1

Характеристика стійкості сортів і гібридів огірка до фузаріозного в'янення

Сорт/гібрид	Рівень стійкості	Автори
Jinchun 4	високостійкий	Huang B. <i>et al.</i> , 2008
Jinyan 4	чутливий	
Cuc-30, Cuc-05, Local, Rocky, Hcu-163A, Hashim, Guard HC1, Qasim, Durga, Shaheen, Happy, Green cucumber	помірно стійкий	Fareed G. <i>et al.</i> , 2017
ZN106	високостійкий	Huang X. <i>et al.</i> , 2018
ZN6	чутливий	

Кореневі екsudати різних за стійкістю сортів огірка Jinyan 4 (чутливий сорт), Jinchun 4 (стійкий сорт) і кабачка Yinnan Black мали помітний вплив на збудника фузаріозного в'янення [31]. Рівень зараження рослин, оброблених кореневим екsudатом із сорту Jinchun 4, був значно нижчим, ніж у контролі.

На вірулентність *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* впливає послідовне пасажування гриба через резистентні та сприйнятливі сорти огірка. Було представлено емпіричні докази диференціації вірулентності штаму гриба foc-3b. Вірулентність значно зростала після послідовного пасажування через стійкий сорт огірка ZN106 та слабшала через сприйнятливий сорт ZN6. Було виявлено значну позитивну кореляцію між рівнями експресії генів *snf1*, *frp1* та *chsV* та ступенем розвитку фузаріозного в'янення. Тривале культивування патогену на резистентних сортах змінює його вірулентність, що може бути корисним для розробки стратегії контролю захворювання, оскільки дає розуміння взаємодії між патогеном і рослиною-господарем, і можливість підвищення стійкості культур [32].

Дослідниками створені інбредні лінії та гібриди огірка стійкі до високих температур і фузаріозного в'янення. При цьому автори використали гетерозис як інструмент селекції для покращення цих характеристик. Було визначено, що певні гібриди демонструють значну стійкість до хвороби, зокрема за рахунок підвищення активності ферментів, таких як поліфенолоксидаза, пероксидаза та каталаза. Результати дослідження можуть бути використані для створення високопродуктивних і стійких до хвороб сортів огірка [33].

Загалом, вчені описують прогрес у вивченні генетичних механізмів стійкості до основних хвороб огірка. При цьому звертають увагу на спадковість, ідентифікацію молекулярних маркерів і картування кількісних ознак, що пов'язані зі стійкістю до захворювань [34].

Експериментами підтверджено ефективність використання різних мікроорганізмів проти *F. oxysporum* (табл. 2). Зокрема, фузаріоз обмежують арбускулярні мікоризні гриби – *Glomus mosseae* та *Glomus versiforme* [35].

Таблиця 2

Мікроорганізми-антагоністи для контролю фузаріозу

Мікроорганізми	Автори
<i>Glomus mosseae</i> , <i>G. versiforme</i>	Wang C. <i>et al.</i> , 2012
<i>Trichoderma viride</i> ., <i>Pseudomonas fluorescense</i> , <i>Purpureocillium lilacinum</i>	Patil J. <i>et al.</i> , 2017
<i>Trichoderma asperellum</i> 525, <i>T. harzianum</i> 610, <i>T. pseudokoningii</i> 886	Mei L. <i>et al.</i> , 2019
<i>Corallococcus</i> sp. (штам EGB)	Ye X. <i>et al.</i> , 2020
<i>Trichoderma koningii</i>	Matrood A. <i>et al.</i> , 2022

Високим потенціалом, як агенти біологічного контролю хвороб огірків, володіють *Trichoderma viride*, *Pseudomonas fluorescense*, *Purpureocillium lilacinum*. Їх застосовували в порошковій формі та у вигляді рідкої формуляції. Обробки сприяли зниженню інтенсивності прояву фузаріозного в'янення, покращували параметри росту рослин, а саме довжину пагонів і коренів, їх масу [36].

Штами грибів роду *Trichoderma* – *T. asperellum* 525, *T. harzianum* 610 і *T. pseudokoningii* 886 також здатні обмежувати фузаріоз. Зокрема ефективність штаму *Trichoderma* 866 становила 78,64 %, а приріст урожаю огірка досягав 33 % [37]. Гриб *Trichoderma koningii* в лабораторних умовах інгібував ріс міцелію *F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum* на понад 90 %. Також антагоніст сприяв підвищенню схожості насіння [38].

Міксобактерії *Corallococcus* sp. впливали на мікробіом ґрунту та розвиток фузаріозного в'янення огірків. Штам EGB зменшував поширення фузаріозу в теплицях на 79,6 %, а в польових умовах – на 53,9–66,0 % [39].

Досліджено вплив біоорганічного добрива (на основі *Bacillus amyloliquefaciens*) для зменшення поширення фузаріозу огірків. Високі концентрації біоорганічних добрив (BIO-10 і BIO-20) знизили захворюваність та покращили продуктивність рослин [40].

В умовах України у виробничих умовах проти фузаріозу огірка застосовують біопрепарат на основі гриба-антагоніста *Trichoderma viride* ГТ-18, з титром не менше $2,0 \times 10^9$ КУО/см³ [41].

Дослідження науковців у різних країнах вказують на здатність хімічних фунгіцидів *in vitro* інгібувати ріс гриба *F. oxysporum* та обмежувати хворобу (табл. 3). У лабораторних умовах фунгіциди ридоміл, скор, оксихлорид міді, кабріотоп та антракол пригнічували ріс міцелію гриба *F. oxysporum*. У польових – найвищу ефективність проти фузаріозу забезпечували ридоміл і скор [42]. В інших дослідженнях карбендазим, гексаконазол, а також комбінація трифлуксістробіну з тебуконазолом, також зменшували розвиток захворювання [43].

Таблиця 3

Вивчення ефективності фунгіцидів проти *F. oxysporum* (фузаріозного в'янення)

Фунгіцид (діючі речовини)	Посилання
ридоміл, в. г. (640 г/кг манкоцеб; 40 г/кг металаксил-М), скор, к.е. (250 г/л дифеноконазол)	Fareed G. <i>et al.</i> , 2015
карбендазим, гексаконазол, трифлуксістробін + тебуконазол	Sharma D. <i>et al.</i> , 2020

Варто зазначити, що в умовах України застосування засобів захисту рослин регламентується «Переліком пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні» [41]. Станом на 2024 рік дозволеними фунгіцидами на огірку проти фузаріозу є препарати на основі поєднань діючих речовин пропамокарб гідрохлорид, 530 г/л + фосетил алюмінію 310 г/л та ципродиніл, 375 г/кг + флудіоксоніл, 250 г/кг.

Висновки і перспективи. Фузаріозне в'янення огірка є однією з найбільш небезпечних хвороб огірка. Патологія характеризується мінливістю симптомів, які важливо враховувати під час діагностики. Інтегрований контроль фузаріозу ґрунтується на використанні агротехнічних заходів, біологічному, імунологічному та хімічному методах.

Збалансоване живлення зменшує ураженість рослин, а мікроелементи індукують стійкість. Міжвидові гібридні підщепи також можуть знижувати ураження рослин збудником фузаріозного в'янення. Сорти та гібриди огірка характеризуються різною сприйнятливістю до фузаріозу, що потребує вивчення спадковості, ідентифікації молекулярних маркерів і картування кількісних ознак. Мікроорганізми-антагоністи є важливими для оздоровлення ґрунту та зменшення ураження рослин грибом *F. oxysporum*. Хімічні фунгіциди проявляють інгібуючий вплив на ріст патогену *in vitro* та обмежують хворобу в польових умовах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Державна служба статистики України. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 18.05.2025).
2. Піковський М. Й., Кирик М. М. Біоекологічні особливості фітопатогенних грибів *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary і *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel: монографія. Київ: ФОП Ямчинський О.В., 2021. 278 с.
3. Kyryk M. M., Pikovskyi M. Y., Azaiki S. Diagnostic signs of diseases of vegetable crops and potato: monograph. Kyiv, 2012. 175 p.
4. Wang M. *et al.* Thermographic visualization of leaf response in cucumber plants infected with the soil-borne pathogen *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*. *Plant Physiology and Biochemistry*. 2012. Vol. 61. P. 153–161. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2012.09.015>
5. Hu J.-L. *et al.* Arbuscular Mycorrhizal Fungal Inoculation Enhances Suppression of Cucumber Fusarium Wilt in Greenhouse Soils. *Pedosphere*. 2010. Vol. 20, № 5. P. 586–593. [https://doi.org/10.1016/s1002-0160\(10\)60048-3](https://doi.org/10.1016/s1002-0160(10)60048-3)
6. Curwin A. J., Fairn G. D., McMaster C. R. Phospholipid Transfer Protein Sec14 Is Required for Trafficking from Endosomes and Regulates Distinct trans-Golgi Export Pathways. *Journal of Biological Chemistry*. 2009. Vol. 284, № 11. P. 7364–7375. <https://doi.org/10.1074/jbc.m808732200>
7. Піковський М. Й., Марковська О. Є., Дудченко В. В., Мельник В. І., Соломійчук М. П., Круковський Р. Д. Вплив поживних середовищ і температури на ріст та розвиток гриба *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* Owen – збудника фузаріозного в'янення огірка. Наукові доповіді НУБіП України. 2023. 106. 6. [https://dx.doi.org/10.31548/dopovid6\(106\).2023.001](https://dx.doi.org/10.31548/dopovid6(106).2023.001)
8. Sharma D., Shukla A. Fusarium Wilt of Cucumber – A Review. *International Journal of Economic Plants*. 2021. Vol. 8, № 4. P. 193–200. <https://doi.org/10.23910/2/2021.0423>
9. Askun T. Introductory Chapter: Fusarium: Pathogenicity, Infections, Diseases, Mycotoxins and Management. 2018. 178 p.
10. Venkataramanamma K. *et al.* Publisher Correction: Integrated disease management of Fusarium wilt (*Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris*) of chickpea. *Indian Phytopathology*. 2023. Vol. 76. P. 955–957. <https://doi.org/10.1007/s42360-023-00638-5>

11. Ajilogba C. F., Babalola O. O. Integrated Management Strategies for Tomato Fusarium Wilt. *Biocontrol Science*. 2013. Vol. 18, № 3. P. 117–127. <https://doi.org/10.4265/bio.18.117>
12. Awu J. E. *et al.* Grafting for sustainable management of Fusarium wilt disease in tomato production in Ghana. *Journal of Agriculture and Food Research*. 2023. Vol. 14. 100710. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100710>
13. Jadhao S., Ingle D. R., Wasade S. In-vitro evaluation of different fungicides and bioagents against *Fusarium oxysporum* f. sp. *capsici*. *International Journal of Advanced Biochemistry Research*. 2024. Vol. 8, № 10. P. 332–335. <https://doi.org/10.33545/26174693.2024.v8.i10e.2482>
14. Laxuman C. *et al.* Development and evaluation of Fusarium wilt-resistant and high-yielding chickpea advanced breeding line, KCD 11. *The Plant Genome*. 2024. Vol. 17, № 2. P. 1–11. <https://doi.org/10.1002/tpg2.20460>
15. Burns R. *Plant Pathology: Techniques and Protocols*. Totowa, NJ: Humana Press, 2009. 326 p.
16. Dhingra O. B., Sinclair J. B. *Basic Plant Pathology Methods*. 2nd Edition, CRC Press, Boca Raton, 1995. 434 p.
17. Hajji-Hedfi L. *et al.* Plant Diseases: Pathogenicity and integrated management overview. *Microbial Biosystems*. 2024. Vol. 9, № 2. P. 41–57. <https://doi.org/10.21608/mb.2024.307263.1134>
18. Khoury W. E., Makkouk K. Integrated plant disease management in developing countries. *Journal of Plant Pathology*. 2010. Vol. 92, № 4. P. 35–42.
19. Zhang Y. *et al.* Reducing chemical fertilizer use mitigates obstacles in intensive monocropping of cucumber: a probable role of Pseudomonads in the process. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science*. 2016. Vol. 67, № 4. P. 308–317. <https://doi.org/10.1080/09064710.2016.1271009>
20. Zhao J., Mei Z., Zhang X. *et al.* Suppression of Fusarium wilt of cucumber by ammonia gas fumigation via reduction of *Fusarium* population in the field. *Scientific Reports*. 2017. Vol. 7, № 1. <https://doi.org/10.1038/srep43103>
21. Wang M., Sun Y., Gu Z. *et al.* Nitrate Protects Cucumber Plants Against *Fusarium oxysporum* by Regulating Citrate Exudation. *Plant and Cell Physiology*. 2016. Vol. 57, № 9. P. 2001–2012. <https://doi.org/10.1093/pcp/pcw124>
22. Zhou J., Wang M., Sun Y., Gu Z., Wang R., Saydin A., Shen Q., Guo S. Nitrate Increased Cucumber Tolerance to Fusarium Wilt by Regulating Fungal Toxin Production and Distribution. *Toxins*. 2017. Vol. 9, № 3. P. 100. <https://doi.org/10.3390/toxins9030100>
23. Ковбасенко Р. В., Теслюк В. В., Шотик М. В., Ковбасенко В. М., Коломієць Ю. В., Піковський М. Й. Особливості регулювання патогенезу хвороб рослин: монографія. Київ: ФОП Ямчинський О.В., 2023. 320 с.
24. Sun S., Yang Z., Song Z. *et al.* Silicon enhances plant resistance to Fusarium wilt by promoting antioxidant potential and photosynthetic capacity in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Frontiers in Plant Science*. 2022. Vol. 13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1011859>
25. Wang R., Huang J., Liang A. *et al.* Zinc and Copper Enhance Cucumber Tolerance to Fusaric Acid by Mediating Its Distribution and Toxicity and Modifying the Antioxidant System. *International Journal of Molecular Sciences*. 2020. Vol. 21, № 9. 3370. <https://doi.org/10.3390/ijms21093370>
26. Lijin Q., Feng X., Yongsheng L. *et al.* Analysis of soil bacterial diversity under cucumber-celery intercropping and its influence on cucumber Fusarium wilt. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*. 2018. Vol. 26, № 8. P. 1180–1189. <https://doi.org/10.13930/j.cnki.cjea.180097>
27. Lijin Q., Jufeng C., Weiqiu H., Xingfu Y. Influence of cucumber-celery intercropping on growth and fusarium wilt of cucumber. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*. 2018. Vol. 26, № 5. P. 684–692. <https://doi.org/10.13930/j.cnki.cjea.170934>

28. Papadaki A. M. *et al.* Effectiveness of six rootstocks for Fusarium wilt control in cucumber, and their influence on growth, yield, and fruit quality characteristics. *Journal of Plant Pathology*. 2017. Vol. 99, № 3. P. 643–650.
29. Shalaby T. A., Taha N. A., Rakha M. T., El-Beltagi H. S., Shehata W. F., Ramadan K. M. A., El-Ramady H., Bayoumi Y. A. Can Grafting Manage Fusarium Wilt Disease of Cucumber and Increase Productivity under Heat Stress? *Plants*. 2022. Vol. 11. 1147. <https://doi.org/10.3390/plants11091147>
30. Fareed G. *et al.* Varietal Reaction of Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Germplasm for Management of Fusarium Wilt of Cucumber (FWC). *Advances in Zoology and Botany*. 2017. Vol. 5, № 1. P. 1–3. <https://doi.org/10.13189/azb.2017.050101>
31. Huang B., Xu Y., Wu Y. *et al.* Effect of root exudates of different resistant varieties of cucumber on fusarium wilt and preliminary studies on their resistance mechanism. *Frontiers of Agriculture in China*. 2008. Vol. 2, № 1. P. 61–65. <https://doi.org/10.1007/s11703-008-0005-7>
32. Huang X. *et al.* Serial passage through resistant and susceptible cucumber cultivars affects the virulence of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*. *Microbiology Open*. 2018. Vol. 8, № 2. <https://doi.org/10.1002/mbo3.641>
33. El-Houda, Nour & Reyad, A & El-sayed, Sayed & And, El-Sayed & Naguib, Samah & Azoz, Samah. Evaluation of grafting using cucurbit interspecific hybrids to control Fusarium wilt in cucumber. *Plant cell biotechnology and molecular biology*. 2021. Vol. 22. P. 50–63. <https://doi.org/10.56557/pcbmb/2021/v22i37-386486>
34. He Y. *et al.* Research Advances in Genetic Mechanisms of Major Cucumber Diseases Resistance. *Frontiers in Plant Science*. 2022. Vol. 13. 862486. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.862486>
35. Wang C., Li X., Song F. Protecting Cucumber from Fusarium Wilt with Arbuscular Mycorrhizal Fungi. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 2012. Vol. 43, № 22. P. 2851–2864. <https://doi.org/10.1080/00103624.2012.728263>
36. Patil J., Goel S., Yadav S. Bio-management of Cucumber Wilt Complex Caused by Root-knot Nematode, *Meloidogyne incognita* and *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* in Polyhouse under Protected Cultivation. *Journal of Pure and Applied Microbiology*. 2017. Vol. 11, № 4. P. 1909–1917. <https://doi.org/10.22207/jpam.11.4.31>
37. Mei L., Guang-shu M., Hua L., Xiao-lin S., Ying T., Wen-kun H., Jie M., Xi-liang J. The effects of Trichoderma on preventing cucumber fusarium wilt and regulating cucumber physiology. *Journal of Integrative Agriculture*. 2019. Vol. 18, № 3. P. 607–617. [https://doi.org/10.1016/s2095-3119\(18\)62057-x](https://doi.org/10.1016/s2095-3119(18)62057-x)
38. Matrood A. A., Rhouma A., Mohammed T. F. Control of Fusarium Wilt Disease of Cucumber Using Rhizospheric Antagonistic Fungi. *Arab Journal for Plant Protection*. 2022. Vol. 40. P. 62–69. <https://doi.org/10.22268/ajpp-040.1.062069>
39. Ye X., Li Z., Luo X. *et al.* A predatory myxobacterium controls cucumber Fusarium wilt by regulating the soil microbial community. *Microbiome*. 2020. Vol. 8, № 1. <https://doi.org/10.1186/s40168-020-00824-x>
40. Huang N., Wang W., Yao Y., Zhu F., Wang W., Chang X. The influence of different concentrations of bio-organic fertilizer on cucumber Fusarium wilt and soil microflora alterations. *Plos One*. 2017. Vol. 12, № 2. e0171490. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171490>
41. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. Київ: Юніверс Медіа, 2024. 1040 с.
42. Fareed G., Atiq M., Abbas M., Usman M., Abbas G., Hayat K. In Vitro and in Vivo Management of Fusarium Wilt of Cucumber (FWC) Through Various Chemicals. *Advances in Zoology and Botany*. 2015. Vol. 3, № 4. P. 169–174. <https://doi.org/10.13189/azb.2015.030401>
43. Sharma D. *et al.* Efficacy of fungicides in management of Fusarium wilt of cucumber. *Plant disease research*. 2020. Vol. 35, № 2. P. 132–136. <https://doi.org/10.5958/2249-8788.2020.00027.x>

УДК 632:631.51:633 (292.485)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.20>

УПРАВЛІННЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ КОМАХ-ФІТОФАГІВ У АГРОЦЕНОЗАХ ЗА NO-TILL У ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Кукса С.О. – аспірант кафедри ентомології, інтегрованого захисту
та карантину рослин,

Національний університет біоресурсів і природокористування України
orcid.org/0009-0008-0551-9262

Глобалізація із масштабним впровадженням у виробництво сучасних технологій вирощування польових культур із високопродуктивними генетичними формами та особливими механізмами стійкості свідчать про актуальність контрольованих антропогенних чинників, що сприяють розмноженню комах-фітофагів, зокрема лучного метелика (*LOXOSTEGE STICTICALIS*). Так, під впливом комплексу досліджуваних чинників із аналізом та моделюванням розвитку розмноження і поширення комах-фітофагів досягається вирішення завдань щодо контролю фітофагів за короткоротаційних сівозмін. Матеріали спостережень дозволяють формувати національні досягнення щодо сталого розвитку агроценозів і формуванню високого урожаю зернових та інших культур за ресурсоощадного вирощування і захисту рослин. Відмічено, що моніторинг фітофагів із оцінкою впливу погодно-кліматичних змін особливо за потепління потребує обґрунтованого і прогресивного ведення сільськогосподарської діяльності, зокрема у виявленні та попередженні шкідливості лучного метелика за умов функціонування рослинницької галузі, ринкових систем взаємовідносин, а також моделювання цих змін за викликами сьогодення. Відмічено, що постійно зростаюча загроза, яку супроводжує цей вид, потребує своєчасного виявлення, а також науково-обґрунтованого рішення для фітосанітарної і екологічної безпеки із запобіганням поширення фітофага та усунення його негативного впливу.

У 2022–2024 рр. проведена науково-методичне оцінювання особливостей біології, поширення та заходів контролю посівів польових культур від лучного метелика. Уточнено таксономічно-типологічний показник із аналізом комплексу видів фітофагів, що формують сучасні структури досліджених видів в агроценозах. Визначено особливості життєздатності даного виду за нової стратегії розвитку систем захисту рослин із оцінкою факторів, що впливають на міграцію і шкідливість фітофага у часі та просторі. На новому етапі формування короткоротаційних польових сівозмін встановлена сезонна динаміка міграції фітофага і поглиблені окремі закономірності щодо шкідливості гусениці та їх вплив на толерантності культурних рослин, зокрема до посухи із формами і системами ведення землеробства у низьковуглецевих процесах вирощування. Відмічено, що значні локальні пошкодження фітофагом культурних рослин доцільно прогнозувати, як основу інтегрованих систем захисту рослин із оцінкою потенціалу генетичної стійкості і чутливості культурних рослин до пошкоджень на перших етапах органогенезу за комплексу абіотичних, біотичних і антропічних чинників.

Ключові слова: лучний метелик, фітофаги, заходи контролю, агроценози, короткоротаційні сівозміни.

Kuksa S.O. Management of phytophagous insect abundance in no-till agroecosystems in the Forest-Steppe of Ukraine

Globalization, along with the widespread implementation of modern crop production technologies that involve high-yield genetic forms and specific resistance mechanisms, highlights the relevance of controlled anthropogenic factors that contribute to the reproduction of phytophagous insects, particularly the meadow moth (*Loxostege sticticalis*). The influence of a range of studied factors, along with analysis and modeling of the development, reproduction, and spread of phytophagous insects, allows for the effective control of these pests in short-rotation crop rotations. Observation data provide a foundation for national achievements in the sustainable development of agroecosystems and the formation of high yields of grains and other crops under resource-efficient cultivation and plant protection methods. It has been noted that

pest monitoring—especially when evaluating the impact of weather and climate changes under warming conditions—requires a well-founded and progressive approach to agricultural practices. This is particularly important for detecting and preventing the harmful impact of the meadow moth in the context of crop production, market systems, and the modeling of such changes in response to modern challenges. The ever-increasing threat posed by this species requires timely detection and scientifically based decisions to ensure phytosanitary and ecological safety, aiming to prevent the spread of the pest and eliminate its negative impact.

In 2022–2024, scientific and methodological assessments were conducted regarding the biology, distribution, and control measures for the meadow moth in field crop sowings. The taxonomic and typological indicators were refined through analysis of the complex of phytophagous species that shape the modern structures of the studied species in agrocenoses. The viability characteristics of this species were determined under a new strategy for the development of plant protection systems, with an evaluation of factors influencing the migration and harmfulness of the pest across time and space. At a new stage in the formation of short-rotation field crop systems, the seasonal dynamics of pest migration were established, and specific patterns regarding the harmfulness of larvae and their impact on the drought tolerance of cultivated plants were studied. This includes forms and systems of farming within low-carbon cultivation processes.

It was noted that significant local damage caused by the pest to cultivated plants should be forecasted as a basis for integrated plant protection systems. These should include assessments of the genetic resistance potential and sensitivity of crops to damage at early stages of organogenesis under the influence of abiotic, biotic, and anthropogenic factors.

Key words: *loxostege sticticalis, phytophages, control measures, agrocenoses, short-rotation crop rotations.*

Актуальність. У Лісостепу України встановлено, що зі змінами екологічного фону агробіоценозів значно зросла потреба в ефективності застосовуваних засобів та методів захисту рослин від комах-фітофагів.

При цьому за нових форм землекористування виникла гостра потреба в обґрунтуванні та доповненні матеріалів, що стосуються комплексної оцінки фітосанітарної ситуації, розуміння фітотоксикологічних процесів, які відбуваються в посівах сільськогосподарських культур за короткочасних сівозмін. Нагальним є проведення діагностики та моніторингу розвитку і розмноження шкідливих організмів, що є обов'язковою умовою для удосконалення систем захисту, в яких і надалі істотна роль належить хімічним засобам регулювання чисельності комах фітофагів. Особливо багатодіних видів, зокрема лучного метелика (*LOXOSTEGE STICTICALIS*).

Встановлено, що урожайність культур і продуктивність сівозмін залежить від контролю сезонних та багаторічних показників стійкості і формування популяцій шкідливих організмів за прогнозованої взаємодії низки різних чинників: обробітку ґрунту, сорту і гібриду, вносу поживних речовин попередниками, співвідношення основної та нетоварної продукції, кількість і якість рослинних решток малоцінної частини врожаю. Відмічено, що склад та структурні запаси рухомих біогенних елементів, співвідношення азоту до вуглецю, біологічна активність ґрунту, агрофізичні його властивості, фітосанітарний стан за No-till системно і стійко оптимізується у порівнянні із іншими технологіями. Підтверджено, що ці чинники тісно пов'язані між собою та впливають на врожайність вирощуваних культур із встановленим синергізмом, що значною мірою залежить від специфіки гідротермічних умов та рівнів біологізації угідь. Але у зв'язку зі стрімкими кліматичними змінами в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України стійкість структури біорізноманіття вірогідно змінюється. Так, за таких умов у посівах соняшнику та інших польових культур механізми саморегуляції комах високоєфективно проявляються у період формування генеративних органів, ця закономірність у динаміці сезонних і багаторічних змін визначена як предиктор прогнозу, що доцільно

використовувати за нейронових мереж із оцінкою життєздатності домінуючих видів фітофагів у часі та просторі.

За короткоротаційних сівозмін актуальними виявились заходи щодо контролю спеціалізованих видів фітофагів, зокрема за обробки насіннєвого матеріалу комплексом біологічно-спрямованих з метою знищення зовнішньої чи внутрішньої інфекції рослин (спор або міцелію грибів, бактерій тощо), а також регулюванню фітофагів, особливо видів, що заселяють сходи кукурудзи, соняшнику та інших просапних культур при ресурсощадних, вологозберігаючих системах.

Методика досліджень. Методика обліку комах проведена за специфічними формами оцінки ґрунтових та тих видів, які живуть на рослинах чи всередині рослинних тканин. Залежно від біології шкідника на різних стадіях його розвитку застосовували єдині методи обліку.

Так, обліки ґрунтових шкідників проводили у різні способи залежно від того, живуть вони в ґрунті, ґрунтовій підстилці чи на поверхні ґрунту, як з урахуванням сучасних систем обробітку ґрунту, так і внесення оптимальної кількості добрив та засобів захисту рослин [1].

При цьому глибокі ґрунтові проби (до 65 см, іноді до 1 м) застосовували для виявлення деяких пластинчастовусих жуків (особливо личинок хрущів), личинок сірого бурякового довгоносика, деяких трипів та інших шкідників, що живуть у глибоких шарах ґрунту.

При вибиранні шкідників із ґрунту руками найчастіше закладали квадратні проби розміром у 0,25 м² (50x50 см).

Із кожної проби ґрунт видаляли пошарово: перший шар – глибиною 5 см, кожен наступний – 10 см. При використанні методу промивання всі шари брали по 5 см. Комах вибирали, підраховували і визначали окремо для кожного шару.

Майданчики на ділянці розташовувались рівномірно для того, щоб обстежувати край і середину ділянки. Найчастіше проби розміщали на обстежуваній ділянці по діагоналі.

Кількість ґрунтових проб залежала від характеру обстеження, від обстежуваного об'єкта і від величини ділянки. Так, на ділянках площею до 50 га – 8 проб, від 51 до 100 га – 12 проб, понад 100 га – 16. Кількість проб залежить також від чисельності шкідників і від рівномірності заселення ними ґрунту ділянки. Так, якщо шкідники зустрічались окремими вогнищами, необхідно закладати більше ґрунтових проб. Якщо ж шкідники зустрічались у великих кількостях і розподілялися по ділянці рівномірно, то зменшували число ґрунтових проб. Першу пробу викопують на відстані 20 м від краю поля.

Проводили сезонні обстеження проводили восени для визначення зимуючого запасу шкідників, навесні для встановлення їхнього стану після перезимівлі, перед початком активного життя.

Вибирали шкідників із ґрунтових проб руками та методами просіювання і промивання.

У роки спостережень із проявом посухи спостерігалася порівняно висока до 82,7% ефективність протруєння насіння системними інсектицидами, які сприяли токсикації сходів рослин проти шкідників, що пошкоджують проростки насіння та рослини на ранніх фазах їх розвитку. Однак, як фунгіциди, так і інсектициди виявились ефективними за систем із застосуванням сумісно з мікроелементами, а також при композиції із внесенням рідкого азотного добрива КАС, 32%.

Останній впливав на живлення як фітофагів, так і виживання хижих видів комах. Доцільно відмітити, що більшість виявлених хижих видів жувелиць

потребує білкового корму на стадії личинки та імаго. При цьому жужелиці відроджувалися статевонезрілими. Однак життєздатність і плодючість їх залежать від ступеня сезонного рівня корму і потреб основних стадій розвитку. Підтверджена залежність плодючості самиць від кормового режиму личинок і жуків встановлена для 7-крапкового сонечка. Самиці красотила при живленні великими гусеницями відкладали до 530 яєць і не дозрівали при живленні тільки дрібними гусеницями, що доцільно урахувати за новітніх технологій контролю комплексу видів комах-фітофагів.

Уточнена особливість відкладання самицями жужелиць яєць за нажировуючого періоду, який пов'язаний з нагромадженням в організмі поживних резервів для підтримки фізіологічного стану під час зимівлі.

Доцільно відмітити, що при додатковому живленні і відкладанні яєць кількість жиру протягом сезону не знижується нижче 25%. Однак, його запас збільшується до 45% у жуків, які підготувалися до зимівлі. У кокцинеллід протягом життя кількість поживних речовин на досить високому рівні.

Набули додаткового обґрунтування положення щодо впливу змін і коливань погоди у сирфід і галиць та відкладання яєць самицями в колонії попелиць, при яких личинки забезпечені достатньою кількістю корму.

Відмічено, що хижі комахи надто прожерливі [2, 4, 5]. У сучасних сівозмінах потреба у великій кількості корму пов'язана з тим, що живлення забезпечує процеси росту, розвитку й статевого дозрівання для комах. Крім того, живлення постійно поповнює енергетичні ресурси в організмі хижака у зв'язку з інтенсивною витратою ним енергії на пошук жертви, подолання її опору й інші процеси життєдіяльності. Ці особливості доцільно застосовувати як предиктори прогнозу розмноження фітофагів за No-till.

Заслугує на увагу тип пристосування активних стадій комах до хижацтва із виділенням наступних груп: види, які є хижаками тільки в дорослій фазі; види, які є хижаками тільки в личинковій стадії; види, що хижачать в личинковій і імагінальній стадіях [1, 3, 5], як основи регулювання чисельності фітофагів на видовому і популяційному рівнях.

Так, перша група – переважно багатодні види. Більшість із них відкладає яйця поза жертвою. До цієї групи належать скорпіонові мухи й жуки стафілінід (рід *Aleochara*), для яких білкова їжа необхідна для статевого дозрівання.

Це мурахи й оси, яким властиві складні інстинкти турботи за потомством. Дорослі мурахи живляться комахами й солодкими виділеннями попелиць (*Aphidoidea*), а оси – нектаром квіток і поглинають деяку кількість комах, що роздрібнюються.

Друга група – переважно хижі мухи-сирфіди (*Syrphidae*), галиці (*Cecidomyidae*) і деякі сітчастокрили – золотоочки звичайна (*Chrisopa carnea* Steph.), та інші. Дорослі сирфіди й золотоочки живляться нектаром і пилом рослин. Для галиць типова афагія. Мухи відкладають яйця в місця скупчення жертви – майбутнього корму для їх личинок. Золотоочки відкладають яйця поза колоніями жертви, і їх личинки самі відшуковують собі корм, що доцільно формувати за вологозберігаючих No-till у польових сівозмінах і мікрозаповідниках.

Третя група – найбільш чисельна й різноманітна за своєю кормовою спеціалізацією й способом життя. Деякі із них розрізняються кормовими режимами й стаціями перебування в личинковій і імагінальній стадіях. Так, личинки бабок живуть у водоймах і живляться личинками комарів (*Diptera*), одноденок (*Ephemeroptera*) і інших організмів. Дорослі бабки – повітряні мисливці й ловлять свою здобич на льоту [1, 2, 3].

Найбільш численні комахи-хижаки, у яких імаго й личинки мають подібні кормові зв'язки. Хоч і харчуються вони широким колом членистоногих, але в багатьох із них чітко визначені харчові зв'язки з певними таксономічними групами комах. Так, більшість комах родини сітчастокрилих (Neuroptera) віддає перевагу сисним комахам [3, 5, 6].

Заслугує особливої уваги кокцинелід (Coccinellidae), які живляться попелицями. Це в основному екологічно пластичні види сонечка: 7-крапкове (*Coccinella septempunctata* L.) мінливе (*Coccinella divarigata* Aol.), 2-крапкове (*Adalia bipunctata* L.), пропілеа (*Propilaea quatuordecimpunctata* L.) й багато ін. Вони відкладають яйця групами на рослини за межами від господаря. Їхні личинки в пошуках корму здатні мігрувати на значні відстані [1, 3, 5].

За No-till і змін погоди жужелиці характеризуються великою складністю в трофічному відношенні, як облігатні хижаки. Види *Calosoma* і *Carabus* – віддають перевагу комахам і головним чином гусеницям і лялечкам метеликів, *Bembidion*, *Agonum*, *Calathus*, живляться попелицями, дрібними гусеницями метеликів, личинками і яйцями різних комах. Види родини *Pterostichus* переважно хижі жужелиці й живляться комахами із різних родин. Більш широка поліфагія властива жужелицям родин *Orphonus* і *Harpalus*, які живляться тваринною й рослинною кормовою групою. Із них багато видів – мешканці польових стацій, а такі види, як малий красотіл (*Carabidae*), типові для лісових біоценозів. Життя імаго і особливо личинок у більшості видів цих комах пов'язане із ґрунтом, що свідчить про важливість No-till і mini-till для створення умов розмноження цих видів [2, 4, 5].

Доцільно відмітити, що за сучасних ресурсощадних технологій прогресивним є показник сільського господарства, який становить до 20% загального обсягу викидів парникових газів, включаючи 50% викидів метану, 75% – азоту, 5% – вуглекислого газу. Додатково 14–15% загальних обсягів викидів припадає на зміни при використанні земель сільськогосподарського призначення. У Національному кадастрі антропогенних викидів парникових газів зазначено, що найбільші втрати CO₂ припадають на землі сільськогосподарського призначення. Однак покращення практики ведення землеробства не завжди може привести до зменшення умісту вуглекислого газу в атмосфері, викликаного господарською діяльністю людини із моделюванням змін у структурі і чисельності комах-фітофагів, а також сучасних механізмів самоуправління ентомокомплексами агроценозів.

При цьому доцільно відмітити, що з одного боку, основою для зв'язування CO₂ є збільшення виходу рослинницької продукції, а з іншого інтенсивний обробіток, надмірне внесення мінеральних добрив призводить до зростання мінералізації гумусу ґрунту та частини побічної продукції, які не залучаються до гуміфікації, що супроводжується надмірним викидом оксиду карбону в атмосферу, кількість якого перевищує депонування СОг в продукції і гумусі ці динамічні зміни впливають на життєздатність фітофагів і їх шкідливість динаміки- контролю їх ентомофагами за No-till та інших систем.

Відмічено, що між атмосферою і наземними агроекосистемами переміщуються великі обсяги CO₂, перш за все через фотосинтез і дихання. Антропогенна діяльність (знеліснення, внесення добрив, проведення меліорацій, лісозаготівля тощо) впливає на різні зміни в агроекосистемах, у тому числі і на потоки парникових газів – фотосинтез, відмирання та розкладання біомаси, формування органічної речовини ґрунту. Однак за інтенсивного землеробства проходить деградація ґрунтів, у тому числі їхня дегуміфікація, що спостерігається в останні десятиліття [22] та призводить до мінералізації гумусу із змінами середовища та ареалів хижих

видів членистоногих. За окультурення ґрунтів, навпаки, відбувається накопичення умісту та запасів гумусу за рахунок депонування CO_2 біомасою побічної продукції, закріпленням вуглецю з внесеної побічної біомаси продукції рослинництва як головного лінцюга у трофічних зв'язках із фітофагами та хижими видами членистоногих. Це також доцільно враховувати у моделях прогнозу сезонної і багаторічної динаміки чисельності фітофагів і комплексу корисних видів комах.

Отже, встановлення тісних зв'язків між продуктивністю, енергетичною ефективністю та показниками обігу оксиду карбону при вирощуванні продукції рослинництва дозволяє побудувати регіональну модель оцінки якісних змін як у сівозміні, так і ентомокомплексів агроценозів. В основу розробленої моделі покладено розрахунок квантильних значень параметрів, які наділені певною ємністю і мають стабільні значення, які є незмінними при нових періодах спостережень. Квантильні значення параметрів проявляються з вірогідністю прояву 50% ($L_{0,25}-L_{0,75}$) – нормований типовий розмах та 10% рівень прояву ($L_{0,1}$ та $L_{0,90}$): нетипові відхилення та медіанне значення ($L_{0,50}$). Інтервал типових значень параметрів відповідає нормованому стану землеробства, а нетипові відхилення є біфуркаційними станами, як за високого значення параметрів, так і за низкого. Це також є обґрунтованими чинниками, які впливають на трофічні зв'язки і фенологію розвитку лучного метелика та інших видів членистоногих із прогнозуванням чисельності комах на видовому та популяційному рівнях (рис. 1, 2).

Стадія розвитку	Квітень			Травень			Червень			Липень			Серпень			Вересень		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Метелик																		
Яйце																		
Гусениця																		
Лялечка																		
Метелик																		
Яйце																		
Гусениця																		
Лялечка																		
Метелик																		
Яйце																		
Гусениця																		

Рис. 1. Фенологія розвитку лучного метелика

Заслуговує на увагу сезонна і багаторічна динаміка чисельності лучного метелика із виділеними періодами спалаху шкідливості даного виду у регіоні досліджень.

За результатами досліджень уточнені положення щодо формування будь-якого природного біоценозу відбувається в результаті боротьби за існування й природного добору, який веде його до фундаментальної якості стійкості, основою якої є різноманіття екологічного складу, спільного існування в ньому найрізноманітніших, стосовно природно-кліматичних факторів, членистоногих. Як цілісна й самодостатня система, він здійснює продуктивний процес на протязі всього вегетаційного періоду безперервно, використовуючи при цьому найбільш повно й економно ресурси тепла, вологи й кормових елементів.

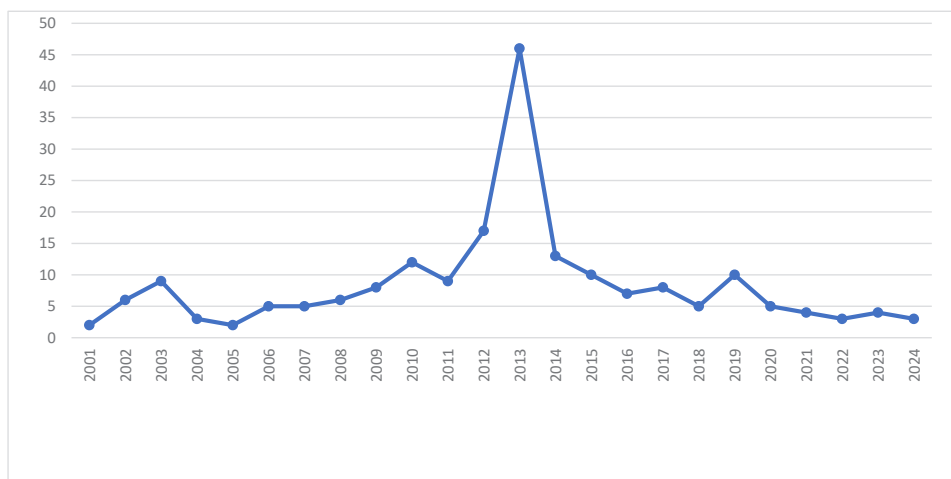


Рис. 2. Динаміка заселеності сільськогосподарських угідь зимуючими гусеницями

Таблиця 1

Ресурсоощадна технологія захисту посівів соняшнику від лучного метелика та інших шкідливих організмів

№	Операція	Строк виконання	Препарат	Витрати на 1 га, кг (л)	Ефективність, %
1	Обприскування	Сер.	Раундап (сіль гліфосату)	2,5+5,0	99,0
			+Аміачна селітра		
2	Обприскування	Жов.	КАС, 32 (для мінералізації поживних решток)	30	92,0
3	Внесення добрив	Кві.	Нітроамофоска або Амофос (під час посіву) (по діагностиці)	60,0	90,0
				або 40,0	
4	Внесення добрив перед посівом	Кві.	КАС, 32	80,0	82,3
5	Внесення ґрунтового гербіциду	Кві.	Стомб (Пендиметалин 330 г/л)	4,0	91,0
6	Обприскування (гербіцид)	Кві.–Тра.	Геліантекс (галауксифен-метил, 68,5 г/л)	0,045	98,0
7	Обприскування (гербіцид)	Кві.–Тра.	Квін Стар Макс (хізалофоп-П-етил, 125 г/л) по діагностиці	1,2	99,3
8	Підживлення обприскування	Тра.–Чер.	Helmix Бор актив + КАС, 32 + (фунгіцид по діагностиці) Вантекс (гамма-цигалотрин, 60 г/л) + Helmix соняшник (4–6 листків)	1,0+5,0 + 0,1+2,0	97,0

При цьому агроценоз є монодомінантним, і, більше того, односортовим угрупованням. Стан такої системи регулює, в першу чергу, людина, діяльність якої направлена на підвищення врожаю. При цьому, доля антропогенної енергії, яка акумулюється в урожаї, складає лише 5–10%. До того ж в агроценозах з урожаєм відчужується 50–60% органічної речовини й 50–80% азоту. Саме ця від’ємна декомпенсація призводить до значних сучасних наслідків у загальній системі кругообігу речовин в агроценозах і є надзвичайно проблемною як для людини, так і для природного середовища взагалі та стійкості механізмів саморегуляції ентомокомплексів агроценозів за No-till.

Висновки. Структура сучасних ентомологічних комплексів агроценозів визначається характером рослинного покриття, системами вирощуваної культури, біотичними та абіотичними чинниками. Закономірності функціонування ентомокомплексів за агроценозів прогнозуються із урахуванням сезонної та багаторічної динаміки чисельності видів, життєздатності їх за антропічного регулювання і ареалів популяцій при прогнозованих системних значень як основи контролю комах-фітофагів польових культур вцілому.

Структура короткоротаційних польових сівозмін впливає на розвиток, розмноження і поширення лучного метелика та інших фітофагів, що доцільно урахувати за No-till і альтернативних систем удобрення при застосуванні рідкого азотного добрива КАС 32. За фенологічною оцінкою і аналізу динаміки розмноження уточнені періоди спалаху і діпаузи лучного метелика. Формування ентомологічного комплексу порівняно інтенсивно проходить за сприятливих років, що доцільно прогнозувати за сучасними моделями із використанням абіотичних, біотичних і антропічних показників. Це сприяє високоефективному поєднанню заходів профілактичного спрямування із оптимізацією шкідливості фітофагів за механізмами саморегуляції в районі спостережень.

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. Формування механізмів саморегуляції ентомокомплексів агроценозів за сучасних фітотоксичних навантажень і глобальних змін клімату в Україні. Захист і карантин рослин у ХХІ столітті: проблеми і перспективи. Матеріали ІІ 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.
6. 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 ХХІ столітті: проблеми і перспективи. Матеріали ІІ 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.

7. Доля М.М., Мороз С.Ю., Кострич Д.В. Фітотоксичний стан коректоротацийних польових сівозмін і сучасні перспективи їх післявоєнного відновлення в Україні. Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур: матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів (с. Центральне, 19 квітня 2024 р.) / НААН, МПП ім. В. М. Ремесла, М-во аграр. політики та прод. України. 2024. 66 с.

УДК 004.9: 528.88: 633

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.21>

UKRAINE CROP PRODUCTION MAP – ІНТЕРАКТИВНА КАРТА ПРОДУКТИВНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ТА АНАЛІТИЧНОЇ ОЦІНКИ АГРОЕКОЛОГІЧНИХ УМОВ УКРАЇНИ

Лиховид П.В. – д.с.-г.н., п.н.с.,

відділ зрошуваного землеробства та декарбонізації агроєкосистем,

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства землеробства

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0000-0002-0314-7644

Вожегова Р.А. – д.с.-г.н., професор,

академік Національної академії аграрних наук України,

директор,

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0000-0002-3895-5633

Грановська Л.М. – д.е.н., професор, член-кореспондент

Національної академії аграрних наук України,

завідувач відділу зрошуваного землеробства та декарбонізації агроєкосистем,

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0000-0001-7021-3093

Чабан В.О. – д.с.-г.н.,

професор кафедри безпеки життєдіяльності та професійно-прикладної

фізичної підготовки,

Херсонська державна морська академія

orcid.org/0000-0003-0900-2128

Біднина І.О. – к.с.-г.н., с.н.с.,

вчений секретар,

Інститут водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0000-0001-8351-2519

Ukraine Crop Production Map – інтерактивна електронна карта, що поєднує в собі функціонал бази даних дистанційного зондування (а саме вегетаційні індекси), відомостей про врожайність основних сільськогосподарських культур в Україні, а також можливості різнобічного аналізу наявних у базі даних для побудови моделей, оцінки взаємозв'язків, прогнозування продуктивності агроєкосистем і агроєкологічних умов за даними аерокосмічного моніторингу, тощо. Інтерактивна електронна карта розроблена із використанням наборів даних дистанційного зондування Землі, одержаних і картованих за допомогою авторського JavaScript запиту в системі Google Earth Engine. Дані щодо відповідних індексів розраховано на платформі Google Earth Engine за супутниковими знімками із наступних джерел: NDMI – MODIS/006/MOD09A1; NDVI, NDWI, EVI and NRI – MODIS/061/MOD09GA. Супутникові зображення мали роздільну здатність 500 м. Індекс агроєкологічного районування AEZI було розраховано за авторською методикою із залученням індексів NDVI, NDWI та NRI. Дані щодо врожайності основних сільськогосподарських культур отримано з офіційних статистичних джерел. Карту розроблено із використанням стандартних технологій веб-розробки, а саме HTML5, CSS3, JavaScript із залученням відповідних бібліотек і модулів. Крім власне представлення даних, карта має функціонал статистичної оцінки даних за такими алгоритмами як кореляційна матриця,

тренд тест за Манн-Кендалом, регресійне моделювання, прогнозування часових рядів за методами ковзного середнього та експоненційного згладжування, тощо. Розроблена інтерактивна електронна карта не має аналогів в Україні, надає потужний інструментарій для виконання аналітико-синтетичної роботи в галузі оцінки продуктивності сільськогосподарських культур залежно від величини різних вегетаційних індексів, створює платформу для тісної інтеграції статистичних відомостей, дистанційного зондування, програмування та геоінформаційних технологій в агроєкології. До переваг Ukraine Crop production Map варто віднести не тільки унікальний функціонал, але й інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, адаптивний до різних операційних систем, веб-браузерів та розмірів дисплеїв, інтеграцію багатомовного перекладу на платформі Google та наявність деталізованого глосарію, що містить теоретичний мінімум для ефективного використання карти та розуміння її функціональних можливостей.

Ключові слова: вегетаційні індекси, екологічні умови, інформатизація, математична статистика, прогнозування, супутниковий моніторинг.

Lykhovyd P.V., Vozhehova R.A., Hranovska L.M., Chaban V.O., Bidnyna I.O. Ukraine Crop Production Map – an interactive map of crop productivity and analytical evaluation of agroecological conditions of Ukraine

The Ukraine Crop Production Map is an interactive electronic map that integrates the functionality of a remote sensing database, specifically vegetation indices, with information on the yield of major agricultural crops in Ukraine. It also enables multifaceted analysis of the available data for constructing models, evaluating relationships, forecasting agroecosystem productivity and agroecological conditions based on aerospace monitoring data, and more. The interactive electronic map was developed using Earth remote sensing datasets, obtained and mapped through a custom JavaScript query in the Google Earth Engine system. The data for the respective indices were calculated on the Google Earth Engine platform using satellite images from the following sources: NDMI from MODIS/006/MOD09A1; NDVI, NDWI, EVI, and NRI from MODIS/061/MOD09GA. The satellite images have a resolution of 500 meters. The agroecological zoning index (AEZI) was calculated using an original method involving the NDVI, NDWI, and NRI indices. Data on the yield of major agricultural crops were obtained from official statistical sources. The map was developed using standard web development technologies, namely HTML5, CSS3, and JavaScript, with the inclusion of relevant libraries and modules. In addition to presenting the data, the map offers functionalities for statistical evaluation of data using algorithms such as correlation matrix, Mann-Kendall trend test, regression modeling, time series forecasting using moving average and exponential smoothing methods, and more. The developed interactive electronic map has no analogs in Ukraine and provides a powerful toolkit for performing analytical and synthetic work in the field of assessing agricultural crop productivity based on various vegetation indices. It creates a platform for the close integration of statistical data, remote sensing, programming, and geoinformation technologies in agroecology. The advantages of the Ukraine Crop Production Map include not only its unique functionality but also an intuitive interface adaptable to different operating systems, web browsers, and screen sizes, integration of multilingual translation via the Google platform, and the presence of a detailed glossary that provides the theoretical minimum for effective use of the map and understanding its functional capabilities.

Key words: vegetation indices, ecological conditions, informatization, mathematical statistics, forecasting, satellite monitoring.

Постановка проблеми. В період бурхливого розвитку геоінформаційних технологій і систем, розробка комплексних інтерактивних карт продуктивності сільськогосподарських культур з використанням даних дистанційного зондування є актуальним завданням сучасної аграрної науки. Такі карти надають науково цінну, оперативну, динамічну і просторово деталізовану інформацію для моніторингу посівів, прогнозування врожайності та управління земельними ресурсами, підтримуючи продовольчу безпеку і розвиток сільського господарства на принципах сталого розвитку.

Інтеграція реальних даних, зібраних у польових умовах, із даними супутникового моніторингу є основою вирішення проблеми розробки сучасних інтерактивних

електронних карт. Карти продуктивності сільськогосподарських культур на основі даних дистанційного зондування Землі широко використовуються для моніторингу росту і розвитку сільськогосподарських культур, прогнозування їх врожайності та прийняття оперативних і стратегічних управлінських рішень у сферах управління агроєкосистемами та продовольчою політикою. Вони допомагають вирішувати такі проблеми, як динамічний моніторинг змін клімату та їх вплив на агрофітоценози, наявність та використання земельних і водних ресурсів, уможливорюючи ефективне сільськогосподарське планування та оцінку ризиків у агросфері [4, 5].

Останні науково-технічні розробки поєднують супутникові дані з різних джерел (наприклад, сенсорів та сателітів MODIS, Landsat, Sentinel) з методами машинного та глибокого навчання для підвищення точності та масштабованості картографування посівів та оцінки врожайності. Ці методи можуть забезпечити надійні оцінки з високою роздільною здатністю і майже в реальному часі на великих територіях [9]. Хмарні платформи, такі як Google Earth Engine, полегшують великомасштабне інтерактивне картографування посівів, зменшуючи обчислювальне навантаження та дозволяючи інтегрувати різні джерела даних [8].

В сучасних умовах розробка інтерактивної карти продуктивності сільськогосподарських культур із інтеграцією даних аерокосмічного моніторингу є надзвичайно актуальним напрямом аграрної науки. Така карта дозволить оперативно отримувати просторово деталізовану інформацію про стан посівів, що сприяє ефективному моніторингу, прогнозуванню врожайності та прийняттю обґрунтованих управлінських рішень.

Таким чином, актуальність розробки зумовлена необхідністю забезпечення продовольчої безпеки та раціонального управління агроресурсами в умовах кліматичних змін; поєднання супутникових вегетаційних індексів (NDVI, EVI, NDMI тощо) із фактичними даними про врожайність для підвищення точності оцінок і прогнозів; створення інструменту для сталого сільськогосподарського планування на регіональному та національному рівнях [1, 7].

Таким чином, розробка інтерактивної карти продуктивності сільськогосподарських культур в Україні є важливим кроком до підвищення ефективності агро-виробництва, адаптації до змін клімату та впровадження принципів сталого розвитку у сфері агрополітики.

Постановка завдання. Завданням даного дослідження було розробити інтерактивну електронну карту продуктивності основних сільськогосподарських культур в Україні за інтеграції даних щодо супутникових вегетаційних індексів та методів математичної статистики та машинного навчання для поглибленого аналізу продуктивності агроєкосистем.

Виклад основного матеріалу дослідження. Реалізація поставленого завдання була здійснена шляхом створення комплексного інтерактивного веб-додатку – карти Ukraine Crop Production Map – який поєднує картографічні елементи із широким функціоналом для аналітичної обробки даних. Розроблений ресурс забезпечує не лише візуалізацію продуктивності сільськогосподарських культур, а й інтегрує інструментарій для отримання довідкової інформації, виконання математико-статистичних розрахунків, побудови регресійних моделей та здійснення коротко- і довгострокових прогнозів із залученням даних дистанційного зондування Землі.

Інтерактивну карту створено з використанням супутникових даних, оброблених за допомогою авторського запиту на платформі Google Earth Engine. Зокрема, розрахунок індексів проводиться на основі зображень з таких джерел: NDMI – MODIS/006/MOD09A1; NDVI, NDWI, EVI, NRI – MODIS/061/

MOD09GA. Просторова роздільна здатність знімків становила 500 м. Вегетаційні індекси розраховували всередині скрипту за міжнародно визнаними методиками [13]. Індекс AEZI (Agro-Ecological Zoning Index) розраховано за авторською методикою із застосуванням індексів NDVI, NDWI та NRI [14]. Дані щодо врожайності основних сільськогосподарських культур було отримано з офіційних статистичних джерел – статистичних щорічників України.

Технічна реалізація веб-додатку здійснена з використанням стандартного стеку веб-технологій: HTML5, CSS3, JavaScript, а також бібліотек для обробки даних і візуалізації, зокрема D3.js, Leaflet.js, Chart.js, math.js та PapaParse.js.

Функціональні можливості карти включають інструменти математико-статистичного аналізу, зокрема:

- 1) Побудову кореляційної матриці, що дозволяє оцінити ступінь взаємозв'язку між вегетаційними індексами та продуктивністю культур на основі коефіцієнта кореляції Пірсона [12].

- 2) Трендовий аналіз із використанням непараметричного критерію Манна-Кендалла для виявлення наявності статистично значущих тенденцій у часових рядах [6, 10].

- 3) Побудову регресійних моделей, зокрема методів лінійної регресії для оцінки детермінованості змінних [11].

- 4) Прогнозування часових рядів за допомогою методів ковзного середнього [3] та експоненційного згладжування у формі лінійної моделі Холта [2].

Загалом інтерфейс веб-додатку прддеменовано на Рис. 1. Стартова сторінка веб-додатку пропонує користувачеві базовий функціонал, зокрема відображення інтерактивної карти України, на якій візуалізовано просторово-часові дані щодо продуктивності основних сільськогосподарських культур за період 2005–2023 рр., а також супутникові вегетаційні та агроекологічні індекси, зокрема NDVI, EVI, NDMI, NRI та AEZI.

Вибір відповідного індикатора здійснюється через інтерактивне меню «Select Data», під яким розміщено слайдер для вибору цільового року аналізу. Натисканням на регіон карти користувач отримує деталізовану статистичну інформацію для обраного показника, включаючи: значення у вибраному році, середнє значення за весь часовий діапазон, мінімальні та максимальні значення, стандартне відхилення тощо. Для забезпечення багатомовного доступу до інформації в правому верхньому куті екрану інтегровано віджет перекладу, який дозволяє змінити мову інтерфейсу, включаючи англійську та інші мови.

Секція «About» містить загальну інформацію про проєкт, поточну версію програмного забезпечення, дані про розробника, а також посилання на відповідні інтернет-ресурси й контактну електронну адресу.

Секція «Glossary» є інтерактивним термінологічним словником, що сприяє кращому розумінню функціоналу додатку та використаної в ньому наукової термінології.

Секція «Correlation Matrix» надає можливість розрахунку кореляційної матриці для вибраного регіону або для всієї країни з метою оцінки зв'язків між урожайністю сільськогосподарських культур та супутниковими індексами. Результатом обчислень є значення коефіцієнта кореляції Пірсона та коефіцієнта детермінації.

Секція «Mann-Kendall Trend Test» дозволяє здійснити статистичну перевірку наявності тенденцій у часових рядах шляхом застосування непараметричного критерію Манна-Кендалла, що є широко визнаним методом аналізу монотонних трендів у даних.

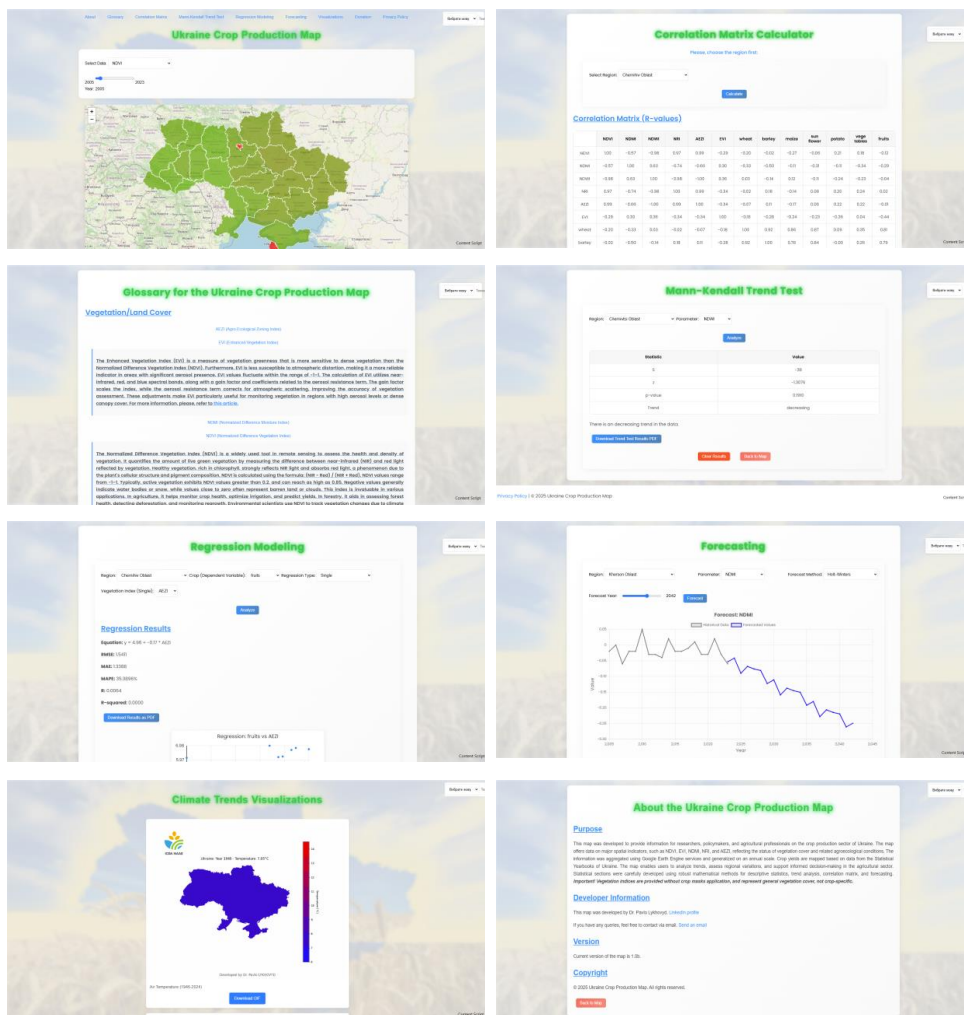


Рис. 1. Інтерфейс основних функціональних сторінок інтерактивної електронної карти Ukraine Crop Production Map

Секція «Regression Modeling» передбачає побудову моделей лінійної регресії – як простої, так і множинної – з метою моделювання та прогнозування продуктивності культур на основі обраних індексів. Оцінка якості моделей здійснюється за допомогою відповідних статистичних метрик, таких як середньоквадратична похибка (RMSE), середня абсолютна похибка (MAE), середня відносна похибка (MAPE), а також коефіцієнти кореляції та детермінації Пірсона. Автоматично генерується графічна інтерпретація моделі у вигляді апроксимаційної кривої.

Секція «Forecasting» забезпечує реалізацію прогнозування часових рядів для вибраних параметрів із використанням методу ковзного середнього або методу експоненційного згладжування Холта-Вінтерса. Користувач отримує як числові значення прогнозу у вигляді таблиці, так і графічне представлення прогнозної моделі.

Розділ «Visualizations» містить результати візуалізації багаторічної динаміки агрокліматичних показників, таких як температура повітря, кількість атмосферних опадів, потенційна евапотранспірація та індекс аридності за період 1946–2024 рр. Ці візуалізації формують основу для ретроспективного аналізу кліматичних змін в аграрному секторі.

Усі результати статистичної обробки та візуалізації, отримані за допомогою веб-додатку, можуть бути завантажені у форматі PDF для подальшого використання в аналітичних або звітних матеріалах.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Розроблений веб-додаток не має аналогів в Україні та являє собою інноваційну інтерактивну платформу, яка поєднує супутникові, статистичні та агрокліматичні дані з сучасними методами математико-статистичного аналізу та машинного навчання для оцінки та прогнозування стану і продуктивності агроєкосистем. Завдяки широкому функціоналу – від візуалізації просторово-часових трендів до побудови регресійних моделей і прогнозування показників – веб-додаток виконує функції повноцінного науково-аналітичного інструмента нового покоління. Його практична цінність полягає в інтеграції великого масиву аграрних та екологічних даних із доступним інтерфейсом для аналізу, що дозволяє ефективно підтримувати прийняття обґрунтованих управлінських рішень у сфері агрономії, землеробства, агроєкології, аграрної політики, сприяє розробці плану ресурсоефективного агровиробництва. Таким чином, створена інтерактивна електронна карта Ukraine Crop Production Map виступає не лише візуалізаційним інструментом, а й багатофункціональною платформою для аналізу даних, що забезпечує міждисциплінарну взаємодію між наукою, практикою та управлінською діяльністю. Вона відкриває нові можливості для наукових досліджень, освітніх потреб, підготовки політик у сфері продовольчої безпеки, а також для використання аграріями в умовах змін клімату та зростаючої потреби в розвитку національного сільського господарства на принципах сталого розвитку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Bouman B. A. M. Crop modelling and remote sensing for yield prediction. *Netherlands Journal of Agricultural Science*. 1995. Vol. 43. P. 143–161.
2. Holt C. C. Forecasting seasonals and trends by exponentially weighted moving averages. *International Journal of Forecasting*. 2004. Vol. 20(1). P. 5–10. DOI: 10.1016/j.ijforecast.2003.09.015
3. Johnston F. R., Boyland J. E., Meadows M., Shale E. Some properties of a simple moving average when applied to forecasting a time series. *Journal of the Operational Research Society*. 1999. Vol. 50(12). P. 1267–1271. DOI: 10.1057/palgrave.jors.2600823
4. Joshi A., Pradhan B., Gite S., Chakraborty S. Remote-sensing data and deep-learning techniques in crop mapping and yield prediction: A systematic review. *Remote Sensing*. 2023. Vol. 15. P. 2014. DOI: 10.3390/rs15082014
5. Karthikeyan L., Chawla I., Mishra A. A review of remote sensing applications in agriculture for food security: Crop growth and yield, irrigation, and crop losses. *Journal of Hydrology*. 2020. Vol. 586. P. 124905. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2020.124905
6. Kendall M. G. Rank correlation methods. Griffin, 1948.
7. Kumar N., Yamaç S. S., Velmurugan A. Applications of remote sensing and GIS in natural resource management. *Journal of the Andaman Science Association*. 2015. Vol. 20(1). P. 1–6.
8. Liu X., Zhai H., Shen Y., Lou B., Jiang C., Li T., Hussain S., Shen G. Large-scale crop mapping from multisource remote sensing images in Google Earth Engine. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*. 2020. Vol. 13. P. 414–427. DOI: 10.1109/JSTARS.2019.2963539

9. Machichi M., Mansouri L., Imani Y., Bourja O., Lahlou O., Zennayi Y., Bourzeix F., Houmma I., Hadria R. Crop mapping using supervised machine learning and deep learning: A systematic literature review. *International Journal of Remote Sensing*. 2023. Vol. 44. P. 2717–2753. DOI: 10.1080/01431161.2023.2205984
 10. Mann H. B. Nonparametric tests against trend. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*. 1945. P. 245–259.
 11. Montgomery D. C., Peck E. A., Vining G. G. Introduction to linear regression analysis. John Wiley & Sons, 2021.
 12. Pearson K. Note on regression and inheritance in the case of two parents. *Proceedings of the royal society of London*. 1895. Vol. 58(347-352). P. 240–242. DOI: 10.1098/rspl.1895.0041
 13. Білинський Й. Й., Книш Б. П. Аналіз характеристик та обґрунтування індексів рослинності. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2021. Вип. 2. С. 7–14. DOI: 10.31649/1997-9266-2021-155-2-7-14
 14. Лиховид П. В. Агроекологічна оцінка сільськогосподарських земель за даними дистанційного зондування Землі. *Зрошуване землеробство*. 2024. Вип. 81. С. 24–31. DOI: 10.32848/0135-2369.2024.81.4
-

UDC 633.63:631.5

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.22>

ENERGY SUBSTANTIATION OF AGROTECHNICAL MEASURES OF SUGAR BEET CULTIVATION

Mynkin M.V. – Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor at the Department of Agriculture,
Kherson State Agrarian and Economic University
orcid.org/0000-0002-2694-7927

The goal of agricultural intensification is to obtain high, stable and sufficiently predictable crop yields. The energy feasibility study of agrotechnical measures helps to optimize the conditions for growing crops. Its task is to realize in practice the possible level of use of solar energy, soil and climatic resources, genetic potential of zoned and promising varieties in order to obtain high crop yields with minimal material, monetary and energy costs. The need for energy assessment is due to high prices for energy carriers, mineral fertilizers, and pesticides.

The article presents the results of a study on the impact of agrotechnical measures on changing the energy balance when growing sugar beet under irrigation in the south of Ukraine.

The aim of the research was to assess the bioenergy efficiency of individual elements of sugar beet cultivation technology. To achieve this goal, the method of comparative analysis, as well as calculation and abstract logical methods were used.

The field experiments were conducted in the Kherson region in the Ingulets irrigated area. The soil cover is represented by dark chestnut slightly saline medium loamy soils.

The highest energy intake with the harvest of sugar beet roots – 390.3-396.7 thousand MJ/ha, the maximum total energy consumption – 133.1-134.6 and the highest energy gain – 229.2-234.8 MJ/ha were at both plowing depths, provided that organic-mineral fertilizers were applied at a rate of 40 t/ha of manure + N150P150K60 of the second sowing term and plant density of 110 thousand plants./ha, and the highest coefficient of energy efficiency on unfertilized – 2.57-2.91 and organic fertilizer backgrounds (2.57-2.79).

Thus, to obtain the highest energy efficiency coefficient for sugar beet cultivation on dark chestnut irrigated soils, we recommend plowing to a depth of 20-22 cm, applying organic and mineral fertilizers at a rate of 40 t/ha of manure + N150P150K60, sowing at a soil temperature of 8-9°C and forming a plant density of 110 thousand/ha.

Key words: sugar beet, agrotechnical factors, bioenergy analysis, energy input, energy expenditure, energy coefficient.

Минкін М.В. Енергетичне обґрунтування агротехнічних заходів вирощування буряків цукрових

Метою інтенсифікації землеробства є одержання високих, стабільних і достатньо прогнозованих урожаїв сільськогосподарських культур. Енергетичне обґрунтування агротехнічних заходів сприяє оптимізації умов вирощування культури. Його завданням є практична реалізація можливого рівня використання сонячної енергії, ґрунтово-кліматичних ресурсів, генетичного потенціалу районованих і перспективних сортів з метою одержання високих урожаїв сільськогосподарських культур з мінімальними матеріальними, грошовими й енергетичними затратами. Необхідність проведення енергетичної оцінки зумовлена високими цінами на енергетичні носії, мінеральні добрива, пестициди.

У статті наведено результати дослідження щодо вивчення впливу агротехнічних заходів на зміну енергетичного балансу при вирощуванні буряку цукрового за зрошення в умовах півдня України.

Метою наукового дослідження було проведення оцінки біоенергетичної ефективності окремих елементів технології вирощування буряків цукрових. Для реалізації поставленої мети використовували метод порівняльного аналізу, а також розрахунковий та абстрактно-логічний методи.

Польові досліді проводилися в Херсонській області в зоні Інгулецького зрошуваного масиву. Ґрунтовий покрив представлений темно-каштановими слабо солонцевими середньо суглинистими ґрунтами.

Найбільше надходження енергії з урожаєм коренеплодів цукрових буряків – 390,3-396,7 тис. МДж/га, максимальні загальні витрати її – 133,1-134,6 і найвищий приріст енергії – 229,2-234,8 МДж/га були на обох глибинах оранки, за умови внесення органіно-мінеральних добрив нормою 40 т/га гною + $N_{150}P_{150}K_{60}$ другого строку сівби й густоти стояння рослин 110 тис./га, а найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності на неудо-брених – 2,57-2,91 та органічних фонах живлення (2,57-2,79).

Таким чином, рекомендуємо для одержання найвищого коефіцієнта енергетичної ефективності при вирощуванні цукрових буряків на темно-каштанових зрошуваних ґрун-тах проводити оранку на глибину 20-22 см, вносити органіно-мінеральні добрива нормою 40 т/га гною + $N_{150}P_{150}K_{60}$ проводити сівбу при температурі ґрунту 8-9°C та формувати густоту стояння рослин на рівні 110 тис./га.

Ключові слова: буряк цукровий, агротехнічні фактори, біоенергетичний аналіз, прихід енергії, витрати енергії, енергетичний коефіцієнт.

Statement of the problem. The technology of sugar beet cultivation is costly due to the application of organic, mineral fertilizers and plant protection products, inter-row tillage, plant density formation, and harvesting. The effectiveness of the use of elements of sugar beet cultivation technology is determined not only by assessing the value of the increase in the production with the cost of cultivation associated with the use of technology, but also by the ratio of renewable energy to non-renewable energy. Therefore, determining the energy efficiency of the elements of sugar beet cultivation technology in the conditions of unstable moisture in the south of Ukraine is relevant.

Analysis of recent research and publications. In modern economic conditions, the intensification of production is accompanied by an increase in the energy intensity of products, so to identify reserves for its reduction, a bioenergy assessment of both individual elements and the technology of growing the crop as a whole is carried out [1-3].

The need for an energy assessment is driven by high prices for energy carriers, mineral fertilizers, and pesticides. For example, 1 kg of nitrogen fertilizers in terms of 100% of nutrients in terms of energy consumption is equal to 61.74 MJ, phosphorus fertilizers – 10.92 MJ and potash fertilizers – 6.72 MJ; 1 kg of herbicides – 348.99 MJ, fungicides – 205.67 MJ; 1 ton of manure – 688.8 MJ. The energy equivalent of 1 kg of gasoline is 54.6 MJ, diesel fuel – 52.92, and live labor per man-hour – 12.0 MJ [5].

Sugar beet is an intensive crop. High yields of sugar beet require an increasing use of labor and energy for production. To create each additional ton of harvest, energy is consumed, which is carried by high-quality pre-sowing seed preparation, formation of an optimal phytocoenosis, foliar fertilization of plants, timing of root crop harvesting and use of various biological forms of sugar beet that actively influence plant growth and development. The energy content of 1 kg of sugar beet roots is 610.5 kcal. The analysis of bioenergy indicators allows to make effective calculations on the optimal use of fertilizers and other biological and technological factors in order to maximize the genetic potential of sugar beet plants. Bioenergy indicators allow all elements of agrotechnology, technical means, resources to be brought to a single indicator – J, and thus to establish the active position of each element of the technological process system [4-7].

Statement of the task. The aim of the research was to assess the bioenergy efficiency of individual elements of sugar beet cultivation technology. To achieve this goal, we used the method of comparative analysis, as well as calculation and abstract and logical methods.

The field experiments were conducted in the Kherson region in the Ingulets irrigated area. The soil cover is represented by dark chestnut slightly saline medium loamy soils.

The following factors and their variants were included in the experimental design:

Factor A – plowing to a depth of 20-22 cm and 28-30 cm seeding rate of similar seeds: 6; 9 and 12 million pcs/ha.

Factor B – fertilizer background: no fertilizers, N150P150K60, Manure 40 t/ha + N150P150K60, Manure 40 t/ha.

Factor C – sowing time: the first term – at a soil temperature at the depth of seeding (4-5 cm) – 6-8 ° C; the second – ten, the third – 20 days after the first term.

Factor D – plant density: 90, 110 and 130 thousand/ha.

Calculations of bioenergy efficiency were carried out according to the methodology of bioenergy assessment of crop production technologies [3, 4].

Summary of the main research material. Thanks to photosynthetic activity, plants are able not only to use but also to accumulate energy in the crop. To increase the yield of agricultural crops, it is necessary to increase energy consumption for fertilization, protection of plants from pests, diseases and crops from weeds, etc. Therefore, the main task of agricultural producers is to increase the yield, which increases the energy supply.

The main task of energy analysis is to find and plan agricultural production methods that ensure the rational use of non-renewable and renewable energy and environmental protection.

The purpose of assessing the bioenergy efficiency of a technology is to determine the payback of the total energy accumulated in the crop or its productive part, as well as to determine the level of energy intensity of the products obtained.

To calculate the energy efficiency of sugar beet cultivation technology, we have drawn up technological maps that indicate the list of activities, as well as the scope and time of their implementation.

Table 1 shows the energy input data, which were calculated according to the sugar beet yield and the total energy content per 1 kg of dry matter.

The least energy was accumulated with the harvest in the variants without fertilizers and plowing to a depth of 20-22 cm (96.8-141.5 thousand MJ/ha). In the plots of deep plowing without fertilizers, slightly more energy was accumulated (113.2-150.2 thousand MJ/ha) than in the plots of shallow plowing. The same pattern was observed in the accumulation of energy with the sugar beet harvest and in fertilized plots where only mineral and only organic fertilizers were applied.

Thus, in the variants of shallow plowing, depending on the timing of sowing and plant density, 224.6-352.4 thousand MJ/ha were received with the harvest on the background of N150P150K60, and 163.0-240.6 thousand MJ/ha on the background of organic fertilizers, while in the areas of deep plowing – 232.8-361.5 and 170.7-246.5 thousand MJ/ha, respectively. Against the background of the use of organic-mineral fertilizers, a different pattern was observed, i.e., in the variants of shallow plowing, 0.6-2.7% more energy was accumulated than in the variants of deep plowing.

Fertilizers provided a significant increase in energy supply. The first place in energy accumulation with the harvest was taken by the variant with the use of organic-mineral fertilizers, the second – mineral and the third – organic.

The timing of sowing also influenced the energy supply with the harvest. The least energy was received with the crop in all variants of the experiment when sowing in the third term, and the most – in the second term of sowing sugar beet. Thus, without the use of fertilizers, depending on the depth of plowing and plant density, 96.8-126.5 thousand MJ/ha were received in the third sowing term. MJ/ha, in the second – 121.0-150.2; against the background of mineral fertilizers – 224.6-290.3 and 289.0-361.5; against the background of organic-mineral – 247.4-303.1 and 331.0-396.7 and against the background of organic fertilizers – 163.0-194.9 and 213.6-246.5 thousand MJ/ha, respectively.

Table 1

Energy input depending on the studied factors, thousand MJ/ha

Power supply background	Sowing period	Plant density, thousand/ha		
		90	110	130
Plowing to a depth of 20-22 cm				
Without fertilizers	First.	116,0	120,5	108,2
	Second.	131,9	141,5	121,0
	Third.	107,3	110,9	96,8
N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₆₀	First.	242,9	282,6	261,1
	Second.	289,0	352,4	323,2
	Third.	224.6	280,7	255,6
Manure 40 t/ha + N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₆₀	First.	272,5	325,0	293,0
	Second.	334,2	336,7	359,3
	Third.	248,8	303,1	278,5
Manure 40 t/ha	First.	165,7	197,2	178,9
	Second.	213,6	240,6	220,9
	Third.	163,0	186,3	171,6
Plowing to a depth of 28-30 cm				
Without fertilizers	First.	131,0	131,5	115,5
	Second.	147,9	150,2	128,3
	Third.	122,3	126,5	113,2
N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₆₀	First.	247,9	293,5	263,4
	Second.	296,7	361,5	327,3
	Third.	232,8	290,3	262,0
Manure 40 t/ha + N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₆₀	First.	265,7	317,3	290,8
	Second.	331,0	390.3	353,8
	Third.	247,4	296,7	271,2
Manure 40 t/ha	First.	172,6	205,0	184,9
	Second.	219,1	246,5	226,4
	Third.	170,7	194,9	178,9

Comparing the density of sugar beet plants, it should be noted that an increase in the number of plants from 90 to 110 thousand/ha led to an increase in energy intake on all nutrition backgrounds, and an increase in the number of plants from 90 to 130 thousand/ha on variants without fertilizers led to a decrease in energy, and on fertilized ones – to an increase in energy.

The highest energy intake was with sugar beet roots in all variants at a planting density of 110 thousand/ha.

Energy consumption is directly related to energy intake: the more energy is supplied, the more it is consumed, which is associated with additional costs for deepening plowing and fertilizer application (Table 2). While plowing to a depth of 20-22 cm consumes 1224 MJ per hectare, deep plowing consumes 1416 MJ.

Only fertilizer application increases energy consumption: mineral fertilizers – by 51244 MJ/ha; organic fertilizers – by 21122, and organic-mineral fertilizers – by

72366 MJ/ha. Energy costs also increase due to the additional harvesting of sugar beets, with 68.52 MJ consumed per centner of root crops.

In the structure of energy costs, the highest costs are for gasoline and diesel fuel, which, depending on the experimental variant, range from 5766 to 23637 and from 7329 to 17344 MJ/ha, respectively.

In our experiments, the lowest energy consumption for sugar beet cultivation was observed in the variants without fertilizers at both plowing depths at the third sowing term and plant density of 130 thousand/ha – 43.5-46.1 thousand. MJ/ha, and the highest – against the background of organo-mineral fertilizers at a rate of 40 t/ha of manure + N150P150K60 at the second sowing term and plant density of 110 thousand/ha – 161.1-161.9 MJ/ha, which is mainly due to the level of yield in these variants.

Table 2

**Energy consumption for growing sugar beet roots depending
on the studied factors, thousand MJ/ha**

Power supply background	Sowing period	Plant density, thousand/ha		
		90	110	130
Plowing to a depth of 20-22 cm				
Without fertilizers	First.	46,3	47,0	45,2
	Second.	48,7	50,2	47,1
	Third.	45,0	45,6	43,5
N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₆₀	First.	116,5	122,6	119,4
	Second.	123,6	133,1	128,7
	Third.	113,9	122,3	118,9
Manure 40 t/ha + N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₆₀	First.	143,2	151,1	146,4
	Second.	152,5	161,9	156,2
	Third.	139,6	147,8	144,1
Manure 40 t/ha	First.	75,9	80,6	77,9
	Second.	83,1	87,2	84,2
	Third.	75,5	79,0	76,8
Plowing to a depth of 28-30 cm				
Without fertilizers	First.	48,8	48,8	46,5
	Second.	51,3	51,7	48,4
	Third.	47,5	48,1	46,1
N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₆₀	First.	117,6	124,4	119,9
	Second.	124,9	134,6	129,5
	Third.	115,3	123,9	119,7
Manure 40 t/ha + N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₆₀	First.	142,4	150,1	146,1
	Second.	152,2	161,1	155,6
	Third.	139,6	147,9	143,2
Manure 40 t/ha	First.	77,1	82,0	79,0
	Second.	84,1	88,2	85,2
	Third.	76,9	80,5	78,1

Energy consumption is directly related to energy intake: the more energy is supplied, the more it is consumed, which is associated with additional costs for deepening plowing and fertilizer application.

An important indicator in bioenergy assessment is the energy efficiency coefficient, which is determined by the ratio between the amount of energy accumulated by the crop and the amount of energy used for production.

The calculations of the efficiency factor are shown in Table 3.

Table 3

**Energy efficiency factor of sugar beet cultivation depending
on the factors under study**

Power supply background	Sowing period	Plant density, thousand/ha		
		90	110	130
Plowing to a depth of 20-22 cm				
Without fertilizers	First.	2,51	2,56	2,39
	Second.	2,71	2,82	2,57
	Third.	2,38	2,43	2,23
N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₆₀	First.	2,08	2,31	2,19
	Second.	2,34	2,65	2,51
	Third.	1,98	2,30	2.15
Manure 40 t/ha + N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₆₀	First.	1,90	2,15	2,00
	Second.	2,19	2,45	2,30
	Third.	1,78	2,05	1,93
Manure 40 t/ha	First.	2,18	2,45	2,30
	Second.	2,57	2,76	2,62
	Third.	2,16	2,36	2,23
Plowing to a depth of 28-30 cm				
Without fertilizers	First.	2,68	2,69	2,48
	Second.	2,88	2,91	2,65
	Third.	2,57	2,63	2,46
N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₆₀	First.	2,11	2,36	2,20
	Second.	2,38	2,69	2,53
	Third.	2,02	2,34	2,19
Manure 40 t/ha + N ₁₅₀ P ₁₅₀ K ₆₀	First.	1,87	2,11	1,99
	Second.	2,17	2,42	2,27
	Third.	1,77	2,01	1,89
Manure 40 t/ha	First.	2,24	2,50	2,34
	Second.	2,61	2,79	2,66
	Third.	2,22	2,42	2,29

The lowest coefficients (1.77-1.78) were obtained when sugar beet was grown on an organic-mineral nutrition background, at the third sowing term and plant density of 90 thousand/ha, and the highest – without fertilizers and on the background of organic

fertilizers – 2.57-2.91 and 2.57-2.79, respectively, at the second sowing term. On the mineral and organic-mineral fertilizer backgrounds, the energy efficiency coefficients were lower compared to the unfertilized and organic fertilizer backgrounds.

This is due to the fact that the application of mineral and organic-mineral fertilizers increases energy consumption for their application and harvesting of additional crops.

Conclusions. Thus, the calculations of the bioenergy assessment of sugar beet production allow us to draw the following conclusions.

The highest energy supply with the harvest of sugar beet roots – 390.3-396.7 thousand MJ/ha, the maximum total energy consumption – 133.1-134.6 and the highest energy gain – 229.2-234.8 MJ/ha were at both plowing depths, provided that organic-mineral fertilizers were applied at a rate of 40 t/ha of manure + N150P150K60 of the second sowing term and plant density of 110 thousand plants. /ha, and the highest coefficient of energy efficiency on unfertilized – 2.57-2.91 and organic fertilizer backgrounds (2.57-2.79).

Thus, to obtain the highest energy efficiency coefficient for sugar beet cultivation on dark chestnut irrigated soils, we recommend plowing to a depth of 20-22 cm, applying organic and mineral fertilizers at a rate of 40 t/ha of manure + N150P150K60, sowing at a soil temperature of 8-9°C and forming a plant density of 110 thousand/ha.

REFERENCES:

1. Минкін М.В. Вплив глибини основного обробітку ґрунту та фону живлення на урожайність буряку цукрового при зрошенні. Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки. Херсон, 2021. Вип. 122. С. 78-85.
2. Averchev O.V., Nikitenko M.P. the complex effect of biologics and agrotechnical techniques on the dynamics of linear millet developmen Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки. Херсон, 2024. Вип. 139. Частина 1. С. 3-10.
3. Шепель А.В. Термінологія в землеробстві: чи існує різниця між обробітком землі та ґрунту? Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки. Херсон, 2025. Вип. 141. С. 145-149.
4. Doronin V.A., Karpuk L.M. Sugar Beet Productivity Formation Depending on Foliar Application of Microelements. Biological systems, biodiversity and stability of plant communities. Toronto. New jersey. Apple Academic Press. 2015. P. 175-191.
5. Медвидовський О.К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ: Урожай. 1988. 205 с.
6. Тараріко Ю.О., Несмашна О.Є., Глущенко Л.Д. Енергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарських культур: методичні рекомендації. К.: Нора-прінт. 2001. 60 с.
7. Минкін М.В., Минкіна Г.О. Вплив глибини оранки та фону живлення на біологічну активність ґрунту при вирощуванні буряку цукрового в умовах півдня України. Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки. Херсон, 2024, Вип. 139. С. 146-152.
8. Минкін М.В., Минкіна Г.О. Біоенергетична оцінка агротехнічних факторів за вирощування сої в повторних посівах при зрошенні в умовах півдня України Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки. Херсон, 2023, Вип. 132. С. 119-124.
9. Ecologization of Tillage Methods with the Aim of Soil Fertility Improvement / I. O. Yasnolob et al. Ukrainian Journal of Ecology. 2018. 8(2). P. 280-286.
10. Шевченко І.В., Минкін М.В., Минкіна Г.О. Енергоємність сучасної технології вирощування винограду та основних сільськогосподарських культур. Агробіологія. Біла Церква, 2020. Вип.№ 1(157). С. 192-200.

UDC 634.8:632.9

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.23>

PROTECTION OF GRAPE AMPELOCENOSSES FROM PESTS IN THE CONDITIONS OF SOUTHERN UKRAINE

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

Improving the technology of cultivation of grape ampelocenoses is very complex and multifaceted. However, the analysis of the literature shows the prospects of the search for the development and subsequent implementation of new energy-saving and environmentally friendly technologies for the creation of perennial plantations, growing grape berries, on the solution of which the future of Ukrainian viticulture and the efficiency of the industry depend.

Obtaining stable, environmentally and economically sound grape harvests depends not only on the biological potential of a particular area, but also on timely, scientifically based measures against pests.

Agricultural and mechanical measures, as well as entomophages, cannot reduce the number of pests at high population densities to economically insignificant thresholds. In this case, a reasonable use of chemical protection is required.

The analysis of the phytosanitary condition of grape plantations in the south of Ukraine under current management conditions shows that the main pests of grapes in the areas of industrial viticulture are bunch leaf moths, spider mites; secondary pests are four-legged mites (felt and leaf mites), cotton moth, Crimean mowing moth, grape mottle, leaf phylloxera, a complex of sucking pests (thrips and cicadas).

To prevent the existing problems, it is necessary to adhere to scientifically sound technology of crop cultivation and apply an improved protection system with the basics of integration of plant protection elements against nonspecific pests, which involves the integrated application of methods for the long-term regulation of the development and spread of pests to an imperceptible economic level based on the forecast, economic thresholds of harmfulness, its beneficial organisms, energy-saving and environmental technologies that provide

Key words: grape ampelocenoses, leafhoppers, mites, pests, insecticides.

Минкіна Г.О. Захист виноградних ампелоценозів від шкідників в умовах Півдня України

Удосконалення технології культивування виноградних ампелоценозів надто складна і багатогранна. Проте аналіз літературних джерел свідчать про перспективність пошуків для розробки та наступного впровадження нових енергозберігаючих та екологічно безпечних технологій створення багаторічних насаджень, вирощування врожаю ягід винограду, від вирішення яких залежить майбутнє українського виноградарства та ефективність галузі.

Отримання стабільних еколого-економічно обґрунтованих врожаїв винограду залежить не тільки від біологічного потенціалу конкретного масиву, а й від проведення своєчасних науково-обґрунтованих заходів проти шкідливих організмів.

Агротехнічні і механічні заходи, а також ентомофаги не можуть понизити чисельність шкідника при високій щільності популяції до господарський невідчутних порогів. В цьому випадку потрібне розумне використання хімічного методу захисту.

Аналіз фітосанітарного стану виноградних насаджень півдня України в сучасних умовах господарювання показує, що основу комплексу шкідливих комах винограду в районах промислового виноградарства складають – гронова листовійка, павутинові кліщі; другорядні – чотириногі кліщі (повстяний і листовий), бавовняна совка, скосарь кримський, пістрянка виноградна, листова форма філоксери, комплекс сосущих шкідників (трипси і цикадки).

Для запобігання проблем, що склалися, необхідно дотримуватися науково-обґрунтованої технології вирощування культури і застосовувати удосконалену систему захисту

з основами інтеграції елементів захисту рослин від неспецифічних видів шкідників, що передбачає комплексне застосування методів для довгострокового регулювання розвитку та поширення шкідливих організмів до невідчутного господарського рівня на основі прогнозу, економічних порогів шкідливості, її корисних організмів, енергозберігаючих та природоохоронних технологій, які забезпечують надійний захист рослин і екологічну рівновагу довкілля, оскільки зменшення екологічної стійкості агроєкосистем у першу чергу буде проявлятися через погіршення фітосанітарного стану агроценозів.

Ключові слова: виноградні ампелоценози, листовійки, кліщі, шкочочинні організми, інсектициди.

Statement of the problem. Improving the technology of cultivation of grape ampelocenes is very complex and multifaceted. However, the analysis of literature sources indicates the prospects of the search for the development and subsequent implementation of new energy-saving and environmentally friendly technologies for the creation of perennial plantations, growing grape berries, on the solution of which the future of Ukrainian viticulture and the efficiency of the industry depend.

Maintaining the optimal phytosanitary condition of plantations is an important link in the system of efficient production of sweet grape berries. Obtaining stable, environmentally and economically sound grape yields depends not only on the biological potential of a particular area, including the varietal composition, level of agricultural technology, and bush shape design, but also on timely, scientifically-based measures against pests.

Plant protection against pests, diseases and weeds takes a significant place in the technology of growing grape crops (30-40% of total costs), as the negative impact of pests on the grape plant is expressed in a significant decrease in quality and partial or complete loss of yield, which is one of the factors limiting the stable development of the industry. Annually, the yield losses of perennial plantations from pests amount to 60.4%, of which the shortfall in yield from diseases is 34.5%, and from pests – 26.3%.

Analysis of recent research and publications. Modern protection of grape plantations is aimed not so much at the destruction of individual harmful species as at the overall optimization of the phytosanitary condition of plantations. The implementation of this approach requires obtaining objective information about the condition of the vine and the degree of harmfulness of phytophages, taking into account the influence of all factors (abiotic, biotic and anthropogenic) on the state of their populations [1].

Only on the basis of such information is the question of the use of plant protection products decided, taking into account environmental and economic justification. Thus, monitoring the species diversity of arthropods in grape ecosystems in order to identify the most harmful species among the new ones and timely development of protective measures to reduce their number is an urgent issue.

Baranets L.O. notes that climate warming optimizes the characteristics of environmental indicators for insects, promotes their reproduction and distribution [2]. That is, the main negative effect of global warming is an increase in the number of phytophages, a change in the structure of their populations, the level of harmfulness and acclimatization zones. According to the forecasts of Ukrainian scientists Baranets L.O., Mezer-niuk T., Shevchenko I.V., Perepelytsia O., Stankevych S.V., the violation of the ecological stability of agroecosystems leads, first of all, to the restructuring of the species structure and changes in the zones of insect phytophagous damage, an increase in the generation of certain insect species and the number of dominant pests, as well as an increase in the likelihood of emergencies in the agro-sphere associated with the mass reproduction of polyphagous pests [1, 2, 6].

Analysis of the phytosanitary condition of grape plantations in the south of Ukraine in modern conditions shows that the main complex of harmful insects of grapes in the areas of industrial viticulture is made up of bunch leaf moths, spider mites; secondary ones are four-legged mites (felt and leaf mites), cotton moth, Crimean mower, grape mottle, leaf form of phylloxera, complex of sucking pests (thrips and cicadas) [6].

As a result of the research, 39 species of pests belonging to 7 orders, 19 families and 32 genera were identified on grapevines. The largest number of species falls on the orders of Hymenoptera – 17 (46.5%), Lepidoptera – 8 (24.3%) and Diptera – 6 (29.2%). The identified pest species have different economic importance, and not all of them are equally distributed in the study area. Of these, the main and most harmful species that can cause significant damage to grapes are bunch leaf miner, various mites (especially grape itch), phylloxera, various species of cicadas (especially white cicada), cotton moth and various thrips (especially grape thrips). Minor species that can cause some damage in some years include the Crimean mowing machine, brown-gray smoky moth, grape and biennial leafhoppers, grape moth, dark scabbard, etc. [1, 5, 8].

Objective. The aim of the research was to analyze and determine the complex of pests in the areas of industrial viticulture and the effectiveness of drugs against bunch leaf miner and ticks.

The objectives of the research were to design a system of protection of grape ampe-locenoses based on minimizing the use of chemical methods of regulating the number of harmful insects.

Summary of the main research material. The list of the most harmful species of grapevine, the number of which is controlled, includes bunch leaf moths, mites, leaf phylloxera and some others.

Scoops, moths, leafhoppers, moths, bears (American white butterfly), bronze moths, borers, beetles, weevils develop in separate foci in vineyards, which should be especially taken into account when growing young plantations and grape nurseries. Of the many pests of the vine, let's consider the most harmful ones, which are controlled by various methods of protection. Leafhoppers are represented by three species: bunch, biennial and grape, belonging to the family Tortricidae, order Lepidoptera.

Grape and biennial leafhoppers cause damage sporadically, while bunch leafhoppers are characterized by high numbers and harmfulness in all viticulture zones. Species differ in morphological characteristics, developmental biology and lifestyle. The number and harmfulness of the species depends on timely and high-quality protective measures. In the conditions of Ukraine, it develops in three generations, and in some years gives a fourth optional (not complete, partial) generation.

Long-term monitoring has shown that in the main viticultural zones of southern Ukraine, the periods of butterfly flight do not overlap and there are clearly distinguished periods of mass flight (with one or two or three peaks). Each cycle – butterfly – egg – caterpillar – pupa – constitutes one generation of the pest.

Significant differences in the calendar timing of the development of the leafhopper population in different agroclimatic zones of crop cultivation do not allow us to recommend and apply one typical protection scheme. In this regard, for effective protective measures against bunchy leaf miner, the following provisions should be followed:

- the beginning and number of bunch leaf butterfly flights in specific areas can be most accurately determined using pheromone traps. Knowing the biology of the pest, you can calculate the timing of caterpillar and egg hatching, and determine the timing of protective spraying;

– the first treatment is carried out at the beginning of the hatching of the first generation of caterpillars in the second decade of May, the need to repeat the treatment depends on the duration of the protective effect of the drugs used and the density of the pest population. Sudden changes in weather conditions can significantly weaken or even interrupt the summer of butterflies, especially the first generation, so regular pheromone monitoring is necessary;

– at high pest density, all subsequent treatments should be carried out in accordance with the indications of pheromone traps when the number of pests is above the economic threshold of harmfulness (ETH). For technical varieties, the EHL is 20 butterflies per day of mass flight of the pest and 10 captured males for table varieties. For the second and third generations, the pest population decreases due to high harmfulness to 10 and 5, respectively.

Based on the pheromone monitoring data, the economic threshold of the pest's harmfulness is calculated by counting the pest's spider nests and caterpillars. On technical varieties, the number of caterpillars may be 8-10 individuals per 100 bunches; for table grapes and varieties of the nutmeg group, the population rate should not exceed 5-7 caterpillars per 100 bunches;

– the treatment period is determined by the dynamics of catching males (butterflies) in pheromone traps and is timed to coincide with the beginning of mass hatching of caterpillars. Traps are hung in the plots in the first decade of April and inspected daily. Taking into account the density of butterflies, as well as the biology of the pest, the timing of caterpillar hatching and oviposition is calculated. Usually, the period coincides with the treatment against a complex of fungal diseases in the second decade of May (from 15 to 20). The second treatment is carried out if necessary, 7-10 days after the first, depending on the duration of the protective effect of the drugs and the density of the pest population;

– treatments against subsequent generations of the pest are planned according to the signals of pheromone traps when the number of pests is above the economic threshold of harmfulness, which is 20 butterflies per day for technical varieties and 10 for table varieties. For the second and third generations, the thresholds for the number of trapped pests are reduced due to their high harmfulness to 10 and 5, respectively;

– treatments are usually carried out during the period of mass hatching of caterpillars, since from this moment until they reach the age of I-II, they are most susceptible to the action of most insecticides of the organophosphorus and pyrethroid groups. In case of using preparations from the group of regulators of chitin synthesis and insect growth, treatments are carried out during the period of mass flight of pest butterflies, before or during mass egg-laying.

When carrying out protective measures, it should be borne in mind that the most harmful and dangerous are the first generation caterpillars, which can destroy 25-35% of flowers on infested inflorescences. The second generation destroys about 5% of green berries, the third – about 2% of ripe grapes. Within each generation, the most viable and harmful caterpillars are those that hatch first.

On average, farms in the south of Ukraine carry out 2 to 4 treatments during the grape growing season. The insecticides used to protect against bunchy leaf moths differ in their mechanism of action and period of application. Some – pyrethroids, neonicotinoids and organophosphate compounds – destroy the caterpillars directly and are used during the period of mass hatching. Others – drugs from the group of regulators of chitin synthesis and insect growth – are used during the period of mass flight and oviposition of the pest.

In recent years, in the south of Ukraine, there has been a significant increase in the number and increased harmfulness of grapes by sucking pests, which in case of mass reproduction can cause great damage to plantations. The main sucking pests that damage grape plantations include: mites of different trophic groups, cicadas, thrips and leaf phylloxera.

The grapevine is an attractive plant for mites to feed and reproduce. These are small invertebrate insects belonging to the type of arthropods (Arthropoda), class Arachnidae, subclass Acari. There are more than 17 species of mites belonging to different trophic groups in Ukrainian vineyards. The most harmful among them are phytophagous mites belonging to the order Acariformes and including four genera: four-legged spider mites (Tetranychidae) – common spider mite, garden spider mite, Turkestan spider mite, less often red fruit mite, etc. brown mites (Bryobiidae) – brown fruit mites; flat-bodied or flat mites (Tenuipalpidae) – grape flat-bodied mites and other gall four-legged mites (Eriophyidae) – felt (itchy), bud and leaf (wrinkled) mites.

The activity of mites leads to damage to the vegetative and generative organs of the plant, causing various pathological changes, resulting in reduced bush productivity and sugar content of berries, and deteriorating winter hardiness of plants. Yield losses range from 25 to 60%, depending on the degree of damage.

The most widespread in all areas of grape cultivation are spider mites and grape felt mites. The grape bud mite is characterized by very high harmfulness, which develops in separate foci. In recent years, there has been a significant spread of leaf mites. There are no varieties that are resistant to mite damage, but individual grape varieties differ in their response to damage.

The massive development of the mite population is facilitated by unfavorable weather conditions for the development of grapes – a prolonged cold spring, which restrains the growth rate of annual shoots. The first visual signs of pest development in vineyards are observed in the third decade of May. The shoots developing from damaged buds are stunted, they form fewer inflorescences, the leaves are small, with necrotic spots, which generally leads to a loss of 30-60% of the yield.

To prevent the growth of the threshold number of pests, along with agrotechnical methods, plantations are protected with insecticides, forming their composition in such a way as to reduce the populations of both leafhoppers and mites. The chemicals used for this purpose have different efficacy, and therefore in each case the formation of the optimal scheme of plantation protection should be carried out individually for each individual variety, plantation areas, the number of pests, and their condition (Table 1).

Table 1

Effectiveness of insecticides against grape pests, %

Drugs	The bunch leaf beetle			Ticks.
	1st generation	2nd generation	3rd generation	
B-58 new, 2.0 l/ha	93,3	93,1	93,1	97,5
Buldock, 0.3 l/ha	88,9	89,5	85,7	74,6
Match, 1.0 l/ha	88,8	86,7	88,1	63,9
Talstar, 0.2 l/ha	95,0	92,7	90,5	96,1
Fertilizer, 0.2 l/ha	91,7	89,6	88,3	52,0
Control (number)	16,8	17,7	19,6	8,2

The most effective treatment against this type of mites is acaricide treatment in the phase of bud swelling – opening of the upper scales (during spring migration). Repeated treatment, if necessary, is recommended before flowering of grapes, during the period of migration of mites.

Any protection system cannot be permanent; it is improved from year to year, taking into account changes in climatic conditions, infectious stock, features of zonal agricultural technology, and the experience gained in the course of new research results. The protection system can also use other drugs recommended by the periodical “List of pesticides and agrochemicals allowed for use in Ukraine”, which is updated every year with new drugs that are more effective and safe for the environment.

Conclusions. Thus, the analysis of the monitoring of grape ampelocenoses in the south of Ukraine shows that over the past decade there have been significant changes in the spread of a number of pests that have gained a biological advantage in plantations and therefore create a tense phytosanitary situation, which is significantly deteriorating every year. To prevent the existing problems, it is necessary to adhere to scientifically sound crop cultivation technology and apply an improved protection system with the basics of integrating plant protection elements against nonspecific pests, which involves the integrated application of methods for the long-term regulation of the development and spread of pests to an imperceptible economic level based on the forecast, economic thresholds of harmfulness, its beneficial organisms, energy-saving and environmental technologies that provide.

REFERENCES:

1. Минкіна Г.О. Небезпечні шкідники промислових насаджень винограду та заходи їх регулювання. Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки. Херсон, 2021. Вип. 117. С. 128-136.
2. Баранець Л.О. Шкідники в українських виноградних насадженнях: дані моніторингу : Журнал Виноградарство. 2020. С. 8.
3. Доля М.М., Покозій Й.Т., Мамчур Р.М. Фітосанітарний моніторинг: посібник для студентів агрономічних спеціальностей. Київ : ННЦ ІАЕ, 2004. 249 с.
4. Зеленянська Н.М. Наукове обґрунтування та розробка сучасної технології вирощування садивного матеріалу винограду. Автореф. дис. доктора с.г. наук. Одеса, 2015. 48 с.
5. Минкін М.В., Минкіна Г.О. Енергетичний потенціал на промислових насадженнях винограду. *Зрошуване землеробство*. 2017. № 68. С. 79-84.
6. Станкевич С.В., Забродіна І.В. Моніторинг шкідників сільськогосподарських культур: навч. посібник. Харк. нац. аграр. ун-т ім. В.В. Докучаєва. – Х.: ФОП Бровін О.В., 2016. – 216 с.
7. Фокін А.В. Оптимізація структури захисту рослин від шкідників. Київ : Колоб'іг. 2011. 144 с.
8. Шевченко І.В., Минкін М.В., Минкіна Г.О. Енергоємність сучасної технології вирощування винограду та основних сільськогосподарських культур. *Агробіологія*. Біла Церква, 2020. Вип. № 1(157). С. 192-200.

ТВАРИННИЦТВО, КОРМОВИРОБНИЦТВО, ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ПЕРЕРОБКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

ANIMAL HUSBANDRY, FEED PRODUCTION,
STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTS

УДК 636.7:636.087.8

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.24>

АНАЛІЗ ЕКСТЕР'ЄРУ ТА РОБОЧИХ ЯКОСТЕЙ СЛУЖБОВИХ СОБАК РІЗНИХ ПОРІД

Ведмеденко О.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри технологій виробництва та переробки сільськогосподарської
продукції імені В.Г. Пелиха,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

orcid.org/0000-0001-8091-9516

У статті подано результати дослідження екстер'єру та робочих якостей службових собак трьох порід: німецької, бельгійської (малінуа) та середньоазійської вівчарки (алабай). Найбільші розміри мають алабай, найменші – малінуа. Статевий диморфізм найвиразніший у алабайв (різниця маси сук і кобелів – 29,6%), найменший – у малінуа (20,7%). Собаки німецької вівчарки характеризуються видовженим тулубом та об'ємною грудною кліткою, що свідчить про сильну та витривалу конституцію. Малінуа мають більш компактну будову та глибші груди, що забезпечує маневреність і швидкість. Собаки породи алабай мають масивну конституцію з високими індексами костистості та масивності, що свідчить про силу, але знижує швидкість і гнучкість. Оцінка індексів тілобудови дозволила об'єктивно охарактеризувати породи за конституційними типами. Найвищий показник формату мали німецькі вівчарки, що вказує на їх розтягнутий тип статури. Високоногість та довгоголовість були вищими у німецьких і бельгійських вівчарок порівняно з алабаями. У процесі дослідження було встановлено кореляційні зв'язки між показниками екстер'єру та робочими якостями. Виявлено, що збільшення лінійних розмірів собак, як правило, супроводжується зниженням оцінок спеціальних навичок ($r = -0,20...-0,57$), таких як обшук місцевості, робота по сліду, вибір предмета тощо. Виняток становить довжина морди, яка позитивно корелює з більшістю спеціалізованих навичок ($r = +0,32...+0,48$), що підтверджує її значення для пошукової діяльності. Встановлено, що більші собаки витрачають більше часу на подолання смуги перешкод ($r = +0,54...+0,72$), що є важливим чинником при доборі тварин для роботи в екстремальних умовах.

Результати дослідження підтверджують доцільність використання собак різних порід залежно від специфіки службових завдань. Німецька вівчарка є універсальною породою, що забезпечує хороший баланс між екстер'єром і функціональністю, бельгійська вівчарка підходить для динамічних завдань, а алабай ефективний у завданнях охорони стаціонарних об'єктів. Проведене дослідження може бути корисним для фахівців

кінологічних служб у процесі селекції, тренування та раціонального використання службових собак у системі безпеки.

Ключові слова: службові собаки, німецька вівчарка, бельгійська вівчарка, алабай, екстер'єр, індекси тілобудови, робочі якості, статевий диморфізм, кореляція, дресирування.

Vedmedenko O.V. Analysis of the exterior characteristics and working qualities of service dogs of different breeds

The article presents a study on the exterior traits and working qualities of German Shepherds, Belgian Malinois, and Alabai dogs. Alabai showed the largest body dimensions, while Malinois were the smallest across most parameters. Different degrees of sexual dimorphism were observed: the most pronounced was found in the Alabai (a 29.6% difference in body weight between females and males), while the least pronounced was in the Belgian Shepherds (20.7%). German Shepherds were characterized by elongated bodies and voluminous chests, indicating a strong and enduring constitution. The Malinois had a more compact body structure and deeper chests, contributing to their agility and speed. Alabai dogs exhibited a massive build with high indices of bone robustness and overall massiveness, which denotes strength but limits speed and flexibility.

The evaluation of body composition indices allowed for a more objective characterization of the breeds according to constitutional type. The format index was highest in German Shepherds, indicating a more elongated body type. Leg length and head length indices were higher in German and Belgian Shepherds compared to the Alabai. Correlations were found between exterior traits and working abilities. An increase in linear body dimensions generally correlated with a decrease in performance scores for specialized tasks ($r = -0.20$ to -0.57), such as area search, tracking, and object retrieval. An exception was the muzzle length, which showed a positive correlation with most specialized skills ($r = +0.32$ to $+0.48$), confirming its importance in search-related activities. Additionally, larger dogs required more time to complete obstacle courses ($r = +0.54$ to $+0.72$), which is a critical factor in selecting animals for operations in extreme conditions.

Overall, the findings confirm the appropriateness of using dogs of different breeds based on the specific requirements of service tasks. The German Shepherd appears to be a versatile breed with a well-balanced combination of exterior features and functional abilities. The Belgian Shepherd is more suited for dynamic assignments, while the Alabai proves effective in guarding stationary facilities. This study may be beneficial to professionals in canine services involved in the selection, training, and effective deployment of service dogs within security operations.

Key words: service dogs, German Shepherd, Belgian Shepherd, Alabai, exterior traits, body composition indices, working abilities, sexual dimorphism, correlation, training.

Постановка проблеми. У сучасних умовах зростаючої потреби у використанні службових собак у сфері охорони, правопорядку та безпеки особливої актуальності набуває об'єктивна оцінка їхніх екстер'єрних показників та робочих якостей. Попри багатофункціональне використання собак різних порід, недостатньо досліджено взаємозв'язок між морфологічними характеристиками і ефективністю при виконанні специфічних завдань. Відсутність чітких критеріїв для порівняльної оцінки порід ускладнює процес селекції, підготовки та використання собак у безпеці, що зумовлює потребу наукового обґрунтування вибору породи залежно від завдань на основі аналізу екстер'єру, індексів тілобудови та рівня спеціалізованих навичок.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Упродовж останніх десятиліть питання відбору, підготовки та ефективного використання службових собак привертає значну увагу дослідників. Одним із ґрунтовних джерел з цієї тематики є монографія Helton W.S. [1], яка системно висвітлює питання ергономіки службових собак, акцентуючи на зв'язку між екстер'єрними особливостями та функціональною ефективністю. Автор підкреслює, що такі морфологічні параметри, як довжина кінцівок, маса тіла, пропорції тулуба та форма черепа, безпосередньо впливають на здатність собак виконувати завдання з пошуку, переслідування та затримання. Це підтверджує необхідність у стандартизованих підходах до селекції собак для спеціалізованої служби.

Встановлено, що після інтенсивної фізичної активності здатність собак до виявлення вибухових речовин суттєво знижується. Це є критично важливим фактором у плануванні тренувань і служби, оскільки перевтома може знижувати ефективність виконання ключових завдань, особливо у підрозділах вибухотехнічної служби або рятувальних операціях [2].

Іншим значущим аспектом є реакція службових собак на стресові умови утримання, зокрема вольєрне утримання та тимчасову ізоляцію. Інші автори дійшли висновку, що попереднє звикання до умов ізоляції може суттєво зменшити рівень стресу. Таким чином, адаптаційний період має бути обов'язковим компонентом підготовки службових тварин [3].

Встановлено, що собаки великих порід із масивною статуєю зазвичай мають труднощі з подоланням смуги перешкод через обмежену здатність до високих стрибків і швидкого бігу, тоді як більш легкі та компактні породи, як-от німецькі чи особливо бельгійські вівчарки, демонструють значно кращі результати в таких вправах [4, 5].

У сукупності, зазначені джерела підкреслюють важливість комплексного підходу до оцінювання службових собак – з урахуванням морфологічних, фізіологічних та поведінкових параметрів. Актуальність подальших досліджень у цьому напрямі зумовлена постійною потребою в ефективних робочих тваринах у системі безпеки, оборони та надзвичайних ситуацій.

Постановка завдання. У дослідженні розглядалися службові собаки розплідника: 12 німецьких вівчарок, 6 бельгійських вівчарок (малінуа) та 6 середньо-азіатських вівчарок (алабай). Метою роботи було встановлення взаємозв'язків між екстер'єрними ознаками та службовими якостями собак у розплідникових умовах.

Для досягнення цієї мети ставилися такі завдання: проаналізувати живу масу та лінійні розміри собак різних порід і статей; оцінити їх робочі якості; вивчити кореляції між тілобудовою та службовими характеристиками; надати практичні рекомендації для кінологічного розплідника.

Дослідження базувалися на інформації з особових справ собак. Проміри тіла проводили у віці 24 місяці, за якими розраховували індекси будови. Обробку отриманих даних та дисперсійний аналіз виконували у Microsoft Excel (Windows 10). Статистичну значущість результатів визначали за рівнями $P < 0,05$ (*), $P < 0,01$ (**), $P < 0,001$ (***)

Виклад основного матеріалу дослідження. Оцінювання службових собак має ключове значення, оскільки від нього залежить їх ефективність у загальному курсі дресирування, а також у спеціалізованих напрямках, зокрема в охороні та затриманні порушників, наприклад, у межах виправних установ. Використання собак у колоніях обумовлене потребою підвищення рівня безпеки в умовах, де традиційні засоби охорони можуть бути недостатньо ефективними. У дослідженні розглядалися три породи: німецька вівчарка, бельгійська вівчарка (малінуа) та середньоазіатська вівчарка (алабай) (табл. 1).

Жива маса дослідних собак варіювалася залежно від породної належності та відповідала встановленим стандартам. Найвищі показники маси тіла зафіксовано у собак породи середньоазіатська вівчарка (алабай), тоді як найменші – у представників бельгійської вівчарки (малінуа). Найбільш виражений статевий диморфізм за живою масою спостерігався серед алабаїв: маса сук становила 50,0 кг, що на 29,6% менше порівняно з кобелями. У німецьких та бельгійських вівчарок ступінь статевого диморфізму був нижчим: перевага живої маси кобелів над

суками становила 16,5% і 20,7% відповідно. Лінійний ріст собак має спадкову природу та варіює залежно від породної належності та статі. Найвищі абсолютні показники більшості промірів, за винятком довжини морди, були зафіксовані у кобелів породи алабай, які значно переважали представників інших порід. Водночас кобелі німецької вівчарки за косою довжиною тулуба (72,5 см) та довжиною голови (25,2 см) не поступались алабаям. Суки породи алабай за більшістю лінійних промірів мали аналогічні значення до кобелів німецької та бельгійської вівчарок, а за обхватом грудей (91,2 см) і п'ястка (13,0 см) переважали їх на 10,1–18,4% та 12,6–13,8% відповідно.

Таблиця 1

Жива маса та лінійний ріст службових порід собак

Показник	Порода					
	німецька вівчарка		бельгійська вівчарка (малінуа)		середньоазіатська вівчарка (алабай)	
	сука	кобель	сука	кобель	сука	кобель
Кількість тварин, гол.	3	8	3	3	3	4
Жива маса, кг	31,33±1,86	37,50±0,63	23,00±1,97	29,00±1,92	50,00±1,85	71,00±1,83
Висота в холці, см	57,53±1,57	63,06±0,57	58,12±2,12	62,10±2,41	65,00±2,47	74,00±2,31
Висота в крижах, см	52,20±1,85	58,06±0,57	56,02±2,86	60,12±2,57	64,12±2,46	73,00±2,31
Коса довжина тулуба, см	66,20±1,80	72,51±0,66	58,00±2,71	62,01±2,18	68,30±2,81	77,70±2,42
Глибина грудей, см	26,47±0,73	29,01±0,26	29,05±2,69	31,00±2,54	36,10±2,34	41,10±1,27
Обхват грудей, см	74,80±2,03	81,98±0,75	69,60±2,76	74,40±2,53	91,20±2,73	103,60±3,23
Довжина голови, см	23,03±0,64	25,23±0,23	23,20±1,97	24,80±1,79	22,80±1,14	25,90±0,81
Довжина морди, см	11,83±0,22	12,63±0,12	11,60±1,36	12,40±0,52	10,30±1,14	10,53±0,34
Довжина передньої ноги, см	31,67±0,84	34,71±0,31	31,90±1,51	34,10±1,69	33,20±1,73	37,75±1,18
Обхват п'ястку, см	9,80±0,26	11,36±0,10	9,30±0,25	11,20±0,31	13,00±0,56	14,80±0,46

Довжина морди у кобелів німецької та бельгійської вівчарок перевищувала відповідний показник сук на 4,6–8,2%, а також була більшою порівняно з алабаями обох статей – на 15,0–18,4%. Статевий диморфізм щодо лінійних промірів спостерігався у німецьких і бельгійських вівчарок, проте міжпородні відмінності були найвиразнішими за косою довжиною тулуба та розвитком грудної клітки. Собаки породи німецька вівчарка мали більш видовжену статуру та об'ємну грудну клітку: серед сук ці переваги становили 12,4% і 6,9%, серед кобелів – 14,5% і 9,2% відповідно. Натомість глибші груди були притаманні бельгійській вівчарці – на 8,9%

у сук і на 6,4% у кобелів порівняно з відповідними статевими групами німецьких вівчарок.

Пропорційність розвитку тварин доцільніше оцінювати за індексами будови тіла, оскільки вони точніше відображають конституційні відмінності між особинами, ніж абсолютні розміри (табл. 2).

За індексом формату найвищі значення спостерігались у німецьких вівчарок (115,06 та 114,99), що перевищували відповідні показники інших порід на 8,7–13,1%. Найкомпактнішою за цим індексом виявилась бельгійська вівчарка (малінуа). Алабаям були притаманні вищі індекси костистості (20,0) та масивності (140,0), що на 9,7–19,9% і 7,1–14,3% перевищували показники вівчарок відповідно. Індокси високоногості (55,0) та довгоголовості (40,0) були однаковими у німецьких та бельгійських вівчарок, перевищуючи значення цих показників у алабайів на 7,3% і 12,5% відповідно.

Для виявлення залежності між показниками тілобудови та оцінкою робочих якостей службових собак було проведено кореляційний аналіз.

Таблиця 2

Індокси будови тіла службових порід собак

Індекс	Порода					
	німецька вівчарка		бельгійська вівчарка (малінуа)		середньоазіатська вівчарка (алабай)	
	сука	кобель	сука	кобель	сука	кобель
Формату (розтягнутості)	115,06	114,99	100,00	100,00	105,08	105,00
Костистості	17,03	18,02	16,03	18,06	20,00	20,00
Високоногості	55,04	55,04	55,00	55,00	51,08	51,01
Масивності	130,01	129,99	120,00	120,00	140,00	140,00
Довгоголовості	40,03	40,00	40,00	40,00	35,08	35,00

За сукупністю усіх досліджених порід встановлено тенденцію: зі збільшенням живої маси та лінійних розмірів знижується комплексна оцінка за спеціальними навичками ($r = -0,20 \dots -0,57$), зокрема щодо здатності до роботи по сліду, вибору людини чи предмета, обшуку місцевості або приміщення ($r = -0,03 \dots -0,72$). Найсильніші негативні кореляції виявлено з оцінкою навичок обшуку місцевості ($r = -0,40 \dots -0,72$). Винятком є довжина морди, яка демонструє позитивну залежність з більшістю спеціальних навичок ($r = +0,32 \dots +0,48$): чим довша морда, тим кращі пошукові здібності. Встановлено також, що більші за розмірами собаки витрачають більше часу на подолання смуги перешкод ($r = +0,54 \dots +0,72$), причому особливо виразні зв'язки за довжиною тулуба, обхватом грудей та п'ястка. Кореляція між розмірами собак і рівнем їх загальної підготовки має слабку негативну залежність ($r = -0,01 \dots -0,18$), а вплив морфометричних параметрів на якість затримання – низький ($r = +0,05 \dots +0,20$).

Встановлено взаємозв'язки окремо для певних порід. Групу собак німецької та бельгійської вівчарок об'єднано через схожість у виконанні завдань з пошуку та затримання, де основними вимогами є добрий нюх, швидкість і ефективність затримання. Виявлено негативний зв'язок між розмірами собак цих порід і їхніми пошуковими здібностями ($r = -0,05 \dots -0,54$): зі збільшенням живої маси та

лінійних розмірів погіршується робота зі слідом та обшук місцевості. Водночас, збільшення розміру кістяка та лінійних показників знижує ефективність подолання смуги перешкод ($r = +0,37...+0,74$), але покращує здатність до затримання. Інші навички не виявили значних залежностей, що робить їх менш значущими для оцінки.

Для групи собак породи алабай встановлено значні взаємозв'язки. Зі збільшенням розміру собаки знижується оцінка за загальний курс дресирування ($r = -0,14...-0,72$), ускладнюється проходження смуги перешкод ($r = +0,26...+0,72$), але покращується комплексна оцінка за спеціальними навичками ($r = +0,18...+0,67$), зокрема навичка затримання ($r = +0,32...+0,89$). Більший обхват грудей свідчить про більший обсяг легень, що дозволяє собаці довше триматися під час затримання, не послаблюючи хватку. З іншого боку, збільшення довжини морди негативно впливає на навички опрацювання сліду ($r = -0,65$) та затримання ($r = -0,85$), але дозволяє швидше проходити смугу перешкод ($r = -0,89$). Особливістю породи є широка морда, що забезпечує потужну хватку, проте з її збільшенням ефективність затримання погіршується, що важливо враховувати при відборі собак для служби.

Отже, проведений кореляційний аналіз виявив наявність зв'язків між розвитком тілобудови собак різних порід та їх робочими навичками, що може сприяти підвищенню ефективності відбору собак для службової роботи. Для визначення впливу живої маси собак і їх лінійних розмірів на оцінку службової роботи було проведено однофакторний дисперсійний аналіз. Результати показали, що частка впливу живої маси на оцінку службової роботи варіювала від 2,1% до 58,4% (табл. 3).

Згідно з отриманими результатами, найбільш значущим є вплив живої маси на час проходження смуги перешкод (58,35%, $P < 0,001$), пророблення сліду (47,26%, $P < 0,01$) та обшук місцевості і приміщень (37,67%, $P < 0,05$).

Таблиця 3

**Однофакторний дисперсійний аналіз впливу живої маси
на оцінку службової роботи собак, %**

Оцінка службової роботи собак	Сума квадратів (SS)	Сила впливу (η^2 , %)	F
Загальні навички	34,77	2,50	0,21
Комплексна оцінка за спеціальними навичками:	23402,02	36,74*	4,64
– пророблення сліду	11992,35	47,26**	7,17
– вибір людини	286,24	14,75	1,38
– вибір предмета	407,23	12,92	1,19
– обшук місцевості, приміщення	684,52	37,67*	4,83
– затримання	59,39	2,05	0,17
– час проходження смуги перешкод	2618,41	58,35***	11,21

Примітка: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$

Встановлено суттєвий та високовірогідний вплив (табл. 4) косої довжини тулуба, обхвату грудей та п'ястку на швидкість проходження смуги перешкод

(55,09%...58,88%, $P<0,001$), а також обхвату п'ястку на ефективність обшуку місцевості та приміщень (60,03%, $P<0,001$).

З дещо меншою достовірністю спостерігається вплив косої довжини тулуба на пророблення сліду (44,92%, $P<0,001$), комплексну оцінку спеціальних навичок (31,76%, $P<0,05$) та обшук місцевості (37,21%, $P<0,05$). Вплив обхвату грудей на комплексні спеціальні навички, а також на пророблення сліду та обшук місцевості має достовірну частку впливу (34,93%...37,67%, $P<0,05$). Довжина морди значно впливає на обшук місцевості (35,86%, $P<0,05$), але на інші показники її вплив є менш значним і варіюється в межах 0,63...26,99%. Найменший вплив лінійних розмірів собак спостерігається на навички затримання (1,45...3,43%) та вибір предмета (5,54...14,45%).

Таблиця 4

Однофакторний дисперсійний аналіз впливу промірів тілобудови на оцінку службової роботи собак, %

Оцінка службової роботи собак	Коса довжина тулуба		Обхват грудей		Довжина морди		Обхват п'ястку	
	η^2 , %	F	η^2 , %	F	η^2 , %	F	η^2 , %	F
Загальні навички	1,23	0,10	2,50	0,21	0,63	0,04	5,56	0,47
Спеціальні навички:	31,76*	3,72	36,74*	4,64	26,99	2,96	34,26*	4,17
– пророблення сліду	44,92**	6,52	34,93*	3,49	26,06	2,82	27,92	3,10
– вибір людини	9,09	0,80	14,75	1,38	19,07	1,88	20,21	2,03
– вибір предмета	5,54	0,47	12,92	1,19	9,20	0,81	14,45	1,35
– обшук місцевості, приміщення	37,21*	4,74	37,67*	4,83	35,86*	4,47	60,03***	12,01
– затримання	3,43	0,28	2,05	0,17	2,56	0,21	1,45	0,12
– час проходження смуги перешкод	55,09***	9,81	58,35***	11,21	17,38	1,68	58,88***	11,45

На основі дослідження кореляційних зв'язків та сили впливу живої маси і лінійних розмірів на оцінку службових якостей собак можна зробити висновок, що збільшення розміру собаки погіршує його здатність виконувати пошукову роботу та проходити смугу перешкод, однак сприяє кращим результатам у затриманні та вартовій службі.

Висновки і пропозиції. Отже, для виконання завдань у специфічних умовах, таких як робота в розплідниках або на блоктах, доцільно використовувати собак більших розмірів, зокрема породи алабай, оскільки їхня фізична потужність дозволяє ефективно виконувати функцію зупинки правопорушника під час спроби втечі або перешкоджання руху через огороження, ворота тощо. Водночас, для завдань, які вимагають більшої швидкості та маневреності, таких як переслідування зловмисника на відстані, доцільно застосовувати легших і більш рухливих собак, наприклад, порід німецька чи бельгійська вівчарка, що забезпечить ефективне виконання пошукових і переслідувальних функцій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Helton W.S. Canine ergonomics: The science of working dogs. CRC Press. 2009. 366 p. <https://doi.org/10.1201/9781420079920>
2. Gazit I., & Terkel J. Explosives detection by sniffer dogs following strenuous physical activity. *Applied Animal Behaviour Science*, 81(2), 2003. P. 149–161. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(02\)00274-5](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(02)00274-5)
3. Rooney N.J., Gaines S.A., & Bradshaw J.W.S. Behavioural and glucocorticoid responses of dogs (*Canis familiaris*) to kennelling: Investigating mitigation of stress by prior habituation. *Physiology & Behavior*, 92(5), 2007. P. 847–854. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2007.06.011>
4. Ведмеденко О.В., Воїнова О.В. Оцінка впливу породи та статі на робочі якості службових собак. *Таврійський науковий вісник: Науковий журнал*. Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2024. (категорія Б). Вип. 136. С. 214–221. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.26>
5. Ведмеденко О.В., Воїнова О.В. Оцінка службових якостей собак в умовах розплідника службового собаківництва. *Сучасні аспекти технології виробництва і переробки продукції тваринництва та їх перспективи* : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, 21–22 березня 2024 р., Миколаїв. 2024. С. 37–39. <https://dspace.ksaeu.kherson.ua/handle/123456789/9660>

УДК 636.2.084:591.5:631.363

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.25>

ПРОДУКТИВНІСТЬ, ЯКІСНИЙ СКЛАД МОЛОКА ТА ДИНАМІКА ВГОДОВАНOSTІ КОРІВ ЗА ВИКОРИСТАННЯМ РІЗНИХ ЗАСОБІВ МЕХАНІЗАЦІЇ ТА АВТОМАТИЗАЦІЇ ГОДІВЛІ

Гоцуляк В.Л. – аспірант кафедри технології виробництва молока і м'яса,
Білоцерківський національний аграрний університет
orcid.org/0009-0007-5577-4627

Борщ О.В. – к.с.-г.н.,
доцент кафедри технології виробництва молока і м'яса,
Білоцерківський національний аграрний університет
orcid.org/0000-0001-5174-1309

Ластовська І.О. – к.с.-г.н.,
доцент кафедри технології виробництва молока і м'яса,
Білоцерківський національний аграрний університет
orcid.org/0000-0003-0763-8528

Борщ О.О. – д.с.-г.н.,
професор кафедри технології виробництва молока і м'яса,
Білоцерківський національний аграрний університет
orcid.org/0000-0002-8450-2109

Метою цієї праці було вивчити вплив використання кормових станцій на показники надою за лактацію, вмісту поживних речовин молока та динаміку вгодованості молочних корів. Дослідження проводили на двох фермах господарства ТДВ «Терезине»: центральне відділення та відділення вільнотарасівське. На першій фермі корів ($n=787$) утримують безприв'язно-боксово, доїння відбувається у доїльному залі на установці «Паралель» двічі на добу. Роздавання повнораціонних кормосумішей здійснюється двічі на добу (о 08.00 та 17.00) на кормовий стіл. На другій фермі тварин ($n=443$) утримують безприв'язно-боксово, доїння відбувається добровільно на 8 роботах-автоматах DeLaval (Швеція). Для проведення дослідження на кожній із ферм було сформовано по групі корів ($n=87$ та $n=97$) другої та третьої лактації. Середня продуктивність тварин становила $32,3 \pm 0,61$ кг. Встановлено, що використання кормових станцій для згодовування концентрованих кормів високопродуктивним коровам позитивно вплинуло на продуктивність за кожен окремий місяць (була вищою на 21–93 кг) та за лактацію в цілому (підвищилась на 448 кг). За варіанту згодовування концентрованого корму з кормового столу та на кормових станціях спостерігали дещо вищий на 0,1% середній вміст білка та лактози у молоці. Проте вміст жиру та енергетична цінність молока були вищими на 0,1% та 0,01 Мкал/кг за варіанту згодовування концентрованого корму з кормового столу. У досліджуваному молоці більш оптимальне відношення жиру до білка (1,20:1) спостерігали за варіанту згодовування концентрованого корму з у суміші з кормового столу. Динаміка вгодованості та стану кінцівок упродовж лактації за обох варіантів згодовування концентрованого корму носила однаковий характер, та була в межах рекомендованих значень. Достовірної різниці між господарствами залежно від варіанту згодовування концентрованого корму встановлено не було.

Ключові слова: молочні корови, механізація та автоматизація роздавання кормів, самохідний кормозмішувач-роздавач Siloking, кормові станції, продуктивність, склад молока, вгодованість, стан кінцівок.

Gotsuliak V.L., Borshch O.V., Lastovska I.O., Borshch O.O. Productivity, milk quality composition and dynamics of cow fattening using various means of mechanization and automation of feeding

The aim of this work was to study the effect of using feeding stations on lactation yield, milk nutrient content and fattening dynamics of dairy cows. The research was conducted on two farms of the Terezine Dairy Farm: the central department and the Vlnotarasiivske department. On the first farm, cows ($n=787$) are kept in a loose-boxed manner; milking takes place in the milking parlor on the Parallel installation twice a day. Distribution of complete feed mixtures is carried out twice a day (at 08.00 and 17.00) on the feeding table. On the second farm, animals ($n=443$) are kept in a loose-boxed manner; milking takes place voluntarily on 8 DeLaval (Sweden) robots. For the research, a group of cows ($n=87$ and $n=97$) of the second and third lactations was formed on each farm. The average productivity of animals was 32.3 ± 0.61 kg. It was found that the use of feeding stations for feeding concentrated feed to high-yielding cows had a positive effect on productivity for each individual month (it was higher by 21–93 kg) and for lactation as a whole (increased by 448 kg). In the variant of feeding concentrated feed from the feed table and at feeding stations, the average protein and lactose content in milk was slightly higher by 0.1%. However, the fat content and energy value of milk were higher by 0.1% and 0.01 Mcal/kg in the variant of feeding concentrated feed from the feed table. In the studied milk, a more optimal fat to protein ratio (1.20:1) was observed in the variant of feeding concentrated feed with a mixture from the feed table. The dynamics of fatness and limb condition during lactation for both options for feeding concentrated feed were of the same nature and were within the recommended values. No significant difference between farms depending on the option for feeding concentrated feed was established.

Key words: dairy cows, mechanization and automation of feed distribution, self-propelled feed mixer-distributor Siloking, feed stations, productivity, milk composition, fatness, limb condition.

Актуальність теми дослідження. Щоб більшою мірою реалізувати генетичний потенціал тварин необхідно створювати міцну кормову базу, збалансовувати раціони за основними поживними, мінеральними і біологічно активними речовинами [1, с. 39; 2, с. 7]. Однією із проблем сучасного тваринництва є підвищення продуктивності тварин за рахунок вищої ефективності використання поживних речовин корму. Цього можна досягти шляхом підвищення обміну речовин в організмі тварини та ефективності використання обмінної енергії корму, збільшення трансформації поживних речовин корму на продукцію за рахунок застосування нових технологій підготовки кормів до згодовування та сучасних способів нормування і згодовування кормів.

Повноцінність раціону – важлива умова у годівлі високопродуктивних корів та запорука високої молочної продуктивності. Для розробки раціонів годівлі використовуються норми, засновані на потребі корів у поживних речовинах. Щодня кожна тварина повинна споживати певну кількість білків, амінокислот, клітковини, крохмалю, жирів, цукру, вітамінів, мікроелементів та мінеральних речовин. Але оскільки точно визначити надходження тих чи інших елементів досить складно, алгоритми годівлі для великої рогатої худоби розробляються з урахуванням лише основних показників [3, с. 61; 4, с. 3].

Організація раціональної годівлі молочної худоби ґрунтується на знанні потреб в енергії, поживних та біологічно активних речовинах, необхідних для синтезу молока, збереження в нормі відтворювальних функцій та здоров'я. Потреба в поживних речовинах залежить від живої маси, рівня продуктивності, фізіологічного стану, віку тварини та інших факторів. Упродовж лактації характер та інтенсивність процесів, пов'язаних з утворенням молока, зазнають суттєвих змін [5, с. 373; 6, с. 10]. Високопродуктивні корови особливо велику потребу в енергії та поживних речовинах відчувають після отелення, коли поживні речовини раціону

не покривають витрат, які йдуть на синтез молока. У зв'язку з цим на початку лактації у них часто спостерігається значний дефіцит енергії, для покриття якого організм інтенсивно використовує запаси поживних речовин, що відкладені в тілі. Проте інтенсивна мобілізація депонованого жиру в цей період і нестача вуглеводів для повноцінної утилізації жирних кислот можуть призвести до утворення великої кількості недоокислених продуктів, порушення обміну речовин та зниження продуктивності [7, с. 7; 8, с. 897].

Сьогодні для забезпечення нормованої годівлі тварин застосовують згодовування коровам повнораціонних кормосумішей, до складу яких входять кукурудзяний силос, сінаж, сіно (солома) і концентровані корми [9, с. 205; 10, с. 114]. Основним недоліком такого способу годівлі є неможливість індивідуальної нормованої годівлі корів згідно з їх потребою, у зв'язку з труднощами формування однорідних за потребою груп тварин. Для підвищення ефективності способу згодовування кормів у вигляді кормосумішей застосовують різні варіанти годівлі з неповним використанням кормосумішей; одним з найпоширеніших з них є застосування основної кормосуміші плюс індивідуальне згодовування комбікорму на комп'ютеризованих кормових станціях [11, с. 25]. Такий варіант дає можливість зменшити вартість і підвищити окупність раціону, зменшити втрати поживних речовин корму в організмі високопродуктивних корів завдяки підвищенню їх перетравності і продуктивної дії, збільшити добові надої корів на 4–6 кг, при цьому не потрібно вирівнювати групи корів за продуктивністю.

Метою цієї роботи було вивчити вплив використання кормових станцій на показники надою за лактацію, вмісту поживних речовин молока та динаміку вгодованості молочних корів.

Методика досліджень. Дослідження проводили на двох фермах господарства ТДВ «Терезине»: центральне відділення та відділення вільнотарасівське. На першій фермі корів ($n=787$) утримують безприв'язно-боксово, доїння відбувається у доїльному залі на установці «Паралель» двічі на добу. Роздавання повнораціонних кормосумішей здійснюється двічі на добу (о 08.00 та 17.00) на кормовий стіл. На другій фермі тварин ($n=443$) утримують безприв'язно-боксово, доїння відбувається добровільно на 8 роботах-автоматах DeLaval (Швеція). Середня кратність доїння на фермі становить 2,73 рази на добу. Годівля тварин здійснюється загальнозмішаними кормосумішами двічі на добу (о 09.00 та 18.00) з роздаванням на кормовий стіл. Проте частину концентрованого корму у вигляді гранул тварини отримують індивідуально під час доїння та на кормових станціях (по 3 станції у 4 відділеннях) розташованих у зоні відпочинку тварин. Частота отримання та кількість концентрованого корму залежать від таких показників як стадія лактації, надій, вік, фізіологічних стан. Автоматичні кормові станції дозволяють точно видавати кожній тварині добову норму комбікорму залежно від їхньої продуктивності (понад кількості, включеної до кормосуміші), але не більше 1 кг за 1 раз у вигляді кількох разових доз. Кратність споживання комбікорму може становити 5–6 годин на добу через 3-годинний інтервал.

Для проведення дослідження на кожній із ферм було сформовано по групі корів ($n=87$ та $n=97$) другої та третьої лактацій. Середня продуктивність тварин становила $32,3 \pm 0,61$ кг. Середні добові та місячні надої визначали за даними автоматизованої системи обліку стада DelPro. Вміст жиру, білка та лактози визначали в лабораторіях ферм на приладі Milkotester Lactomat Rapid S (Болгарія). Енергетичну цінність молока визначали за методикою NRC (2001).

Вгодованість тварин визначали щомісячно за методикою Edmonson et al., (1989) [12, с. 68]. Оцінку стану кінцівок визначали щомісячно за методикою Sprecher et al., (1997) [13, с. 1179].

Матеріали досліджень обробляли методом варіаційної статистики на основі розрахунку середнього арифметичного (М), середньоквадратичної похибки (m) та достовірності різниці між порівнюваними показниками (Р). Вірогідність отриманих результатів і різницю між показниками розраховували за *t*-критерієм Стюдента. Для показу вірогідності в таблицях прийнято умовні позначення $P \geq 0,95$; $P \geq 0,99$; $P \geq 0,999$, які у статті відповідно позначені зірочками (*, **, ***).

Результати досліджень. Встановлено, що упродовж лактаційного періоду на фермі з годівлею корів повнораціонними кормосумішами з кормового столу у поєднанні з індивідуальною підгодівлею концкормами на кормових станціях, молочна продуктивність за кожен окремий місяць була дещо вищою, ніж за варіанту де концентровані корми згодовували тільки у кормосуміші з кормового столу (табл. 1). В цілому за комбінованого варіанту згодовування концентрованого корму середня продуктивність за лактацію була більшою на 448 кг, а за добу від 0,5 до 3,1 кг відповідно. У корів обох ферм пік продуктивності припадав на 2–3 місяці лактації.

Таблиця 1

**Молочна продуктивність корів залежно від варіанту
згодовування концентрованого корму**

Місяці лактації	Варіант згодовування концентрованого корму			
	з кормового столу		з кормового столу + на кормових станціях	
	за період	середнє за добу	за період	середнє за добу
1	1067±8,9	35,5±0,38	1123±7,2	37,4±0,42**
2	1221±5,7	40,7±0,26	1259±8,1	41,8±0,19***
3	1192±12,6	39,7±0,56	1234±8,4	41,1±0,33*
4	1156±7,7	38,5±0,47	1189±9,2	39,6±0,29
5	1088±9,5	36,2±0,35	1137±8,8	37,9±0,43***
6	1080±11,2	35,9±0,33	1108±12,0	36,9±0,24
7	927±7,6	31,2±0,29	983±7,9	32,7±0,33***
8	881±9,7	29,4±0,20	902±8,6	30,1±0,41
9	807±12,5	26,9±0,23	839±7,8	27,9±0,17***
10	624±9,9	20,8±0,25	717±7,7	23,9±0,28***
В цілому за лактацію	10043± 47,8	33,48±0,39	10491± 63,4	34,94±0,56*

Примітки. * $P \geq 0,95$; ** $P \geq 0,99$; *** $P \geq 0,999$ порівняно з варіантом згодовування концентрованого корму з кормового столу.

При аналізі динаміки вмісту поживних речовин у молоці корів за обох варіантів згодовування концентрованого корму, встановлено зниження їхньої концентрації на піку молочної продуктивності (2–3 місяць лактації) з подальшим порівняно

поступовим збільшенням починаючи з третього місяця та до закінчення лактації (табл. 2 і 3). Відповідно подібну динаміку спостерігали за показником енергетичної цінності молока. За варіанту комбінованого згодовування концентрованого корму з кормового столу та на кормових станціях спостерігали вищий на 0,1% середній вміст білка та лактози у молоці. Проте вміст жиру та енергетична цінність молока були вищими на 0,1% та 0,01 Мкал/кг за варіанту згодовування концентрованого корму у суміші з кормового столу.

Таблиця 2

Показники якості молока корів за варіанту згодовування концентрованого корму у кормосуміші з кормового столу

Місяці лактації	Масова частка, %			Енергетична цінність молока, Мкал/кг
	жиру	білка	лактози	
1	4,2±0,01	3,5±0,04	4,4±0,02	0,75±0,006
2	4,2±0,02	3,6±0,05	4,5±0,01	0,77±0,005
3	4,3±0,02	3,6±0,06	4,6±0,02	0,79±0,006
4	4,3±0,02	3,6±0,05	4,6±0,02	0,79±0,005
5	4,3±0,01	3,6±0,05	4,6±0,03	0,79±0,007
6	4,3±0,03	3,6±0,04	4,6±0,02	0,79±0,007
7	4,4±0,02	3,6±0,05	4,6±0,02	0,80±0,006
8	4,4±0,02	3,6±0,05	4,6±0,03	0,80±0,008
9	4,4±0,02	3,7±0,05	4,6±0,02	0,81±0,006
10	4,4±0,01	3,7±0,06	4,7±0,02	0,82±0,005
В цілому за лактацію	4,3±0,02	3,6±0,05	4,6±0,02	0,79±0,006
Синтезовано за лактацію, кг	431,84	361,54	462,02	-

В цілому за лактацію за варіанту комбінованого згодовування концентрованого корму з кормового столу та на кормових станціях із молоком виділено 440,62 кг жиру, 388,16 кг білка та 503,56 кг лактози, що на 8,78; 26,62 та 41,54 кг відповідно більше, ніж за варіанту згодовування концентрованого корму лише у складі кормосуміші з кормового столу.

У таблиці 4 наведено вміст та співвідношення поживних речовин у молоці корів досліджуваних ферм у середньому за лактацію.

Співвідношення поживних речовин у молочній сировині відбивається на його технологічних параметрах. У досліджуваному молоці відношення жиру до білка знаходиться в межах 1,20:1 за варіанту згодовування концентрованого корму у суміші з кормового столу (табл. 4) та 1,14:1 за комбінованого згодовування концентрованих кормів з кормового столу та на кормових станціях. Щодо співвідношення білка до жиру, то тенденція мала протилежний характер. Так, за варіанту згодовування концентрованого корму з кормового столу та на кормових станціях співвідношення було дещо вищим (на 0,044) порівняно з варіантом згодовування концентрованого корму лише з кормового столу.

Таблиця 3

Показники якості молока корів за варіанту згодовування концентрованого корму у кормосуміші з кормового столу та на кормових станціях

Місяці лактації	Масова частка, %			Енергетична цінність молока, Мккал/кг
	жиру	білка	лактози	
1	4,1±0,02	3,6±0,01	4,6±0,02	0,75±0,003
2	4,2±0,03	3,6±0,01	4,6±0,02	0,77±0,004
3	4,2±0,02	3,7±0,02	4,7±0,01	0,78±0,005
4	4,2±0,02	3,7±0,02	4,7±0,02	0,78±0,005
5	4,2±0,04	3,7±0,02	4,7±0,02	0,78±0,005
6	4,2±0,02	3,7±0,02	4,7±0,02	0,78±0,005
7	4,2±0,02	3,7±0,02	4,7±0,01	0,78±0,005
8	4,2±0,02	3,8±0,03	4,7±0,02	0,79±0,005
9	4,3±0,01	3,8±0,02	4,8±0,02	0,81±0,005
10	4,4±0,02	3,8±0,03	4,8±0,03	0,82±0,006
В цілому за лактацію	4,2±0,02	3,7±0,02	4,7±0,02	0,78±0,005
Синтезовано за лактацію	440,62	388,16	503,56	-

Таблиця 4

Вміст і відношення поживних речовин у молоці корів залежно від варіанту згодовування концентрованого корму

Показатели	Варіант згодовування концентрованого корму	
	з кормового столу	з кормового столу та на кормових станціях
масова частка жиру, %	4,3±0,03	4,2±0,03**
масова частка білка, %	3,6±0,05	3,7±0,02*
масова частка лактози, %	4,6±0,04	4,7±0,02*
відношення:		
жир : білок	1,20:1	1,14:1
білок : жир	0,837:1	0,881:1

*Примітки. * $P \geq 0,95$; ** $P \geq 0,99$ порівняно з варіантом згодовування концентрованого корму з кормового столу.*

Важливими показниками, котрі характеризують адаптивні ознаки молочних корів та впливають на продуктивні ознаки, є динаміка вгодованості та стану кінцівки упродовж лактації [14, с. 145; 15, с. 258].

Динаміка вгодованості корів упродовж лактації за обох варіантів згодовування концентрованого корму носила однаковий характер: різке зниження у період роздою (на 2–3 місяці лактації), стабільна динаміка упродовж 5–7 місяців та поступове підвищення починаючи із 8 місяця (табл. 5). За варіанту згодовування

концентрованого корму у кормосуміші з кормового столу зниження вгодованості упродовж першого місяця лактації відбувалось більш різко (на 0,50 балів), порівняно з варіантом комбінованого згодовування концентратів з кормового столу й на кормових станціях. За такого варіанту згодовування концентратів вгодованість корів в останній місяць перед запуском також переважала на 0,25 балів порівняно з варіантом, де концентровані корми згодовували з кормового столу й на кормових станціях. Щодо оцінки стану кінцівок, то дещо кращі бали (від 0,08 до 0,11) упродовж всієї лактації спостерігали за варіанту згодовування концентрованого корму лише з кормового столу. Проте достовірної різниці за цим показником залежно від варіанту згодовування концентрованого корму встановлено не було.

Таблиця 5

Вгодованість та стан кінцівок у корів залежно від варіанту згодовування концентрованого корму

Місяці лактації	Варіант згодовування концентрованого корму			
	з кормового столу		з кормового столу + на кормових станціях	
	вгодованість, бал	стан кінцівок, бал	вгодованість, бал	стан кінцівок, бал
1	3,25±0,13	1,55±0,02	3,00±0,03	1,66±0,03***
2	2,75±0,05	1,50±0,03	2,75±0,05	1,50±0,02
3	2,50±0,09	1,50±0,03	2,50±0,06	1,50±0,03
4	2,25±0,09	1,33±0,04	2,50±0,05	1,50±0,03***
5	2,50±0,12	1,33±0,02	2,50±0,04	1,33±0,02
6	2,50±0,08	1,33±0,02	2,50±0,05	1,33±0,02
7	2,50±0,08	1,33±0,02	2,50±0,10	1,33±0,02
8	2,75±0,07	1,25±0,02	2,75±0,09	1,33±0,02
9	2,75±0,11	1,33±0,02	2,75±0,03	1,33±0,01
10	3,00±0,09	1,33±0,01	2,75±0,08**	1,33±0,01
В цілому за лактацію	2,67±0,08	1,37±0,02	2,65±0,05	1,41±0,02

Примітки. ** $P \geq 0,99$; *** $P \geq 0,999$ порівняно з варіантом згодовування концентрованого корму з кормового столу.

Висновки. Використання кормових станцій для згодовування концентрованих кормів високопродуктивним корова позитивно вплинуло на продуктивність за кожен окремий місяць (була вищою на 21–93 кг) та за лактацію в цілому (підвищилась на 448 кг). За варіанту комбінованого згодовування концентрованого корму з кормового столу та на кормових станціях спостерігали дещо вищий (на 0,1%) середній вміст білка та лактози у молоці. Проте вміст жиру та енергетична цінність молока були вищими на 0,1% та 0,01 Мкал/кг за варіанту згодовування концентрованого корму у кормосуміші з кормового столу. У досліджуваному молоці більш оптимальне відношення жиру до білка (1,20:1) спостерігали за варіанту згодовування концентрованого корму у суміші з кормового столу. Динаміка вгодованості та стану кінцівок упродовж лактації за обох варіантів згодовування

концентрованого корму носила однаковий характер і була в межах рекомендованих значень; достовірної різниці за цими показниками залежно від варіанту згодовування концентрованого корму встановлено не було.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Les S.A., Borshch O.V., Kosior L.T., Gutyj B.V. & Borshch O.O. Indicators of the behavior of highly productive cows under the conditions of using feed stations. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*. 2023. Vol. 6(3). P. 39–42. DOI: <https://doi.org/10.32718/ujvas6-3.07>
2. Borshch O.O. & Borshch O.V. The influence of changing conditions for keeping and cows' milking on their behavior, productivity and condition. *Research for Rural Development*. 2022. Vol. 37. P. 7–12. DOI: <https://doi.org/10.22616/rrd.28.2022.00110>.
3. Ruban S., Borshch O.O., Borshch O.V., Orischuk O., Balatskiy Y., Fedorchenko M., Kachan A. & Zlochevskiy M. The impact of high temperatures on respiration rate, breathing condition and productivity of dairy cows in different production systems. *Animal Science Papers and Reports*. 2020. Vol. 38(1). P. 61–72.
4. Borshch O.O., Ruban S., Borshch O.V., Matvieiev M., Prudnikov V., Sobolev O., Bilkevych V. & Fedorchenko M. (2024). Cow behaviour and milk yield during different categories temperature-humidity indices. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 2024. Vol. 35(1). Article number: e25305 DOI: <https://doi.org/10.15381/rivep.v35i1.25305>
5. Ruban S., Danshyn V., Matvieiev M., Borshch O.O., Borshch O.V. & Korol-Bezpala L. Characteristics of lactation curve and reproduction in dairy cattle. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2022. Vol. 70(6). P. 373–382. DOI: <https://doi.org/10.11118/actaun.2022.028>
6. Borshch O.V., Ruban S., Kostenko V., Borshch O.O., Cherniavskiy O., Korol-Bezpala L., Fedorchenko M., & Matvieiev M. Effects of different cooling systems on cows' behaviour and comfort during the hot period. *Veterinarija ir Zootechnika*. 2022. Vol. 80(2). P. 10–15.
7. Fedota O., Puzik N., Skrypkinska I., Babalyan V., Mitiohlo L., Ruban S., Belyaev S., Borshch O.O., & Borshch O.V. Single nucleotide polymorphism C994g of the cytochrome P450 gene possess pleiotropic effects in *Bos taurus*, L. *Acta Biologica Szegediensis*. 2022. Vol. 66. P. 7–15. DOI: <https://doi.org/10.14232/abs.2022.1.7-15>
8. Ruban S., Merzlov S., Matvieiev M., Borshch O.V., Borshch O.O., Bilkevich V., Lykhach V., Fedorchenko M., & Bondarenko L. Amino acid composition of milk from Finnish Ayrshire cows and their crossbreeds with the Norwegian Red breed. *Agronomy Research*. 2023. Vol. 21(2). P. 897–906. DOI: <https://doi.org/10.15159/AR.23.096>
9. Borshch O.O., Ruban S., Borshch O.V., Malina V., Fedorchenko M., Kosior L. & Korol-Bezpala L. Productivity, milk composition and reasons for leaving the herds of Ukrainian local cows and their crossbreeds with Brown Swiss and Montbeliarde breeds during five lactations. *Roczniki Naukowe Zootechniki*. 2021. Vol. 48 (2). P. 205–216.
10. Лади́ка В. І., Хмельни́чий Л. М., Повод, М. Г. та ін. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: підручник для аспірантів. Одеса: Олді+, 2023. 244 с.
11. Borshch O.O., Ruban S. & Borshch O.V. Review: the influence of genotypic and phenotypic factors on the comfort and welfare rates of cows during the period of global climate changes. *Agraarteadus*. 2021. Vol. 32(1). P. 25–34. DOI: <https://doi.org/10.15159/jas.21.12>
12. Edmonson A.J., Lean I.J., Weaver L.D., Farver T. & Webster G. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 1989. Vol. 72 (1). 68–78. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(89\)79081-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(89)79081-0)

13. Sprecher D.J., Hosteler D.E. & Kaneene J.B. A lameness scoring system that uses posture and locomotion to predict dairy cattle reproductive performance. *Theriogenology*. 1997. Vol. 47. P.1179–1187. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0093-691x\(97\)00098-8](https://doi.org/10.1016/s0093-691x(97)00098-8).
 14. Borshch O.O., Gutyj B.V., Sobolev O.I., Borshch O.V., Ruban S.Yu., Bilkevich V.V., Dutka V.R., Chernenko O.M., Zhelavskiy M.M., Nahirniak T. Adaptation strategy of different cow genotypes to the voluntary milking system. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10(1). P. 145–150. DOI: https://doi.org/10.15421/2020_23.
 15. Ruban S., Danshyn V., Matvieiev M., Lastovska I., Borshch O.O., Borshch O.V., Bilkevych V., Fedorchenko M. & Lykhach V. Grounding the economic selection index for evaluation and selection of dairy cattle. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*. 2023. Vol. 48 (4). P. 258–268. DOI: <https://doi.org/10.14710/jitaa.48.4.258-268>
-

УДК 636.2. 082.084.085. 2.11. 39

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.26>

ПРОДУКТИВНІСТЬ ТЕЛЯТ НОВОЇ ПОПУЛЯЦІЇ БУКОВИНСЬКОГО ЗОНАЛЬНОГО ТИПУ М'ЯСНОГО КОМОЛОГО СИМЕНТАЛУ ЖУЙНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ В ГОДІВЛІ НОВОГО КОМПЛЕКСНОГО ПРЕПАРАТУ МІНЕРАЛЬНОЇ ДІЇ В КАРПАТСЬКОМУ РЕГІОНІ БУКОВИНИ

Калинка А.К. – к.с.-г.н., с.н.с., член кореспондент

Міжнародної академії наук екології, безпеки людини і природи,
завідувач відділом тваринництва,

Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція

Інституту сільського господарства Карпатського регіону

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0009-0000-4270-563X

У пропонованій статті вперше викладено продуктивність телят нової популяції буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу жуйних з використанням в годівлі нового розробленого власного комплексного препарату мінеральної дії (КШП) в Карпатському регіоні Буковини. Дослідженнями встановлено, що протягом 90 днів основного періоду при введенні розробленого (КШП в дозі 5 мл і 5 мл три вітаміну в комбінації (для III дослідної групи) середньодобові прирости живої маси бугайців, які склали 937,8 г, що на 117 г (14,4%, $p > 0,01$), більше ніж у ровесниках-аналогів контрольної групи, яким не вводили даний препарат. Бугайці I–II дослідних груп показали відповідно енергію росту – 852,3 г та – 883,4 г, що відповідно на 32,3 г і 634 г більше в порівнянні з контрольною групою. Визначено, що в заключному періоді досліджень де стежили за післядією препарату КШП в комбінації з тривітаміном і отримано телятами III дослідної групи добові прирости, які становили – 1000,0 г, що на 260 г (35,1%) більше від ровесників аналогів контрольної групи. Дослідженнями доведено, що показники отриманих результатів після введення КШП, слід відмітити, що застосування імуностимулятора, який має виражену антианемічну дію та при введенні імуностимулятора, через 15 діб після введення зростає кількість гемоглобіну до 07 г/л, еритроцитів до 0,6–10,12 л, лейкоцитів 2,9–10,9 л, що вказує на більш високий рівень окисно відновних процесів в організмі піддослідних тварин в зоні регіону Карпат. Доведено, що особливою цінністю досліджень є розробка нового стимулюючого препарату КШП і його впливу на організм новонароджених телят в комбінації із тривітаміном позитивно впливають на показники імунобіологічної реактивності організму телят в зоні регіону Буковини. Встановлено, що при проведенні досліджень з використанням власного розробленого стимулятора в кількості КШП та тривітаміну по 5 мл на голову до 3-міс. віку, що сприяє підвищенню найбільшої потенціальної енергії росту телят на 37,6% при оплаті корму продукцією 2,9 к. од. з рентабельністю 21% Карпатському регіоні Буковини.

Ключові слова: телята, раціон, мінеральна добавка, продуктивність, лейкоцити.

Kalinka A.K. Productivity of calves of a new population of the Bukovina zonal type of meat-combination Simmental ruminants with the use of a new complex mineral preparation in feeding in the Carpathian region of Bukovina

The proposed article presents for the first time the productivity of calves of a new population of the Bukovina zonal type of meat – comologo simmental ruminant with the use of a newly developed own complex mineral preparation (KSP) in feeding in the Carpathian region of Bukovina. The studies have established that during the 90 days of the main period, when the developed (KSPH in a dose of 5 ml and 5 ml of three vitamins in combination (for the III experimental group) was administered, the average daily live weight gains of bulls amounted to 937,8 g, which is 117 g (14,4%, $p > 0,01$), more than in the same-age analogues of the control group, which were

not administered this drug. Bulls of the I–II experimental groups showed, respectively, growth energy of – 852,3 g and – 883,4 g, which is 32,3 g and 634 g more, respectively, compared to the control group. It was determined that in the final period of the studies, where the after-effect of the KSHP drug in combination with trivitamin was monitored, and calves of the III experimental group received daily gains that amounted to – 1000,0 g, which is 260 g (35.1%) more than peers of the control group analogues. Studies have proven that the indicators of the results obtained after the introduction of KSHP, it should be noted that the use of an immunostimulant, which has a pronounced anti-anemic effect and when introducing an immunostimulant, 15 days after the introduction, the amount of hemoglobin increased to 0,7 g/l, erythrocytes to 0,6–10,12 l, leukocytes 2.9–10,9 l, which indicates a higher level of redox processes in the body of experimental animals in the area of the Carpathian region. It has been proven that the special value of the research is the development of a new stimulating drug KSHP and its effect on the body of newborn calves in combination with trivitamin have a positive effect on the indicators of immunobiological reactivity of the body of calves in the area of the Bukovina region. It has been established that when conducting research using our own developed stimulant in the amount of KSHP and trivitamin 5 ml per head up to 3 months age, which contributes to an increase in the greatest potential energy of growth of calves by 37,6% when paying for feed with products of 2,9 k. units with a profitability of 21% in the area of the Carpathian region of Bukovina.

Key words: calves, diet, mineral supplement, productivity, leukocytes.

Постановка проблеми. В умовах реалій війни, зокрема в регіональному м'ясному скотарстві, а саме з використанням розробленого власного ефективного комплексного препарату мінеральної дії в годівлі молодняку в період підсису в стійловому періоді з метою підвищення високої енергії росту нової популяції буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу худоби, що є найбільш актуальним в зоні Карпатського регіону України. народженні [1, с. 248].

В даний час та в умовах фінансово-економічної кризи в Україні де існуючі прийняті старі не продуктивні технології виробництва дешевої та якісної яловичини, які не дають змоги максимально реалізувати високий генетичний потенціал продуктивності нової популяції м'ясної худоби через дорогі консервативні технології годівлі в господарствах суспільного сектору різних форм господарювання в умовах Карпатського регіону Буковини.

Тому в сьогоденні, щоб збільшити виробництво конкурентоздатної яловичини з покращеною її якістю можна на основі розробки різних дешевих та високо ефективних різних моделей рецептів раціонів та їх оптимізації з власними кормовими ресурсами для повноцінної годівлі та максимальної реалізації продуктивного потенціалу молодняку м'ясного комолого сименталу нової популяції жуйних в умовах Карпатського регіону України.

Таким чином вже багато проведено вітчизняними науковцями ряд важливих цікавих досліджень з вивчення продуктивного потенціалу м'ясної худоби в різних регіонах України, але для передгірської зони Карпат не вивчалось в минулому та в даний час з удосконалення різних моделей рецептів раціонів та їх структур в підсисному періоді в зимовому періоді вирощування молодняку з використанням нового розробленого комплексного мінерального препарату (КМП) та кормів зі схиощ, що і є самою проблемою для Карпатського регіону Буковини [2, с. 368].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При створенні на Буковині нової популяції м'ясних комолых сименталів різної селекції жуйних, які виявляють свій високий генетичний м'ясний потенціал не лише при прийнятих рецептах раціонів та типах годівлі, а й вивчити необхідно при середньому та високому рівні годівлі з використанням інтенсивного вирощування нового типу сименталу худоби на прийнятих кормах власного виробництва в умовах передгірної зони Карпатського регіону України.

У науковій зоотехнічній літературі є багато матеріалів щодо технології годівлі з використанням різних рецептів раціонів м'ясної худоби в різних регіонах України. Проте відомості про ефективність і конкурентність різних перспективних енергозберігаючих розроблених технологій годівлі підсисних телят з розроблення для нових дешевих рецептів раціонів та їх оптимізація з кормовими ресурсами для максимальної реалізації генетичного продуктивного потенціалу м'ясної худоби практично нині відсутні в умовах зони Карпат.

Тому, за виробничим технологічним ланцюгом, який складається з тварин, кормів і продуктів (сировини), отриманих від м'ясної худоби і є, визначальними факторами для тварин певного типу, кількість і якість використаних зональних власних якісних кормів за повний цикл вирощування від дати народження до здачі на м'ясокомбінат.

Як виявилось, що в сьогоденні в господарствах різних форм власності України через різні причини в рецептах раціонів для худоби м'ясного контингенту, де переважають солома та силос із низькою концентрацією енергії, як для науки, так і для виробництва, важливо не тільки виявити генетичний м'ясний потенціал м'ясних жуйних в оптимальних умовах з використанням різних рецептів раціонів та технологій годівлі, коли спадкові задатки в тварин, які проявляються найповніше, а й вивчити господарську цінність їх у виробничих умовах Карпатського регіону Буковини.

Оскільки розробка вперше в Україні таких експериментальних нових досліджень для реалізації максимального продуктивного потенціалу молодняку м'ясного комолого сименталу худоби та є проблемою в різних кліматичних зонах Західного регіону України.

При цьому особливий інтерес новоствореної роботи виявляється в тому, що з використанням найбільш оптимальних рецептів раціонів годівлі м'ясних тварин при різних рівнях вирощування, при цьому буде збільшена енергія росту, продуктивність, відгодівельні та забійні якості молодняку м'ясного контингенту худоби м'ясних порід, що розводяться в регіоні Буковини.

Отже вдосконалення нових оптимальних розроблених нових рецептів раціонів для м'ясної худоби, так як виникає велика потреба в їх правильному доведенню для базових діючих господарств суспільного сектору різних форм власності Карпатського регіону України.

Як виявилось, що новими мікроелементами вітчизняного виробництва є йод і селен, дефіцит яких в рецептах раціонів, які негативно впливають на фізіологічний стан м'ясних жуйних, обмін речовин в їхньому організмі та продуктивність. Це зумовлено важливою роллю йоду в синтезі тиреоїдних гормонів, які характеризуються широким спектром регуляторної дії в організмі худоби та впливають на різні сторони їх продуктивності використанням селену в синтезі дейодиназ, які каталізують перетворення тироксину в трийодтиронін та синтезі глутатіонпероксидази, яка займає центральне положення в системі антиоксидантного захисту в організмі жуйних народженні [3, с. 43].

Тому нестача досліджуваних мікроелементів та значні коливання концентрації йоду в кормах в передгірській зоні Буковині, про зв'язок між вмістом цих мікроелементів та концентрацією тироксину та активністю глутатіонпероксидази в крові жуйних, що є найбільш цікавими годівельними дослідженнями в годівлі молодняку м'ясної худоби в даному регіоні Карпат.

При обробці аналізі вітчизняної літератури, яка засвідчує про необхідність нових досліджень з розроблення нових моделей рецептів раціонів та оптимізації

кормових власних ресурсів з використанням різних комплексних препаратів на основі селену та корів зі сховищ оброблених мінеральними речовинами для максимальної реалізації потенціалу молодняку м'ясного комолого сименталу худоби, так як виникає велика потреба в їх правильному доведенню для базових господарств регіону Буковини [4, с. 575].

На основі вище сказаного можна зробити висновок, що препарат КШП, як імуностимулятор сприяє підвищенню імунної реактивності організму телят, внаслідок чого вони краще набирають живу масу та збільшують середньодобові прирости. Кращі показники збереження новонароджених телят пов'язані теж з активізацією функції щитовидної залози. З літературних джерел відомо, що нестача в організмі йоду веде до порушення функції щитовидної залози, а це в свою чергу спричиняє порушення мінерального, гормонального та імунного гомеостазу, затримку фізіологічного розвитку новонароджених телят нової генерації [5, с. 5].

Таким чином новостворений власний препарат КШП, який створює в організмі сприятливі умови для проявлення власних захисних механізмів, діє на фізіологічні системи, які підвищують загальний тонус організму, його компенсаторні здатності, поліпшують обмін речовин та збільшує продуктивність з малими затратами кормів на 1 кг приросту.

Отже застосування препарату КШП (імуностимулятора) у комплексному використанні з три вітаміном економічно вигідне, повністю доступне, і може широко застосовуватися в базових господарствах м'ясного напрямків регіонального скотарства в зоні Карпат.

Тому, з одним з найбільш ефективних методів профілактики та збільшення енергії росту бугайців м'ясного напрямку продуктивності є з дефіцитом корми по йоду, магнію та заліза та для цього вироблений промисловий новий комплексний мінеральний препарат (КПМ), що представляє собою суміш комплексів декстрану з залізом, високополімерів з йодом, натрію селеніту з метіоніном і розчину хлориду магнію, що є дуже цінним в годівлі м'ясної худоби в зоні Карпат [6, с. 31].

У вітчизняній науковій зоотехнічній літературі є багато матеріалів щодо технології годівлі м'ясної худоби в різних регіонах України. Проте відомості про ефективність різних перспективних енергозберігаючих розроблених технологій годівлі з розроблення дешевих рецептів раціонів та їх оптимізація з кормовими ресурсами на основі кормів зі сховищ, оброблених перед згодовуванням мікроелементами для максимальної реалізації генетичного продуктивного потенціалу м'ясного комолого сименталу в умовах Карпат, практично відсутні.

Для цього в даний час розробка теоретичних і практичних аспектів різних моделей рецептів раціонів для годівлі молодняку м'ясного комолого сименталу худоби для стійлового та літнього періодів вирощування, який забезпечить високий генетичний м'ясний потенціал продуктивності та є головною проблемою для різних кліматичних зон Карпат.

В зв'язку з цим при використанні експериментального розробленого власного продуктивного комплексного препарату мінеральної дії для молодняку жуйних, який дає збільшення енергії росту в період підсису в стійловому періоді вирощування за такою розробленою моделлю рецепту раціону за таким складом за масою: сіна – 0,5 кг, концкормів – 0,5 кг, цільне молоко – 6,5 л, сінаж з багаторічних травосумішок – 3,5 кг, силос з багаторічних бобово-злакових травосумішок – 4,5 кг в передгірській зоні регіону Буковини.

Постановка завдання. Метою роботи – розробити нові рецепти раціонів з оптимізації кормових власних ресурсів для отримання максимальної реалізації

генетичного продуктивного потенціалу м'ясної худоби на підсисі з використання ефективного дешевого комплексного мінерального препарату в умовах Карпатського регіону Буковини. Для нової популяції молодняку жуйних для інтенсивного вирощування в підсисному періоді бугайців м'ясного напрямку продуктивності взимку, для збільшення високих середньодобових приростів і зменшенні витрат кормів на 1 кг приросту до 3-місячного віку в умовах передгірської зони Буковини.

Оскільки актуальністю розробленого вперше нового комплексного препарату мінеральної дії є збільшення енергії росту та імунної системи для молодняку в підсисному періоді, що призводить з невідповідністю використаних рецептів раціонів до деталізованих норм годівлі та умов утримання на даний момент, що має тенденцію до поширення в господарствах суспільного сектору різних форм власності в передгірській зоні Карпат.

Тому згодовування різних стимулюючих препаратів з подальшим покращенням імунітету, збільшенню середньодобових приростів молодняку худоби та її стимуляції, що викладено в багатьох існуючих до тепер статтях і рекомендаціях науковців та практикантів, що свідчить про практичну та господарську ефективність у базових господарствах зони Карпат.

Одним із найбільш перспективних способів покращення імунітету організму в ранньому віці є застосування парентеральних введень, який використовується для диференційованого підвищення енергії росту в жуйних, що пояснюється тим, що на території регіону Буковини від гірської зони до рівнини вміст йоду в ґрунтах у всіх зонах області є дуже низьким [8, с. 146].

Для цього особливого значення набуває висока продуктивність молодняку м'ясної худоби, яка вимагає загальні оздоровчі заходи, контроль за умовами утримання, годівлі, широке застосування препаратів та біологічно-активних речовин, які підвищують енергію росту в жуйних м'ясного напрямку продуктивності [9, с. 259].

В зв'язку з цим нами розроблено новий ефективний стимулюючий препарат, який підвищував б захист організму тварин від негативних чинників і підвищував високу м'ясну продуктивність та збереженість телят в ранньому віці їх вирощування в підсисному періоді в стійловому періоді з використанням безприв'язного утримання за технологією м'ясного скотарства, щоб обумовлював повноцінну годівлю жуйних в даному регіоні України.

Отже це дасть застосування в практиці тваринництва мікроелементів, ферментних препаратів та інших біологічно активних речовин, що дозволить різко підвищити власну продуктивність жуйних із забезпеченням отримання дешевої та якісної яловичини в зоні Карпат.

Загально відомо в наукових вітчизняних проведених дослідженнях, що народжувані нащадки жуйних в перші дні є більш чутливі до різного впливу несприятливих факторів зовнішнього середовища де тривала дія, яких призводить до порушення в організмі метаболічних порушень.

Для такого виробничого циклу необхідна стимуляція росту та розвитку підсисного молодняку нової генерації та його вирощування в перші місяці життя кола потрібні речовини із широким діапазоном дії та тканинні препарати є одні із них.

Цікавим є те, що в минулому мала велике поширення тканина вітчизняна терапія в ветеринарній медицині, а в сьогоденні є майже не оправдано забута, хоч історія та практичне застосування тканинних препаратів свідчать про їх високу їх ефективність. Одним із найбільш доступних та найдешевших тканинних препаратів є препарат із рідкої тканини організму – крові жуйних.

Так науково визнано, що безперечно, що стимулююча, лікувальна й профілактична дія вітчизняних тканинних препаратів на фоні повноцінної годівлі нормальних умов утримання м'ясної худоби із поєднанням застосованих тканинних препаратів із добавками найбільш необхідних вітамінів та мікроелементів становить, як науковий, так і практичний інтерес.

Тому забезпечення сталого росту виробництва скотарської продукції від молодняку м'ясної худоби, яка неможливе без зміцнення кормової бази, нових біотехнологічних методів, глибокого вивчення процесів травлення та обміну речовин в організмі тварин. Таке широке застосування в практиці жуйних мікроелементів, вітамінів, ферментних препаратів та інших біологічно активних речовин, що дозволяє підвищити продуктивність тварин, забезпечить ефективність профілактики та лікування хвороб, гарантувати отримання якісної скотарської продукції в зоні Карпат.

Для вирішення вище даних виробничих питань з позиції стимуляції росту м'ясного молодняку в період підсису з отриманням найбільш високої продуктивності в ранньому віці, що дасть змогу підвищити рентабельність м'ясних базових господарств суспільного сектору різних форм власності в зоні Карпат. Як виявлено, що в минулому, що не достатком з механізмів позитивної дії відомого стимулятора росту мінеральної діє, що є здатність до стабілізації ферментів шлунково-кишкового тракту тварин, активізації та підвищення перетравності поживних речовин рецепту раціону та незначне збільшення середньодобових приростів на 8,3% [8, с. 145].

За ціль нашої роботи є спосіб стимуляції м'ясного молодняку в підсисному періоді, яка полягає в збільшенні ефективності продуктивності нащадків на підсисі в стійловий період з уведенням стимулятора росту внутрішньо – м'язево, що є регулятором концентрації макро – і мікроелементів, що активно діють на перебіг обмінних процесів в організмі жуйних в зоні Карпат. Це досягається тим, що в запропонованому розробленому комплексному препараті в якості нового стимулятора продуктивності використовується в комбінації КШП та тривітаміну з розрахунку по 5 мл на 1 голову на одне уведення в місяць до 3-міс. віку.

Так запропонований новий розроблений комплексний препарат є ефективним та стимулюючим, який не має токсичної дії та дешевий при виготовленні та використанні в згодовуванні м'ясним жуйним, де бідні землі на мікроелементний склад, а саме на цинк, калій, йод та інші в даному підконтрольному регіоні України.

Тому відмінною особливістю цього нового розробленого комплексного препарату є те, що він володіє загально стимулюючою дією, викликаючи в організмі новонароджених телят індукцію інтерферону, заселяє шлунково-кишковий тракт корисною мікрофлорою, яка антагоністична до умов патогенних мікроорганізмів, що сприяє формуванню імунокомпетентної системи та збільшенню енергії росту телят взимку до 5-місячного віку в передгірській зоні регіону Буковини.

Матеріали і методика досліджень. Для цього проведено аналіз рівня живлення розробленого власного комплексного препарату КШП в діючому та ведучому в Україні племінному заводі ДПДГ «Чернівецьке» Буковинської ДСГДС ІСГ КР НААН на бугайцях – аналогах створюваної нової популяції буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу худоби, де і було відібрано чотири групи телят 15-денного віку, в кожній з яких по десять голів з початковою живою масою на початок досліду 31,0 кг згідно розробленої такої схеми досліджень.

Схема науково-господарського досліджу

Група	К-ть гол. гол.	Основний період (45 днів)	Заключний період (30 днів)
Контрольна	10	Основний раціон (ОР): цільне молоко, дерть, сінаж, силос, сіно	Раціон прийнятий в господарстві
Дослідна I	10	ОР+10 мл (КШП)	Так, як в контрольній групі
Дослідна II	10	ОР+10 мл тривітаміну	
Дослідна III	10	ОР+5 мл (КШП)+5 мл тривітамін	

Примітка: Введення препаратів внутрішньо м'язево один раз в місяць

Умови догляду, годівлі та утримання для всіх тварин були однаковими народженні [8, с. 432]. Дослідження на телятах проводилось взимку при безприв'язному утриманні в приміщенні. При цьому було звергнуто особливу увагу на забезпеченість підсисного молодняку для нормальної функції організму мікроелементами, як йоду так і цинку. Вивчення реакції організму новонароджених телят на неспецифічний комплексний препарат проводили на основі порівняння імунологічних показників, гематологічних і біохімічних змін крові до та після введення експериментального препарату. Основою розробленого власного препарату КШП була кров молодих бугаїв з високою продуктивністю, яка стабілізована цитратом натрію та збагачена мікроелементами: йодом і цинком у вигляді солей $[ZnSO_4; i J_2 \text{ йодат калію}]$.

Виклад основного матеріалу досліджень. Фактичне добове споживання кормів всіх груп за основний період досліджу становило: сіна – 0,5 кг, сінажу 4,5, концкормів – 0,8 кг, цільне молоко – 6,3 л.

Зміни в живій масі бугайців за підсисний період наведено в (табл. 1).

Таблиця 1

Інтенсивність росту дослідних тварин ($M \pm m, n=10$)

Показник	Групи тварин			
	контрольна	I Дослідна	II Дослідна	III Дослідна
Кількість тварин, (гол.)	10	10	10	10
Жива маса, (кг): на початок досліджу	31,5	31,8	31,0	31,1
Жива маса, (кг): на кінець основного періоду	105,3	108,5	110,5	115,5
Приріст: загальний, (кг)	73,8	76,7	79,5	84,4
середньодобовий, (г)	820,1	852,3	883,4	937,8
Жива маса, (кг): на кінець заключного періоду, (кг)	127,5	133,5	138,3	145,5
Приріст: загальний, (кг)	22,2	25,0	27,8	30,0
середньодобовий, (г)	740,0	833,4	926,7	1000,0
Витрати кормів на 1 кг приросту	3,5	2,7	2,8	2,5

Установлено (табл. 1), що протягом 90 днів основного періоду при введенні препарату в дозі 5 мл КШП і 5 мл три вітаміну в комбінації (для III дослідної групи) добові прирости живої маси, що склали 937,8 г, що на 117 г (14,4%, $p > 0,01$), більше ніж у ровесниках-аналогів контрольної групи, яким не вводили даний препарат. Бугайці I–II дослідних груп, що показали відповідно енергію росту – 852,3 г та – 883,4 г, що відповідно на 32,3 г і 634 г більше в порівнянні з контрольною групою. В заключному періоді досліджень де стежили за післядією препарату КШП в комбінації з тривітаміном і отримано телятами III дослідної групи середньодобові прирости, які становили – 1000,0 г, що на 260 г (35,1%) більше від аналогів контрольної групи.

Результати проведених досліджень, які рішили перевірити на біохімічний аналіз крові перед початком дослідів рівень гемоглобіну, еритроцитів та лейкоцитів у крові телят був у всіх групах майже однаковим із незначною в межах статистичної помилки різницею коливань.

Показники результатів досліджень крові новонароджених телят до введення та після введення препаратів (табл. 2).

Таблиця 2

Біохімічний аналіз крові телят до і після введення препарату, $M \pm m$, $n=8$

Показник	Групи							
	Контрольна		Дослідна I		Дослідна II		Дослідна III	
	До введення	Після введення	До введення	Після введення	До введення	Після введення	До введення	Після введення
Гемоглобін, г/л	89,0	93,0	91,0	9,8	92,0	101,0	92,0	103,0
Еритроцити $10^{12}/л$	6,6	7,1	6,4	7,0	6,7	7,4	6,8	7,6
Лейкоцити $10^9/л$	3,6	4,9	3,3	6,7	3,6	7,1	3,7	7,3

Встановлено (табл. 2), що показники кількості лейкоцитів значно кращі в телят дослідних груп, яким вводили розроблений новий експериментальний препарат КШП, але в телят контрольної групи ця різниця виявилася не достовірною. Дослідженнями біохімічними доведено, що перед початком дослідів рівень гемоглобіну, еритроцитів та лейкоцитів у крові телят був в усіх групах майже однаковим із незначною, в межах статистичної помилки, різницею коливань. Хоча, якщо аналізувати за фізичною нормою, то це вказує на низькій їх рівень в крові, і особливо вміст лейкоцитів (в нормі у новонароджених телят 5–8*10). Фактично лейкоцитів в крові телят всіх груп відповідно становить: контроль – 3,6, I дослідна – 3,8, II дослідна – 3,6 і IV дослідна – 3,7.

Оцінюючи показники отриманих результатів після введення КШП, слід відмітити, що застосування імуностимулятора – має виражену антианемічну дію. У телят яким вводили імуностимулятор, через 15 діб після введення зросла кількість гемоглобіну до 0,7 г/л, еритроцитів до 0,6–10,12 л, лейкоцитів 2,9–10,9 л, що

вказує на більш високий рівень окисно відновних процесів в організмі піддослідних тварин нової генерації.

На нашу думку, особливою цінністю досліджень є розробка нового стимулюючого препарату КШП і його впливу на організм новонароджених телят в комбінації із тривітаміном позитивно впливають на показники імунобіологічної реактивності організму новонароджених телят.

Таким чином аналізуючи отримані результати, можемо відзначити, що застосування препарату КШП при введенні телятам до 3-місячного віку, сприяє швидкому відновленню клініко-гематологічних та біохімічних показників у порівнянні з показниками телят контрольної групи.

Необхідно також звернути увагу на те, що позитивні зміни у кількості лейкоцитів, показників лейкограми, більш швидке збільшення лімфоцитів, лейкоцитів при введенні КШП в комбінації з тривітаміном в порівнянні з такими ж показниками у тварин контрольної групи.

Отже, порівнюючи показники досліджень крові телят першої та третьої дослідних груп (застосовували імуностимулятор) з контрольною можна зробити висновок, що у телят III дослідної групи (застосовували одночасно тривітамін та КШП) морфологічні, біохімічні та показники неспецифічної резистентності є вищими в порівнянні з контрольною.

Таким чином, аналіз проведених досліджень свідчить, що імуностимулятор (КШП), який застосовують новонародженим телятам з метою збільшення енергії росту та профілактики діареї відіграють важливу роль у активізації реакцій гуморального імунітету. В дослідних групах зростає вміст загального білку в сироватці крові за рахунок поліпшення (інтенсифікації) білок – синтетичної функції гепатоцитів (зростає кількість альбумінів).

Оскільки ґрунтуючись на результатах попередніх досліджень, ми провели порівняльну оцінку впливу препарату КШП на морфологічні, біохімічні і імунологічні показники крові новонароджених телят, а також на клініко-фізіологічний стан при розладах травлення збереженість. Аналізуючи результати проведених нами дослідів, можна відзначити, що застосовані препарати викликали позитивні зміни у кількості еритроцитів, їх кількість є вищою ніж у телят контрольної групи. Паралельно збільшується рівень гемоглобіну в II і III дослідних груп, але він вищий ніж у ровесників аналогів контрольної групи.

Проведені дослідження свідчать про те, що при парентальному застосуванні новоствореного препарату КШП та його комбінації з тривітаміном відбувається підвищення показників неспецифічної резистентності, яка є домінуючою ланкою в стійкості новонароджених м'ясних телят до несприятливих умов зовнішнього середовища зони Карпат.

Таким чином використання стимулятора в кількості КШП та тривітаміну по 5 мл на голову до 3-місячного віку, що сприяє підвищенню найбільшої потенціальної енергії росту бугайців нової популяції буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу на 37,6% при оплаті корму продукцією 2,9 к. од. з рентабельністю 21% в передгірській зоні Карпатського регіону Буковини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Вирощування ремонтного молодняка сільськогосподарських тварин. І. І. Ібатулін, А. І. Сризов, Л. М. Цисюрський та ін. К.: *Урожай*. 1993. 248 с.
2. Демченко А. В., Бортнічук В. А. Ветеринарна мікробіологія та імунологія. Київ.: *Урожай*. 1996 р. 368 с.

3. Завірюха В. І., Крупник Я. Г., Романович М. С. Ефективність застосування лактогену і гематину у стимуляції механізмів резистентності організму новонароджених телят. *Наук. Вісник ЛДАВМ*. Львів. 1998. В.1. С. 43.
 4. Мінеральне живлення тварин. Клиценко Г. Т., Кулик М. Ф., Косенко М. В., Лісовенко В. Т. К.: Світ. 2001. 575 с.
 5. Маслянюк Р. П., Брода Н. А. Оцінка імунного статусу новонароджених телят. Інформаційний листок ЦПТІ. Львів, 1993. 5 с.
 6. Полфій Ф. Ю., Латичка Б. І. та ін. Застосування мікроелементів при виробництві яловичини в зоні Західних областей України. Методичні рекомендації. Львів. 1984. 31 с.
 7. Практикум з годівлі сільськогосподарських тварин. І. І. Ібатулін, Ю. Ю. Панасенко, В. К. Кононенко та ін. К.: Вища освіта, 2003. 432 с.
 8. Прискока В. А., Вабіщевич Ф. С., та ін. Стан та перспективи виробництва біологічних препаратів для профілактики та лікування захворювань органів травлення новонароджених тварин. *Науковий вісник НАУ*. К.; 1998. № 11. С. 144–146.
 9. Халаїм К. В., Халаїм Є. А., Власик Л. І. Перспективи застосування препарату БАП-1 “Ерсол” в тваринництві та ветеринарії. Проблеми агропромислового виробництва. *Міжвідомчий науковий збірник*. Чернівці. 1995. Випуск 5. С. 258–261.
-

УДК 636.2.082.084.523:637.041/045:577.115. 3
DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.27>

ВПЛИВ СПІВВІДНОШЕННЯ КЛІТКОВИНИ ТА СУМИ НЕ СТРУКТУРНИХ ВУГЛЕВОДІВ У РЕЦЕПТІ РАЦІОНІВ НА ОБМІН ЛІПІДІВ І ЖИРНИХ КИСЛОТ В ОРГАНІЗМІ ЛАКТУЮЧИХ КОРІВ НОВОЇ ПОПУЛЯЦІЇ М'ЯСНОГО КОМОЛОГО СИМЕНТАЛУ ЖУЙНИХ НА ПІДСИСІ В УМОВАХ ПЕРЕДГІРСЬКОЇ ЗОНИ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ БУКОВИНИ

Калинка А.К. – к.с.-г.н., с.н.с., член кореспондент

Міжнародної академії наук екології, безпеки людини і природи,
завідувач відділом тваринництва,

Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція
Інституту сільського господарства Карпатського регіону
Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0009-0000-4270-563X

Лесик О.Б. – к.с.-г.н., с.н.с.,

заступник директора з наукової роботи,

Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція
Інституту сільського господарства Карпатського регіону
Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0002-0593-1416

В представлений статті проведені експериментальні дослідження з утворення окремих ізомерів ненасичених жирних кислот у рубці та їх використання для синтезу ліпідів молока за різного вуглеводного та ліпідного складу рецепту раціону нової популяції буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу худоби корів, які знаходилися на підсисі в перших два місяця лактації, в умовах передгірської зони Карпатського регіону Буковини. Дослідженнями доведено, що при згодовуванні м'ясним коровам дослідної групи в перші два місяці лактації рецепту раціону з підвищеним вмістом легко розщеплюваних вуглеводів і меншим вмістом клітковини (збільшення в раціоні кількості цукру на 15,8%, крохмалю на 18,1% і зменшення кількості клітковини на 14,2%) у вмісті рубця була вірогідно більша концентрація загального азоту, ніж у вмісті рубця корів

контрольної групи, що зумовлено збільшенням кількості білкового азоту ($p < 0,05$). Встановлено, що концентрація оцтової кислоти в вмісті рубця корів дослідної групи в перший місяць лактації була вірогідно меншою ($p < 0,05$), ніж в корів контрольної групи. На першому та другому місяцях лактації показники концентрації оцтової кислоти в вмісті рубця корів контрольної та дослідної груп не відрізнялися. Доведено, що при збільшенні кількості лінолевої кислоти (18:2) у вмісті рубця корів частково відбувається за рахунок накопичення проміжних продуктів біогідрогенізації ліноленової кислоти (18:3), а збільшення кількості олеїнової кислоти (18:1) – за рахунок біогідрогенізації лінолевої та ліноленової кислот. Зменшення кількості стеаринової кислоти (18:0) у вмісті рубця м'ясних корів дослідної групи, що свідчить про неповну біогідрогенізацію жирних кислот у рубці корів, що отримували рецепт раціону з меншою кількістю клітковини, що вирощували в передгірській зоні регіону Буковини. Встановлено, що при підвищенні в рецепті раціону симентальських м'ясних корів нової генерації в період підсису де кількість легко розщеплюваних вуглеводів їх добовий надій збільшився на 6,6% порівняно з контролем.

Ключові слова: тип, корови, лактація, раціон, вуглеводи, обмін ліпідів, кислоти.

Kalinka A.K., Lesyk O.B. The influence of the ratio of cellulose and the amount of non-structural carbohydrates in the diet recipe on the exchange of lipids and fatty acids in the organism of lactating cows of a new population of meat commologous Simmental ruminants on footshot in the conditions of the foothill zone of the Carpathian region of Bukovynya

The presented article conducted experimental studies on the formation of individual isomers of unsaturated fatty acids in the rumen and their use for the synthesis of milk lipids with different carbohydrate and lipid composition of the diet recipe of a new population of the Bukovina zonal type of meat commologous simmental cattle cows that were suckling in the first two months of lactation, in the conditions of the foothill zone of the Carpathian region of Bukovina. Studies have shown that when feeding beef cows in the experimental group in the first two months of lactation a diet recipe with a high content of easily digestible carbohydrates and a lower content of fiber (an increase in the amount of sugar in the diet by 15.8%, starch by 18.1% and a decrease in the amount of fiber by 14.2%), the rumen content had a significantly higher concentration of total nitrogen than in the rumen content of cows in the control group, which was due to an increase in the amount of protein nitrogen ($p < 0.05$). It was found that the concentration of acetic acid in the rumen content of cows in the experimental group in the first month of lactation was significantly lower ($p < 0.05$) than in cows in the control group. In the first and second months of lactation, the concentration of acetic acid in the rumen content of cows in the control and experimental groups did not differ. It has been proven that with an increase in the amount of linoleic acid (18:2) in the content of the rumen of cows, it partly occurs due to the accumulation of intermediate products of biohydrogenation of linolenic acid (18:3), and an increase in the amount of oleic acid (18:1) – due to the biohydrogenation of linoleic and linolenic acids. A decrease in the amount of stearic acid (18:0) in the content of the rumen of beef cows of the experimental group, which indicates incomplete biohydrogenation of fatty acids in the rumen of cows that received a diet recipe with a lower amount of fiber, which were grown in the foothill zone of the Bukovina region. It has been established that with an increase in the diet recipe of simmental beef cows of the new generation during the lactation period, the amount of easily digestible carbohydrates increased by 6.6% compared to the control.

Key words: type, cows, lactation, diet, carbohydrates, lipid metabolism, acids.

Постановка проблеми. Проведено вперше експериментальні дослідження з утворення окремих ізомерів ненасичених жирних кислот у рубці за різного вуглеводного та ліпідного складу рецепту раціону в новій популяції буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу худоби корів, які знаходилися на підсисі в перших двох місяцях лактації, що є найбільш актуальним в умовах передгірської зони Карпатського регіону Буковини.

В зв'язку з цим встановлена залежність ізомерного складу ненасичених і розгалужених жирних кислот у вмісті рубця та жири молока симентальських м'ясних корів в період підсису від співвідношення в рецепті раціоні різних фракцій вуглеводів. В дослідженнях встановлений вплив захисту ненасичених жирних кислот рецепту раціону на ізомеризацію жирних кислот у рубці та на вміст кон'югованої лінолевої кислоти в молоці в період трьох місяців лактації в передгірській зоні регіону Буковини.

Оскільки до неструктурних вуглеводів належать прості цукри, крохмаль, пектини та галактани [7]. Різні фракції неструктурних вуглеводів відрізняються за швидкістю ферментації рубцевими мікроорганізмами, кінцевими продуктами метаболізму, взаємною регуляторною дією [9]. Крохмаль негативно впливає на засвоєння клітковини, причому ступінь інгібування залежить способу обробки корму [13, 15, 22, 24, 25].

Зменшення розщеплення клітковини в рубці при підвищенні в рецепті раціоні частки крохмалю, що пов'язують зі зменшенням рН, що негативно впливає на целюлозолітичні бактерії [4, 19, 20, 21]. Проте, в окремих випадках крохмаль пригнічує розщеплюваність клітковини при оптимальному для целюлозолітичних бактерій рН, причому ступінь інгібування залежить лише від кількості крохмалю, а не від швидкості його гідролізу [25].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Важливою проблемою в годівлі м'ясних комоліх сименталів нової генерації жуйних є те, що при збільшенні частки цукру в раціоні даного типу м'ясних корів за рахунок зменшення частки крохмалю покращує засвоєння сухої речовини і клітковини [3, 6, 11, 16]. Заміна крохмалю цукром пригнічує засвоєння клітковини [5, 10], тоді як добавка цукру при високому вмісті крохмалю покращує її засвоєння [2, 3; 6]. Вплив неструктурних вуглеводів раціону м'ясних корів на молочну продуктивність залежить також від їх походження та підготовки до згодовування [1, 4, 12, 14].

Відомо, що картопляний та кукурудзяний крохмаль гідролізуються значно повільніше, ніж крохмаль зернових, причому на швидкість гідролізу впливає спосіб обробки корму перед згодовуванням [8, 17]. Так введення до раціону корів цукру стимулює засвоєння сухої речовини корму, а при високій концентрації сухої речовини в раціоні додавання цукру позитивно впливає на засвоєння клітковини [1, 4, 14]. При низькому вмісті в раціоні легко перетравного протеїну засвоєння клітковини зменшується [2, 5, 10]. Разом з тим, на дію добавок цукру до раціону м'ясних корів впливають деякі недостатньо з'ясовані на даний час фактори. Зокрема, виявлено, що в одних випадках цукор не ферментується в рубці внаслідок дуже швидкого переходу з рубцевою рідиною в сичуг (менше ніж за 30 хвилин) [18, 23].

Оскільки нами в дослідженнях вперше обґрунтована необхідність де було враховувано біологічну активні *транс*-ізомери олеїнової та лінолевої кислот. При високому вмісті в рецепті раціоні клітковини, у ліпідах вмісту рубця та молока, яка зростає частка *транс*-11-18:1 і *цис*-9,*транс*-11-18:2, а при високому вмісті неструктурних вуглеводів – частка *транс*-10-18:1 і *транс*-10,*цис*-12-18:2 ізомерів в зоні Карпат.

Постановка завдання. Мета наших досліджень – вплив співвідношення клітковини та суми не структурних вуглеводів у рецепті раціонів на обмін ліпідів і жирних кислот в організмі лактуючих корів нової популяції буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу жуйних на підсисі в умовах передгірської зони Карпатського регіону Буковини

Для з'ясування дії вуглеводів і ліпідів рецепту раціону м'ясних корів на синтез розгалужених та ізомеризацію ненасичених жирних кислот у рубці. Установити ефективність використання *транс*-ізомерів олеїнової кислоти та дієнових кон'югатів лінолевої кислоти для синтезу молочного жиру та їх вплив на молочну продуктивність м'ясних симентальських корів нової генерації в період 2-х місяців лактації з використанням методу підсису.

Завдання роботи передбачали такі дослідження:

- впливу різного співвідношення клітковини, крохмалю та цукру в раціоні корів на продукцію коротко ланцюгових жирних кислот, співвідношення класів ліпідів і жирнокислотний склад загальних ліпідів у вмісті рубця, плазмі крові та молоці та на молочну продуктивність в перших трьох місяцях лактації;

- інтенсивності та спрямованості процесів біогідрогенізації C18 полі ненасичених та синтезу розгалужених жирних кислот у рубці м'ясних корів через дослідження співвідношення *цис*- і *транс*-ізомерів олеїнової та лінолевої кислот у вмісті рубця та молочному жиру корів за різного вуглеводного та ліпідного складу рецепту раціону при вирощуванні в передгірській зоні Карпат.

Об'єкт дослідження: біогідрогенізація та ізомеризація ненасичених жирних кислот, утворення просторових та позиційних ізомерів олеїнової і лінолевої кислот у рубці м'ясних симентальських корів та їх використанням молочною залозою

в синтезі жиру молока за різного складу рецепту раціону в період лактації із застосуванням методу підсису.

Предмет дослідження: азотові сполуки, ліпіди та леткі жирні кислоти вмісту рубця, жирнокислотний склад ліпідів вмісту рубця, хімусу 12-палої кишки, калу, плазми крові та молока м'ясних симентальських корів нової генерації на підсисі в перших 2-х місяцях лактації.

Методи дослідження: Співвідношення летких жирних кислот і жирнокислотний склад ліпідів, які визначали методом газорідинної хроматографії. Співвідношення класів ліпідів – методом тонкошарової хроматографії на силікагелі, вміст азотових сполук – методом К'ельдаля.

Отже вивчення впливу заміни частини клітковини рецепту раціону м'ясних симентальських корів нової генерації крохмалем і цукром на рубцеву ферментацію та співвідношення жирних кислот у вмісті рубця, плазмі крові та молоці на початку лактації з використанням методу підсису м'ясним молодняком в зоні Карпат.

Для проведення науково – виробничого дослід, який був проведений в діючому та ведучому в Україні племінному заводі ДП»ДГ «Чернівецьке» Буковинської ДСГДС ІСГ КР НААН на 10 коровах нової популяції буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу на створеному новому генотипові СКан.3/4Сав.1/16 СНім.1/8Сам.1/16 де проводили в стійловому періоді в якому матки знаходилися прив'язно, які розділені на 2 групи по 5 голів у кожній. Дослідження проводилися на м'ясних коровах з однаковим створеним генотипом та лактацією.

Тривалість дослід 60 днів (1–2-й міс. лактації), згідно схеми дослід (табл. 1).

Таблиця 1

Схема науково-господарського дослід

Група	К-ть голів	Порода, тип	Генотип	Основний період (60 днів)
Контрольна	5	Буковинський зональний тип м'ясного комолого сименталу	СКан.3/4 Сав.1/16 СНім.1/8 Сам.1/16	Основний раціон (ОР): сіно – 4 кг, зерноsumіш – 2 кг, силос кукурудзяний – 15 кг, сінаж з бобово-злакових травосумішок – 8 кг, м'яса – 1,0 кг
Дослідна	5			(ОР): сіно – 3 кг, зерноsumіш – 2 кг, силос кукурудзяний – 15 кг, сінаж з бобово-злакових травосумішок – 8 кг, м'яса – 1,5 кг

Примітка: СКан. 3/4 (симентал канадський) Сав. 1/16 (симентал австрійський) СНім (симентал німецький) Сам. 1/16 (симентал американський)

Так рецепт раціону м'ясних корів дослідної групи, порівняно до корів контрольної групи, що містив на 12% менше клітковини (3599 і 4109 г), на 18% більше крохмалю (3307 і 2800 г) та на 16% більше цукру (2020 і 1745 г). Інші показники поживності рецептів раціонів корів контрольної та дослідної груп не відрізнялися. Цукрово-протеїнове відношення в раціоні корів контрольної групи, що становило 0,95, а дослідної групи – 1,09. На 30 та 60-й день дослід, через 2 години після годівлі в піддослідних м'ясних корів за допомогою зонду брали зразки вмісту рубця.

У вмісті рубця визначали кількість загального та білкового азоту, аміаку, загальних цукрів, молочної кислоти, вміст загальних ліпідів і окремих їх класів, співвідношення летких та довго ланцюгових жирних кислот. Зразки крові відбирали на 30 та 60-й день досліду та визначали жирно кислотний склад ліпідів плазми. Зразки молока відбирали два рази на місяць. Аналіз молока брали на початку підсису. У молоці визначали вміст білка, жиру, лактози та жирно кислотний склад ліпідів.

За ціль у наших вперше проведених дослідженнях на м'ясному комолому сименталі жуйних нової генерації де було взято вплив зниження рівня клітковини та підвищення рівня крохмалю та цукру в раціоні корів нової популяції м'ясного комолого сименталу жуйних на вуглеводний та азотовий обмін, співвідношення жирних кислот у вмісті рубця та вміст і жирно кислотний склад ліпідів плазми крові та молока на початку лактації в умовах передгірської зони Карпат.

Оскільки згідно сучасних уявлень (NRC, 2001), у годівлі м'ясних корів в яких важливу роль відіграють легко розщеплювані вуглеводи, які є легким доступним джерелом енергії для мікроорганізмів, з одного боку, і попередником лактози та жиру молока.

Так оптимальна кількість легко розщеплюваних вуглеводів у рецепті раціоні м'ясних корів не визначена: вважається, що вона становить від 30 до 40% сухої речовини. У розроблених деталізованих нормах годівлі м'ясним коровам з молочною продуктивністю 225–235 кг (жива маса теляти в 210 днів) на рік рекомендується вміст легко розщеплюваних вуглеводів у раціоні 20–25% сухої маси корму, проте ці рекомендації, ще недостатньо обґрунтовані експериментально на даних жуйних нової генерації в умовах передгір'я Карпатського регіону Буковини.

Тому виходячи з цього метою роботи й було проведено дослідження з ферментативних процесів у рубці та молочної продуктивності м'ясних корів, які знаходилися на підсисі при додаванні додатково до їхнього рецепту раціону легко розщеплюваних вуглеводів у кількості 22 і 28% кількості сухої маси.

При цьому кількість клітковини в рецепті раціоні симентальських м'ясних корів нової генерації жуйних, що становить відповідно 21 та 18% (табл. 2, 3).

Таблиця 2

Склад рецептів раціонів м'ясних корів на підсисі (кг/голову/добу)

Корми	Групи дослідних корів	
	контрольна	дослідна
Сіно лучне	4,0	3,0
Силос кукурудзяний	15,0	15,0
Сінаж з бобово-злакових трав	8,0	8,0
Дерть ячмінно-пшенична	2,0	2,0
М'яса	1,0	1,5

Виклад основного матеріалу. В проведених дослідженнях нами визначено концентрацію азотних та вуглеводних метаболітів у вмісті рубця м'ясних комолых симентальських корів нової генерації (табл. 4).

Таблиця 3

Поживність раціонів для м'ясних симентальських комолів корів

Показники	Потреба	Контроль	Дослідна
Кормові одиниці, кг	17,1	18,8	19,5
Обмінна енергія, МДж	193,0	208,2	209,9
Суша речовина, г	19000	19866	19437
Сирий протеїн, г	2760	2603	2600
Перетравний протеїн, г	1795	1836	1855
Сира клітковина, г	4180	4109	3599
Крохмаль, г	2695	2800	3307
Цукор, г	1795	1745	2020
Сирий жир, г	615	566	531
Кальцій, г	121	112	102
Фосфор, г	87	50	50
Магній, г	29	37	36
Калій, г	124	300	292
Сірка, г	39	60	59
Залізо, мг	1370	4350	3984
Мідь, мг	170	130	127
Цинк, мг	1110	621	587
Кобальт, мг	13,7	7,5	7,4
Марганець, мг	1110	1019	937
Йод, мг	15,4	4,7	4,6
Каротин, мг	770	482	462
Вітамін Д, МО	17100	2208	1908
Вітамін Е, мг	685	1370	1293

Таблиця 4

Концентрація азотних та вуглеводних метаболітів у вмісті рубця м'ясних корів, мг % ($M \pm m$, $n=5$)

Показники	Дослідні групи корів	
	контрольна	дослідна
Загальний азот	87,31 $\pm$ 3,23	96,34 $\pm$ 2,66*
Білковий азот	64,54 $\pm$ 2,71	73,28 $\pm$ 1,24*
Небілковий азот	22,75 $\pm$ 1,57	23,04 $\pm$ 1,61
Аміак	6,07 $\pm$ 0,12	4,42 $\pm$ 0,26***
pH	7,05 $\pm$ 0,10	6,74 $\pm$ 0,18
Сума цукрів	45,26 $\pm$ 1,69	63,25 $\pm$ 2,44***
Лактат, ммоль/л	6,10 $\pm$ 0,20	11,71 $\pm$ 1,19*

Примітка: $P > 0,01^*$, $P > 0,001^{**}$, $P > 0,0001^{***}$

Встановлено (табл. 4), що при згодовуванні коровам дослідної групи в перші два місяці лактації рецепту раціону з підвищеним вмістом легко розщеплюваних вуглеводів і меншим вмістом клітковини (збільшення в раціоні кількості цукру на 15,8%, крохмалю на 18,1% і зменшення кількості клітковини на 14,2%) у вмісті рубця була вірогідно більша концентрація загального азоту, ніж у вмісті рубця корів контрольної групи, що зумовлено збільшенням кількості білкового азоту ($p < 0,05$).

Враховуючи меншу концентрацію в вмісті рубця корів дослідної групи аміаку ($p < 0,001$), що можна зробити висновок про більше використання його мікрофлорою рубця аналогів дослідної групи для синтезу мікробного білка. У вмісті рубця корів дослідної групи, порівняно до аналогів контрольної групи, виявлена більша концентрація молочної кислоти ($p < 0,05$), хоча сумарна кількість цукрів у них також була значно більша ($p < 0,001$).

Отже, у рубці корів дослідної групи був певний надлишок цукру, що призвело до збільшення продукції лактату де при цьому не було суттєвого закислення середовища (показник рН знаходився в межах фізіологічної норми), то можна зробити висновок про відсутність порушення обміну вуглеводів у рубці тварин дослідної групи.

Тому внаслідок зміни фракційного складу вуглеводів корму в вмісті рубця корів дослідної групи, порівняно до корів контрольної групи, виявлено ряд різниць у концентрації коротко ланцюгових жирних кислот (табл. 5).

Таблиця 5

**Концентрація і співвідношення ЛЖК у вмісті рубця корів,
ммоль/100 ммоль ЛЖК ($M \pm m$, $n=5$)**

Жирні кислоти	Дослідні групи корів	
	контрольна	дослідна
Перший місяць лактації		
ЛЖК, ммоль	91,33 $\pm$ 3,68	106,13 $\pm$ 2,79*
Оцтова	63,67 $\pm$ 1,07	57,77 $\pm$ 0,67*
Пропіонова	17,66 $\pm$ 0,81	22,60 $\pm$ 0,95**
Ізомасляна	0,97 $\pm$ 0,08	0,60 $\pm$ 0,05**
Масляна	14,43 $\pm$ 0,61	15,73 $\pm$ 1,07
Ізовалеріанова	1,77 $\pm$ 0,09	1,26 $\pm$ 0,08**
Валеріанова	1,50 $\pm$ 0,05	2,03 $\pm$ 0,12*
Ацетат/пропіонат	3,62 $\pm$ 0,21	2,57 $\pm$ 0,11**
Другий місяць лактації		
ЛЖК, ммоль	109,80 $\pm$ 2,01	116,47 $\pm$ 4,50
Оцтова	61,87 $\pm$ 1,01	57,13 $\pm$ 2,52
Пропіонова	20,90 $\pm$ 0,85	24,50 $\pm$ 0,40*
Ізомасляна	0,90 $\pm$ 0,05	0,60 $\pm$ 0,06**
Масляна	13,46 $\pm$ 0,76	14,63 $\pm$ 0,20
Ізовалеріанова	1,61 $\pm$ 0,26	1,07 $\pm$ 0,14
Валеріанова	1,27 $\pm$ 0,08	2,07 $\pm$ 0,17**
Ацетат/пропіонат	2,97 $\pm$ 0,17	2,34 $\pm$ 0,05*

Примітка: $P > 0,01$ *, $P > 0,001$ **

На 1 та 2-місяцях лактації показники концентрації оцтової кислоти в вмісті рубця корів контрольної та дослідної груп не відрізнялися. Так, впродовж всього досліджу, у рубці м'ясних корів, яким згодовували рецепт раціон з підвищеним вмістом легко розщеплюваних вуглеводів, спостерігався більший вміст пропіонової та, особливо, валеріанової кислот, тоді як вміст ізомасляної та ізовалеріанової кислот при цьому був меншим ($p < 0,05$).

Встановлено, що концентрація оцтової кислоти в вмісті рубця корів дослідної групи в перший місяць лактації була вірогідно меншою ($p < 0,05$), ніж в корів контрольної групи. На першому та другому місяцях лактації показники концентрації оцтової кислоти в вмісті рубця корів контрольної та дослідної груп не відрізнялися. Ці дані свідчать про пригнічення целюлозолітичної активності в вмісті рубця м'ясних корів нової генерації при підвищенні рівня легко розщеплюваних вуглеводів у даному рецепті раціону.

Враховуючи, що загальний вміст коротко ланцюгових жирних кислот у рубці корів дослідної групи, був на 7–15% більший, можна зробити висновок, що абсолютна кількість оцтової кислоти в корів двох груп була приблизно однакова. При цьому відношення ацетат/пропіонат у вмісті рубця корів дослідної групи було вірогідно менше, ніж у вмісті рубця аналогів контрольної групи ($p < 0,05$), що зумовлено більшим відносним і абсолютним вмістом у ньому пропіонової кислоти. Різниця в концентрації масляної кислоти в вмісті рубця дослідної групи корів порівняно до аналогів контрольної групи на всіх стадіях лактації були не вірогідні.

Визначено вміст ліпідів і співвідношення їх класів у вмісті рубця м'ясних корів (табл. 6).

Таблиця 6

**Вміст ліпідів і співвідношення їх класів у вмісті рубця корів,
% загальної кількості ліпідів ($M \pm m$, $n=5$)**

Ліпіди	Групи корів	
	контрольна	дослідна
Перший місяць лактації		
Загальні ліпіди, мг %	94,20±8,10	96,40±6,83
Фосфоліпіди	14,00±1,20	16,16±1,07*
Триацилгліцероли	1,58±1,22	2,29±1,14**
Моно- і діацилгліцероли	17,64±1,53	11,87±0,92**
НЕЖК	35,58±2,53	30,04±1,37*
Стерини	11,26±1,50	10,23±1,89
Воски	19,94±2,23	19,41±1,31
Другий місяць лактації		
Загальні ліпіди, мг %	97,2±15,73	103,97±9,45
Фосфоліпіди	17,38±1,50	16,03±1,21
Триацилгліцероли	3,96±0,91	10,04±1,80*
Моно- і діацилгліцероли	16,51±1,14	13,12±1,39
НЕЖК	33,30±2,83	27,61±1,96
Стерини	12,42±1,07	14,11±1,02
Воски	17,95±1,01	19,09±1,39

Примітка: $P > 0,01$ *, $P > 0,001$ **

Як видно з (табл. 6), у рубці корів дослідної групи, які отримували раціон з більшою кількістю цукру та крохмалю та меншою кількістю клітковини, на всіх досліджуваних стадіях лактації де вірогідно більша концентрація триацилгліцеролів ($p < 0,05-0,01$) і менша концентрація моноацилгліцеролів, діацилгліцеролів і неестерифікованих жирних кислот, що свідчить про нижчу ліполітичну активність у вмісті рубця у них в порівнянні до корів контрольної групи.

Такий ефект може бути викликаний меншою тривалістю перебування корму з меншим вмістом клітковини в рубці, а отже, меншим терміном контакту з рубцевою мікрофлорою.

Ці дані представляють інтерес, ще й в зв'язку з тим, що пригнічення гідролізу наявних у кормах ацилгліцеролів у рубці призводить до зменшення інтенсивності біогідрогеізації поліненасичених жирних кислот, які в естерифікованому стані не підлягають гідрогеізації мікроорганізмами.

Тому концентрація фосфоліпідів у вмісті рубця корів дослідної групи, порівняно до аналогів контрольної групи в перший місяць лактації, яка була вірогідно більшою ($p < 0,05$), а на перший та другий місяці лактації між групові різниці в цьому показнику були не вірогідні.

Частково таку динаміку змін концентрації фосфоліпідів у вмісті рубця корів дослідної групи, порівняно до контрольної групи, можна пояснити адаптацією рубцевої мікрофлори до змін складу рецепту раціону, оскільки цей процес становить 2–3 тижні.

Проте, при адаптації мікрофлори рубця до нового розробленого раціону в якому вміст фосфоліпідів, який до певної міри, що характеризує чисельність мікробної популяції окремих груп при цьому зменшується.

Так жирно кислотний склад раціонів корів дослідної групи відрізнявся від раціону контролю, а саме більшою кількістю олеїнової ($p < 0,05$) і лінолевої ($p < 0,05$) кислот та меншою кількістю ліноленової ($p < 0,05$) кислоти (табл. 7), що пов'язано з відмінностями жирно кислотного складу грубих і енергетичних кормів.

Серед жирних кислот у вмісті рубця корів дослідної групи виявлено менший вміст насичених і більший вміст ненасичених жирних кислот, ніж у вмісті рубця корів контрольної групи, проте ці різниці не вірогідні (табл. 7).

Встановлено (табл. 7), що в різниці в вмісті насичених жирних кислот в основному зумовлені меншим вмістом стеаринової кислоти та більшим вмістом олеїнової кислоти в вмісті рубця корів дослідної групи, проте ці різниці також не вірогідні.

При цьому, вміст інших насичених жирних кислот, за винятком додеканової (12:0) і ейкозанової (20:0), у вмістимому рубця дослідної групи був більший ($p < 0,05$), ніж у вмістимому рубця м'ясних корів контрольної групи.

Серед ненасичених жирних кислот у вмісті рубця корів дослідної групи, крім октадеценової (18:1), виявлено дещо більше тетрадеценової (14:1) і гексадеценової (16:1) кислот.

Отже кількість ліноленової (18:3) кислоти в вмісті рубця корів дослідної групи, яка була менша ($p < 0,01$), а кількість лінолевої кислоти – більша ($p < 0,01$), ніж у вмісті рубця корів контрольної групи. Таким чином, кількість дієнових кислот у вмісті рубця корів, які отримували раціон з підвищеним вмістом легко-розщеплюваних вуглеводів, була більша, а кількість трієнових кислот – менша, хоча в порівнянні з їх вмістом у рецепті раціоні, гідрогеізація всіх поліненасичених жирних кислот у вмісті рубця тварин обох груп проходила дуже інтенсивно в наших дослідженнях.

Таблиця 7

**Жирнокислотний склад ліпідів раціону корів,
% загальної кількості жирних кислот (M±m, n=5)**

Жирині кислоти	Дослідні групи корів	
	контрольна	дослідна
12:0	0,17±0,02	0,19±0,03
14:0	0,48±0,05	0,40±0,03
15:0	0,55±0,07	0,61±0,05
16:0	18,47±1,15	16,28±1,41
16:1	0,73±0,08	0,67±0,04
18:0	2,18±0,17	2,15±0,22
18:1	19,11±1,18	23,86±1,52*
18:2	22,94±1,59	27,69±1,18*
18:3	33,42±1,92	25,89±1,67*
20:0	0,42±0,05	0,50±0,03
20:1	1,15±0,08	1,41±1,13
20:4	0,38±0,05	0,35±0,04
Насичені	22,27±1,89	20,13±1,77
Мононенасичені	20,99±1,22	25,94±1,60*
Поліненасичені	56,74±2,94	53,93±3,45
Індекс насиченості ліпідів	0,29±0,03	0,25±0,02

*Примітка: P>0,01**

Отже різниці в інтенсивності біогідрогенізації ді – та три – полієнів полягають в особливостях дії ферментних систем мікрофлори рубця, для яких характерна вища субстратна специфічність до жирних кислот з більшою кількістю подвійних зв'язків. Крім того, біогідрогенізація ненасичених жирних кислот у рубці проходить шляхом ряду біохімічних реакцій в яких кількість подвійних зв'язків у жирній кислоті зменшується послідовно за схемою 18:3 → 18:2 → 18:1 → 18:0.

Таким чином, збільшення кількості лінолевої кислоти (18:2) у вмісті рубця корів частково відбувається за рахунок накопичення проміжних продуктів біогідрогенізації ліноленової кислоти (18:3), а збільшення кількості олеїнової кислоти (18:1) – за рахунок біогідрогенізації лінолевої та ліноленової кислот.

Зменшення кількості стеаринової кислоти (18:0) у вмісті рубця корів дослідної групи свідчить про неповну біогідрогенізацію жирних кислот у рубці корів, що отримували рецепт раціону з меншою кількістю клітковини. Очевидно, швидше проходження кормових мас через рубець м'ясних корів цієї групи є причиною зменшення кількості ненасичених жирних кислот, що гідрогенізувалися з утворенням стеаринової кислоти.

Враховуючи, що концентрація лінолевої кислоти в вмісті рубця корів нової генерації дослідної групи була більша, ніж у вмісті рубця корів контрольної групи, то з отриманих результатів випливає, що процеси біогідрогенізації в рубці в них проходять з меншою інтенсивністю.

Таблиця 7

**Жирно кислотний склад загальних ліпідів вмісту рубця корів,
% загальної кількості жирних кислот ($M \pm m$)**

Жирні кислоти	Дослідні групи корів	
	контрольна	дослідна
8:0	0,42±0,05	0,65±0,08*
10:0	0,58±0,03	0,82±0,04**
12:0	0,89±0,05	0,74±0,06
14:0	2,52±0,15	2,97±0,18
14:1	1,02±0,07	1,22±0,15
15:0	1,87±0,12	1,69±0,08
16:0	20,64±1,21	21,81±0,92
16:1	1,57±0,11	1,93±0,07*
17:0	0,89±0,04	1,05±0,05
18:0	41,25±2,92	35,49±2,37
18:1	22,30±1,44	26,12±0,66
18:2	3,27±0,17	4,40±0,23**
18:3	0,87±0,03	0,58±0,04**
20:0	1,20±0,08	1,05±0,02
20:1	0,71±0,03	0,68±0,04
Насичені	70,26±3,11	65,07±2,87
Ненасичені	29,75±3,11	34,93±2,87
Мононенасичені	25,61±1,69	29,95±1,28
Поліненасичені	4,14±0,31	4,98±0,24*

Примітка: $P > 0,01$ *, $P > 0,001$ **, $P > 0,0001$ ***

Проведені наші дослідження показали (табл. 8), що у плазмі артеріальної крові корів дослідної групи виявлено підвищений вміст загальних ліпідів, фосфоліпідів, триацилгліцеролів і ефірів холестеролу, і лише вміст вільного холестеролу в артеріальній крові корів дослідної групи при цьому порівняно менший.

Таблиця 8

**Артеріально-венозна різниця у вмісті ліпідів
у молочній залозі корів ($M \pm m$, $n=5$)**

Показники	Групи корів			
	контрольна		дослідна	
	Артеріальна	А – В	Артеріальна	А – В
Загальні ліпіди	376,2±25,63	21,16±0,91	385,48±19,6	28,33±1,33*
Фосфоліпіди	125,62±8,33	1,23±0,08	132,91±15,0	1,45±0,19
Вільний холестерол	20,35±1,52	-0,27±0,03	18,84±1,31	-0,82±0,06*
НЕЖК	20,35±3,57	4,11±0,51	21,41±2,69	5,01±0,72
Триацилгліцероли	34,86±2,19	12,21±0,86	36,13±1,99	17,63±1,05
Ефіри холестеролу	176,93±20,3	2,88±0,16	178,58±15,6	4,06±0,21*

Примітка: $P > 0,01$ *

Отже, отримані результати, які свідчать про посилення використання триацилгліцеролів плазми крові молочною залозою корів дослідної групи, що отримували рецепт раціон з меншим вмістом клітковини.

Між групові різниці жирно кислотного складу жиру молока корів проявлялися меншою мірою, ніж у вмістимому рубця.

Вивчено нами жирно кислотний склад молочного жиру корів дослідної групи (табл. 9). Після згодовування раціону з підвищеним рівнем крохмалю характеризувався меншим вмістом пальмітинової та стеаринової та більшим вмістом олеїнової, лінолевої та арахідонової кислот. Проте, вірогідні ці різниці лише для стеаринової та лінолевої кислот.

Ці відмінності можна пояснити меншою тривалістю перебування в рубці корів дослідної групи кормів з меншим вмістом клітковини, внаслідок чого збільшує надходження полі ненасичених жирних кислот з рубця в кишечник, а з кишечника в кров.

Як виявилось, що синтез середньо ланцюгових жирних кислот у молочній залозі корів дослідної групи при цьому був меншим, ніж у корів контрольної групи.

Таблиця 9

**Жирно кислотний склад молочного жиру корів,
% загальної кількості жирних кислот ($M \pm m$, $n=5$)**

Жирні кислоти	Дослідні групи корів	
	контрольна	дослідна
8:0	0,33±0,02	0,40±0,03*
10:0	0,61±0,05	0,59±0,04
12:0	2,86±0,15	2,31±0,18*
14:0	10,65±0,83	8,91±0,66
14:1	1,59±0,12	1,68±0,12
15:0	0,81±0,06	0,57±0,04*
16:0	26,05±1,55	23,30±1,82
16:1	2,38±0,19	2,75±0,23
17:0	0,78±0,07	0,63±0,05
17:1	0,31±0,05	0,58±0,03**
18:0	9,16±0,90	5,92±0,63*
18:1	39,06±2,63	45,65±3,12
18:2	3,08±0,23	4,32±0,29*
18:3	0,75±0,05	0,68±0,04
20:0	0,55±0,04	0,82±0,06**
20:1	0,75±0,10	0,56±0,03
20:4	0,28±0,03	0,33±0,12
Насичені	51,80±1,65	43,45±2,21*
Ненасичені	48,75±1,65	57,37±2,41*
Мононенасичені	44,09±1,39	51,22±2,86*
Поліненасичені	4,66±0,24	6,15±0,38*
Індекс насиченості ліпідів	1,06±0,11	0,75±0,09*

Примітка: $P > 0,01$ *, $P > 0,001$ **

За результатами наших проведених досліджень встановлено, що збільшення кількості легко перетравних вуглеводів і зменшення кількості клітковини в раціоні корів дослідної групи, що призвело до посилення поглинання молочною залозою попередників синтезу білків і ліпідів молока,

внаслідок чого в вміст жиру молоці збільшився на 3,7%, а загального білку – на 6,8% (табл. 10).

Таблиця 10

Середньодобовий надій та склад молока м'ясних корів ($M \pm m$, $n=5$)

Показники	Групи корів	
	контрольна	дослідна
Середньодобовий надій, кг	22,08 $\pm$ 2,31	23,54 $\pm$ 1,12
Загальний білок, г %	3,07 $\pm$ 0,11	3,28 $\pm$ 0,14
Жир молока, %	3,48 $\pm$ 0,26	3,61 $\pm$ 0,16
Лактоза, %	4,26 $\pm$ 0,52	4,39 $\pm$ 0,48
Вихід молочного білка, кг/добу	0,67 $\pm$ 0,04	0,77 $\pm$ 0,03*
Вихід лактози, кг/добу	0,94 $\pm$ 0,06	1,03 $\pm$ 0,05
Вихід молочного жиру, кг/добу	0,77 $\pm$ 0,03	0,85 $\pm$ 0,04
Вихід жирних кислот, кг/добу	0,70 $\pm$ 0,03	0,76 $\pm$ 0,03

Так при цьому зросла також ефективність використання доступної для обміну енергії.

Таким чином при підвищенні в рецепті раціоні симентальських м'ясних корів в період підсису де кількість легко розщеплюваних вуглеводів їх добовий надій збільшився на 6,6% порівняно з контролем. У молоці м'ясних комолых симентальських корів дослідної групи, що отримували рецепт раціону з більшою кількістю не структурних вуглеводів збільшився добовий вихід молочного білка ($p < 0,05$) в зоні Карпатського регіону Буковини.

Висновки. Встановлено, що на відміну від рецепту раціону зі збільшеним за рахунок зернових концентратів вмістом крохмалю, раціон, у якому збільшували кількість цукру заміною частини сіна мелясою, підвищував концентрацію капронової (6:0), каприлової (8:0) і капринової (10:0) кислот у складі ліпідів вмісту рубця. Виявлено відмінності в синтезі *ізо*- та *антеізо*-15:0, який при збільшенні в раціоні кількості крохмалю сповільнювався, а при збільшенні кількості цукру – зростав ($p < 0,05$). Серед кислот з непарною кількістю вуглецевих атомів, для двох легкоферментуючих вуглеводів було характерне значне зниження частки кислоти 13:0, тоді як кількість кислоти 15:0 зменшувалася лише при заміні клітковини крохмалем. На вміст маргаринової кислоти (17:0) у ліпідах рубцевого вмістимого, цукор і крохмаль раціону не впливали. Дослідженнями доведено, що в вмісті рубця м'ясних корів, які знаходилися на підсисі в перших двох місяцях, що отримували рецепт раціону з більшою кількістю цукрів посилювався синтез середньо ланцюгових жирних кислот з нормальною будовою вуглецевого ланцюга та незначно зменшувався синтез розгалужених середньо ланцюгових жирних кислот, тоді, як рецепт раціону з більшою кількістю крохмалю більш суттєво знижував синтез розгалужених жирних кислот, а на синтез середньо ланцюгових жирних кислот нормальної будови не впливав. Визначено, що при заміні частини клітковини рецепту раціону корів цукром, як і при заміні частини клітковини крохмалем,

у вмісті рубця корів зменшувалася кількість стеаринової кислоти ($p < 0,05$) і зростала кількість жирних кислот груп 18:1 ($p < 0,05$) та 18:2 ($p < 0,05$). Подібні зміни виявлені та для сумарних кількостей *транс* і *цис* ізомерів олеїнової кислоти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Broderick G. A. Effect of molasses supplementation on the production of lactating dairy cows fed diets based on alfalfa and corn silage. Vol. 87. P. 2997–3009.
2. Effect of increasing availability of water-soluble carbohydrates on *in vitro* rumen fermentation. 2003. M. R. F. Lee, R. J. Merry, D. R. Davies [et al.]. Anim. Feed Sci. Technol. Vol. 2004. 104. P. 59–70.
3. Effect of replacing dietary starch with sucrose on milk production in lactating dairy cows. G. A. Broderick, N. D. Luchini, W. J. Smith [et al.]. J. Dairy Sci. 2000 Vol. 83, suppl. 1. P. 248.
4. Effects of citrus molasses distillers soluble and molasses on rumen parameters and lactation. J. M. Wing, H. H. Van Horn, S. D. Sklare [et al.]. J. Dairy Sci. 1988. Vol. 71. P. 414–420.
5. Effects of different supplemental sugars and starch fed in combination with degradable intake protein on low-quality forage use by beef steers. J. S. Heldt, R. C. Cochran, G. L. Stokka [et al.]. J. Anim. Sci. 1999. Vol. 77. P. 2793–2802.
6. Effects of replacing dietary starch with sucrose on ruminal fermentation and nitrogen metabolism in continuous culture. J. E. Vallimont, F. Bargo, T. W. Cassidy [et al.]. J. Dairy Sci. 2004. Vol. 87. P. 4221–4229.
7. Varga G. A. Soluble carbohydrates for lactating dairy cows. G. A. Varga. Tri State Dairy Nutr. Conf. Proc., Fort Wayne, IN. 2003.
8. Eriksson T. Ruminal digestion of leguminous forage, potatoes and fodder beets in batch culture. I. Fermentation pattern. T. Eriksson, M. Murphy. Anim. Feed Sci. Technol. 2004. Vol. 111. P. 73–88.
9. Hall M.B. Differences in yields of microbial crude protein from *in vitro* fermentation of carbohydrates. 2001. Vol. 84. P. 2486–2493.
10. Huhtanen P. Sucrose supplements in cattle given grass silage-based diet. 3. Rumen pool size and digestion kinetics. Technol. 1991. Vol. 33. P. 275–287.
11. Khalili H. Sucrose supplements in cattle given grass silage-based diet. 2. Digestion of cell wall carbohydrates. Technol. 1991. Vol. 33. P. 263–273.
12. Maiga H. A. Evaluation of diets containing supplemental fat with different sources of carbohydrates for lactating dairy cows. 1995. Vol. 78. P. 1122–1130.
13. Mertens D. R. The effect of starch on forage fiber digestion kinetics *in vitro*. 1980. Vol. 63. P. 1437–1446.
14. Morales J. L. Dietary interaction of cane molasses with source of roughage: intake and lactation effects. 1989. Vol. 72. P. 233–2338.
15. Murphy M. Rumen fermentation in lactating cows selected for milk fat content fed two forage to concentrate ratios with hay or silage 2000. Vol. 83. P. 756–764.
16. Nombekela S. W., Murphy M.R. J. Dairy Sci. Sucrose supplementation and feed intake of dairy cows in early lactation. 1995. Vol. 78. P. 880–885.
17. Offner A. Quantitative review of *in situ* starch degradation in the rumen. Technol. 2003. Vol. 106. P. 81–93.
18. Rumen fermentation characteristics and digestibility of cattle diets containing different whey: maize ratios. P. Susmel, M. Spanghero, C. R. Mills [et al.]. 1995. Technol. Vol. 53. P. 81–89.
19. Russell J. B. Strategies that ruminal bacteria use to handle excess carbohydrate. J. B. Russell. J. Anim. 1998. Sci. Vol. 76. P. 1955–1963.
20. Russell J. B. The importance of pH in the regulation of ruminal acetate to propionate ratio and methane production *in vitro*. Vol. 81. P. 3222–3230.
21. Russell J. B. Why are ruminal cellulolytic bacteria unable to digest cellulose at low pH? 1998. Vol. 79. P. 1503–1509.

22. Stensig T. Digestion and passage kinetics of forage fibre in dairy cows: Ph.D. Thesis. Danish Institute of Animal Sciences, Research Centre, Foulum and The Royal Veterinary and Agricultural University. Copenhagen, Denmark. 1996. 137 p.
 23. Sutoh. M. The effect of sucrose supplementation on kinetics of nitrogen, ruminal propionate and plasma glucose in sheep M. Sutoh, Y. Obara, S. Miyamoto. J. Agric. Sci. Camb. 1996. Vol. 126. P. 99–105.
 24. Sveinbjörnsson J. Effect of the level of dry matter and protein and degradation rate of starch on *in vitro* ruminal fermentation J. Sveinbjörnsson, M. Murphy, P. Udén. Animal Feed Science and Technology. 2006. Vol. 130, N 3–4. P. 191–203.
 25. Sveinbjörnsson J. *In vitro* evaluation of starch degradation from feeds with or without heat-treatments. Animal Feed Science and Technology. 2007. Vol. 132. N 3–4. P. 171–185.
-

УДК 636.59:338.43(477.7)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.28>

ОЦІНКА МОЖЛИВОСТІ ВИРОБНИЦТВА М'ЯСА ПЕРЕПЕЛІВ В УМОВАХ ФЕРМЕРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ ТИПОВИХ ДЛЯ ПІВДЕННОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ

Карпенко О.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри технологій виробництва та переробки сільськогосподарської
продукції імені академіка В.Г. Пелиха,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

orcid.org/0000-0003-2132-1017

У статті наведено результати досліджень щодо вивчення можливості організації виробництва м'яса перепелів в умовах фермерських господарств південного регіону України.

Птаківництво займає лідируючі позиції в аграрному секторі більшості країн, що зумовлено необхідністю забезпечення населення тваринними білками та дієтичними продуктами харчування. У зв'язку з цим активно розвивається відносно молода та перспективна галузь – перепелівництво, що має низку істотних переваг у порівнянні з іншими видами птахів.

Таким чином, впровадження високоефективних технологій виробництва м'яса перепелів є одним із етапів сталого розвитку фермерських господарств південного регіону України.

За результатами досліджень отримані нові дані для оптимізації технологічних процесів виробництва м'яса перепелів. Рівень рентабельності був у межах планованих показників. На основі отриманих результатів дослідження оптимізовано технологічні операції виробництва перепелиного м'яса.

Доведено, що в умовах фермерського господарства доцільно застосовувати промислове багатоярусне кліткове обладнання ОКП фірми ВАТ «Ніжинсьільмаш». Розрахунки показали, що у фермерському господарстві тільки в одному приміщенні розміром 9 х 12 м може утримуватися 72000 голів перепілок і виробництво м'яса перепелів – 9 576 кг.

Доведено, що в умовах фермерського господарства для отримання м'яса високої якості та продуктивності доцільно використовувати перепілок породи фараон, так як, вони характеризуються високою енергією росту.

Встановлено, що в умовах фермерського господарства яке не має достатньої земельної площі достатньо закуповувати необхідну кількість кормових засобів та приготувати повнораціонний комбікорм на комбікормовому заводі. В структурі витрат корми будуть мати частку в межах 40...41 %.

Розрахунок економічної ефективності показав, що застосування розробленої технології виробництва м'яса перепелів є економічно доцільним. Так, рівень рентабельності виробництва продукції перепелівництва у господарстві складатиме – 26,53 %.

Ключові слова: технологія, порода, добовий молодняк, перепілка, середньодобовий приріст, валовий приріст, раціон годівлі.

Karpenko O.V. Assessment of the possibility of quail meat production in the conditions of farm typical for the Southern region of Ukraine

The article presents the results of research on the study of the possibility of organizing the production of quail meat in the conditions of farms in the Southern region of Ukraine.

Poultry farming occupies a leading position in the agricultural sector of most countries, which is due to the need to provide the population with animal proteins and dietary food products. In this regard, a relatively young and promising industry is actively developing – quail farming, which has a number of significant advantages compared to other species of birds.

Thus, the introduction of highly efficient technologies for the production of quail meat is one of the stages of sustainable development of farms in the Southern region of Ukraine.

According to the results of the research, new data were obtained for optimizing the technological processes of quail meat production. The level of profitability was within the planned indicators. Based on the results of the research, technological operations for the production of quail meat were optimized.

It is proved that in the conditions of a farm it is advisable to use industrial multi-tiered cage equipment of the OKP company OJSC "Nizhynsilmas". Calculations have shown that in a farm, only one room measuring 9 x 12 m can contain 72,000 quails and the production of quail meat is 9,576 kg.

It has been proven that in farm conditions, to obtain high-quality meat and productivity, it is advisable to use quail of the Pharaoh breed, since they are characterized by high growth energy.

It has been established that in farm conditions that do not have sufficient land area, it is enough to purchase the necessary amount of feed and prepare complete feed at a feed plant. In the cost structure, feed will have a share within 40...41%.

The calculation of economic efficiency has shown that the application of the developed technology for the production of quail meat is economically feasible. Thus, the level of profitability of quail production in the farm will be 26.53%.

Key words: *technology, breed, daily young stock, quail, average daily gain, gross gain, feeding ration.*

Постановка проблеми. Птахівництво займає лідируючі позиції в аграрному секторі більшості країн, що зумовлено необхідністю забезпечення населення тваринними білками та дієтичними продуктами харчування. У зв'язку з цим активно розвивається відносно молода та перспективна галузь – перепелівництво, що має низку істотних переваг у порівнянні з іншими видами птахів [1, р. 601–608].

Швидке зростання, раннє статеве дозрівання і короткий інкубаційний період перепелів яєць роблять їх цінним об'єктом для селекційно-генетичних досліджень, дозволяючи отримувати кілька поколінь на рік. Це стимулює наукові дослідження в цій галузі, спрямовані на підвищення продуктивності та покращення якісних характеристик перепелиної продукції, що у свою чергу сприяє подальшому розвитку та зміцненню позицій перепелівництва у світовому птахівництві. Таким чином, перепелівництво є важливим компонентом забезпечення продовольчої безпеки і потребує подальшого наукового та практичного розвитку [2, р. 500–507].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Японський перепілка зарекомендувала себе як перспективний об'єкт птахівництва, значною мірою завдяки високому генетичному потенціалу продуктивності. Відмінною рисою цього птаха є її висока несучість, що досягає в середньому 310 яєць на рік. При цьому середня вага яйця становить 12,5 г, що у поєднанні з високою продуктивністю робить японського перепела економічно вигідним і привабливим для промислового розведення. Подальші дослідження та селекція, спрямовані на поліпшення породних якостей, дозволяють сподіватися на ще суттєвіше підвищення продуктивності та зміцнення позицій японського перепела на ринку птахівничої продукції [3, р. 925].

Незважаючи на свій скромний розмір, перепелині яйця є цінним джерелом вітамінів і мінералів, що не поступається по поживній цінності курячим, а за деякими показниками навіть перевершує їх. Фактично перепелине яйце є унікальним білково-вітамінно-мінеральним комплексом.

У перерахунку на грам продукту перепелині яйця містять значно більше вітамінів, ніж курячі: вітаміну А – у 2,5 рази, вітаміну В1 – у 2,8 разу та вітаміну В2 – у 2,2 рази. П'ять перепелиних яєць, еквівалентних за масою одному курячому, забезпечують у п'ять разів більше фосфору та калію, а також у 4,5 рази більше заліза.

Таким чином, перепелині яйця є концентрованим джерелом необхідних поживних речовин, яке може бути особливо корисним для підтримки здоров'я і загального благополуччя [4, р. 409–413]. Висока концентрація цінних поживних речовин

робить перепелині яйця як цінним продуктом харчування, а й важливим терапевтичним засобом. Медична спільнота по всьому світу широко рекомендує їх вживання завдяки їх унікальним властивостям.

Багатий склад перепелиних яєць, що включає широкий спектр вітамінів, мінералів і амінокислот, сприяє зміцненню імунної системи, нормалізації обміну речовин і поліпшенню загального стану здоров'я. На відміну від курячих, перепелині яйця рідше викликають алергічні реакції і мають більш високу концентрацію корисних речовин.

Регулярне вживання перепелиних яєць може позитивно впливати при лікуванні та профілактиці різних захворювань, включаючи хвороби шлунково-кишкового тракту, серцево-судинної системи та нервової системи. Таким чином, перепелині яйця є цінним ресурсом для підтримки здоров'я та профілактики захворювань, що пояснює їх популярність і широке застосування в дієтології та медицині [5, р. 13–21]. За вмістом незамінних амінокислот (тироzinу, треоніну, лізину, гліцину і гістидину) перепелині яйця також переважають курячі [6, р. 91–101]. Завдяки цьому вони мають антибактеріальні, імуномодулювальні, протипухлинні властивості, нормалізують діяльність шлунково-кишкового тракту, серцево-судинної та інших систем. Наприклад, в Японії перепелині яйця вживають для виведення з організму радіонуклідів.

М'ясо перепелів, що перевершує за поживними та смаковими якостями м'ясо іншого сільськогосподарського птаха, є цінним дієтичним і лікувальним продуктом, що не поступається перепелиним яйцям. Ніжне, соковите та ароматне, воно заслужено вважається делікатесом. Проте цінність м'яса перепелів не обмежується гастрономічними перевагами. Воно використовується в дієтичному харчуванні при лікуванні захворювань серця, шлунка, печінки, легень, нирок та хронічних захворювань. Регулярне вживання сприяє покращенню загального тону організму та зміцненню кісткової тканини [7, с. 42–47].

Тому, розвиток перепілярства в нашій країні змусив промисловість та приватні фірми виробники переглянути своє ставлення до фермерських та селянських господарств.

Таким чином, впровадження високоефективних технологій виробництва м'яса перепелів є одним із етапів сталого розвитку фермерських господарств південного регіону України.

Постановка завдання. *Метою роботи є оцінка можливості організації виробництва м'яса перепелів в умовах фермерського господарства південного регіону України.*

Для виконання поставленої мети передбачалося виконати наступні завдання:

- дослідити можливість розробки технології вирощування перепелів на м'ясо в умовах фермерського господарства з використанням кліткового обладнання ОКП ВАТ «Ніжинсьільмаш»;
- оцінити можливість використання перепелів породи Фараон [8];
- оцінити розроблені раціони годівлі птиці з урахуванням власної зернової групи;
- проаналізувати можливості маркетингової політики на ринку продажу перепілок в забійній масі по регіонах та області;
- провести розрахунок економічної ефективності ведення господарства.

На основі мети роботи та поставлених завдань *об'єктом дослідження є технологія виробництва м'яса перепелів в умовах фермерських господарств півдня України.*

Умовами для досліджень є: незамкнений цикл виробництва, за якого господарство займається закупівлею та вирощування перепелів на м'ясо протягом 35 днів. Господарство поповнюється закупленими добовими перепелятами.

Забезпеченість приміщеннями – фермерське господарство має одне капітальне приміщення або збірний модульний пташник [9, с. 14–15], розміром – 9 x 12 (рис. 1).

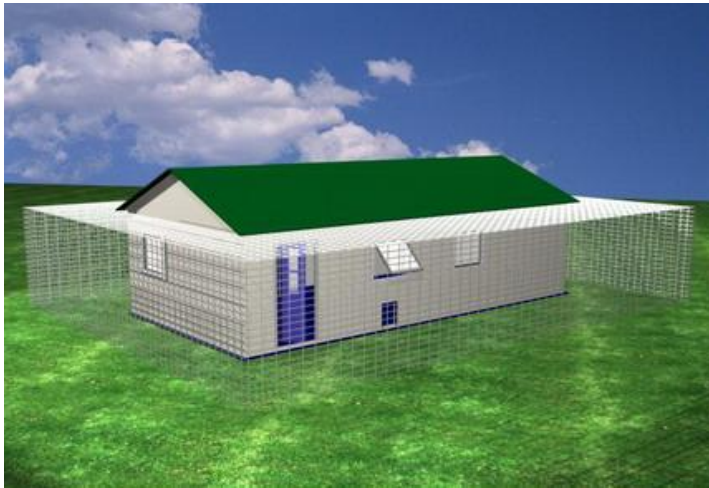


Рис. 1. Пташник модульний для селянських та фермерських господарств

Для розробки проекту нами було вибрано кліткове обладнання фірми ВАТ «Ніжинсілмаш». Для забезпечення ефективного вирощування та експлуатації перепілок конструкторським колективом заводу при співпраці з рядом птахофабрик розробив і започаткував у виробництво 4–6 ярусне механізоване кліткове обладнання (рис. 2) [10], яке успішно пройшло випробування і експлуатується в господарствах України і Молдови і приносить значний економічний ефект.



Рис. 2. Кліткова батарея для вирощування перепелів ОКП

Кліткові батареї обладнання виготовляють в чотирьох -, п'яти та шестиярусному виконанні. В залежності від розмірів пташника є можливість встановлювати різну кількість секцій батареї. Рами каркасу поставляються в зборі з перегородками.

Для розрахунку поголів'я перепілок для даного господарства скористалися технічними показниками кліткового обладнання ОКП (табл. 1). Крім того в таблиці наведено розрахунок необхідної кількості батарей для приміщення розміром 9 x 12 м.

Таблиця 1

Характеристика кліткового 4-х ярусного обладнання ОКП

Глибина, мм	500
Ширина, мм	600
Висота, мм	230
Площа клітки, мм	3000
Ширина батареї, мм	1320
Кількість кліток в одному ярусі	15
Кількість кліток на одній стороні батареї	60
Кількість кліток в батареї	120
Кількість батарей	3

Виходячи з того, що можливо встановити 3 батареї типу ОКП і розрахована місткість однієї батареї, то необхідна кількість поголів'я перепілок, що буде утримуватися протягом року в приміщенні при комплектації однієї батареї кожні 35 днів та 14 днів санітарного розриву місяці буде становити – 24000 голів (табл. 2). Всього поголів'я перепелів на рік буде становити – 72000 голів.

Таблиця 2

Розрахунок поголів'я для фермерського господарства

Щільність посадки в клітку, гол	25
Кількість голів в 1 батареї, гол	3000,00
Кількість батарей в пташнику	3
Кількість поголів'я в пташнику, гол	9000
Тривалість вирощування, днів	35
Санітарний розрив, днів	14
Кількість вирощених партій в одній батареї	8
Всього поголів'я для посадки за рік в одній батареї, гол.	24000
Збереженість за 35 дні, %	95
Всього поголів'я на реалізацію за рік з однієї батареї, гол.	22800
Всього поголів'я для посадки за рік в приміщенні, гол.	72000
Всього поголів'я на реалізацію за рік, гол.	68400
Жива маса одного перепела, кг	0,14
Жива маса вього поголів'я за рік, кг	9576

В середньому на голову на відгодівлі перепілок припадає до 16...18 г корму на добу. Звідси загальна потреба в кормах для господарства наведена в таблиці 3.

Таблиця 3

Розрахунок кормів

Початкове поголів'я, голів	72000,000
Кінцеве поголів'я, голів	68400,000
Середнє поголів'я, голів	70200,000
Добова норма споживання корму, г/гол/добу	0,562
Всього кормів, кг	39452,400

Як видно з вище наведеної таблиці для задоволення потреб в кормах протягом року необхідно придбати – 39 452 кг. Виготовлення повнораціонних кормів здійснюється на кормо переробному підприємстві.

Загальні витрати прогнозуються у розмірі 1 666,5 тис. грн. З них, найбільше частка витрат перепадає на виплату за встановлене кліткове обладнання – 18,00%, корма становлять – 40,83%, а закупівля перепілок майже відповідно – майже 26 відсотків. На інші витрати припадає $\approx 7\%$.

За розрахунками, обсяги виробництва та реалізації продукції птахівництва становитимуть: кількість виробленого м'яса в живій масі – 9 576 кг. Оптова ціна 1 кг м'яса становить 240 грн. Вартість виробленої продукції – 2 298,24 тис. грн. Відповідно собівартість 1 кг м'яса перепелів – 174 грн.

Виходячи з попередніх даних валовий прибуток становить 631,6 тис. грн. Чистого прибутку очікується – 442,1 тис. грн. Рівень рентабельності підприємства відповідно становитиме – 26,53%.

Висновки і пропозиції. Підводячи підсумок, можна зазначити, що:

1. На сьогоднішній день виробництвом м'яса перепелів займаються дуже мало. Тому існує перспектива розвитку даної галузі птахівництва в нашому регіоні.
2. На основі розрахунків розробленої технології, а саме (реконструкція капітального приміщення або встановлення модульного пташника, нового обладнання для вирощування перепелів, використання м'ясної породи Фараон, застосування повнораціонних комбікормів) прогнозований рівень рентабельності підприємства для південного регіону України на межі – 26,5%. Чистого прибутку за перший рік роботи фермер отримає 442 тис. грн. Окупність проекту становитиме 3,5–4 роки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Minvielle F. What are quail good for in a chicken-focused world? *World's Poultry Science J.* 2009. № 65 (4). P. 601–608. doi: 10.1017/ S0043933909000415.
2. Minvielle F. The future of Japanese quail for research and production. *World's Poultry Science J.* 2004. № 60 (4). P. 500–507. doi: 10.1079/ WPS200433.
3. Vali N. The Japanese quail: A review. *International J. of Poultry Science.* 2008. № 7 (9). P. 925. doi: 10.3923/ijps.2008.925.931.
4. Nepomuceno R.C., Watanabe P.H., Freitas E.R. et al. Quality of quail eggs at different times of storage. *Ciencia Animal Brasileira.* 2014. № 15 (4). P. 409–413. doi: 10.1590/1089-6891v15i424107.
5. Arthur J., Bejaei M. Quail Eggs. *Egg Innovations and Strategies for Improvements*; by ed. P.Y. Hester. London, UK: Academic Press, 2017. P. 13–21. doi: 10.1016/B978-0-12-800879-9.00002-0.
6. Genchev A. Quality and Composition of Japanese quail eggs (*Coturnix Japonica*). *Trakia J. of Sciences.* 2012. V. 10, Is. 2. P. 91–101.
7. О.О. Катеринич, С.М. Панькова. Розвиток перепелівництва в Україні. *Вісник аграрної науки.* 2020. № 4 (805). С. 42–47.

8. Фараон. URL: <https://kurkul.com/porody/655-faraon>
 9. Зора, В.Б. Системи для утримання птиці: вибирай сам. *Пропозиція*. 2005. Вип. 10. С. 14–15.
 10. Обладнання ОКП. URL: <http://www.selmash.com.ua//index>.
-

УДК 636.033(477)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.29>

СУЧАСНИЙ СТАН ГАЛУЗІ М'ЯСНОГО СКОТАРСТВА В УКРАЇНІ

Кірович Н.О. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри технологій виробництва і переробки продукції тваринництва,

Одеський державний аграрний університет

orcid.org/0000-0002-9177-8832

Дідур Л.І. – аспірант кафедри технологій виробництва і переробки

продукції тваринництва,

Одеський державний аграрний університет

orcid.org/0009-0001-7639-5665

Проведено моніторинг основних показників галузі скотарства України із акцентуванням уваги на м'ясному напрямку продуктивності та визначені основні перспективи його розвитку. Наразі, спостерігається стійка тенденція до зменшення поголів'я великої рогатої худоби, яка є результатом системних економічних, структурних і технологічних трансформацій в аграрному секторі. М'ясне скотарство в Україні, як самостійна галузь тваринництва, перебуває на етапі структурного реформування й адаптації до ринкових умов. Серед основних невирішених проблем галузі слід відмітити відсутність достатньої кількості племінного поголів'я спеціалізованих м'ясних порід, недостатньо розвинена кормова база, відсутність достатньої кількості пасовищ, зношеність інфраструктури та слабкий розвиток логістичних і переробних ланцюгів. Сучасний стан виробництва та споживання м'яса в Україні характеризується низкою структурних диспропорцій, що зумовлюють нестабільність галузі. Особливо тривожною є тенденція зменшення чисельності спеціалізованих м'ясних порід великої рогатої худоби, яка є більш вразливою до економічних змін, ніж молочне скотарство. Це свідчить про низьку конкурентоспроможність м'ясного напрямку в умовах ринку, а також відсутність стратегічного державного втручання. Скорочення відбувається на фоні загального зростання споживчого попиту на яловичину, що призводить до розриву між виробництвом та внутрішніми потребами. Як наслідок, ціни на м'ясо зростають, а рівень споживання на душу населення залишається нижчим за рекомендовані норми. Галузь м'ясного скотарства в Україні має значний потенціал, проте її ефективний розвиток потребує цілеспрямованої державної політики, інвестицій, оновлення матеріально-технічної бази та підтримки наукових досліджень. Підхід до інтенсифікації цієї галузі має бути комплексним і включати такі елементи як вдосконалення селекційної роботи, модернізацію технологій утримання й відгодівлі тварин, а також створення стимулів для фермерів і інвесторів. Особливе значення у цьому контексті має регіональна адаптація м'ясного скотарства – з урахуванням ґрунтово-кліматичних, економічних та соціальних умов.

Ключові слова: м'ясне скотарство, динаміка поголів'я, яловичина, продовольча безпека, конкурентоспроможність.

Kirovych N.O., Didur L.I. Current state of the beef cattle industry in Ukraine

The main indicators of the livestock industry of Ukraine were monitored with an emphasis on the meat direction of productivity and the main prospects for its development were identified. Currently, there is a steady trend towards a decrease in the number of cattle, which is the result of systemic economic, structural and technological transformations in the agricultural sector. Beef cattle breeding in Ukraine, as an independent branch of livestock farming, are at the stage of structural reform and adaptation to market conditions. Among the main unresolved problems of the industry, it should be noted the lack of a sufficient number of breeding livestock of specialized meat breeds, an insufficiently developed feed base, the lack of a sufficient number of pastures, dilapidated infrastructure, and weak development of logistics and processing chains. The current state of meat production and consumption in Ukraine is characterized by a number of structural imbalances that lead to instability in the industry. Of particular concern is the trend of decreasing

numbers of specialized beef cattle breeds, which are more vulnerable to economic changes than dairy cattle. This indicates the low competitiveness of the meat sector in market conditions, as well as the lack of strategic state intervention. The reduction occurs against the background of an overall increase in consumer demand for beef, which leads to a gap between production and domestic needs. As a result, meat prices are rising, and per capita consumption remains below recommended norms. The meat livestock industry in Ukraine has significant potential, but its effective development requires targeted state policy, investments, updating of the material and technical base, and support for scientific research. The approach to intensification of this industry should be comprehensive and include such elements as improving breeding work, modernizing animal husbandry and fattening technologies, as well as creating incentives for farmers and investors. Of particular importance in this context is the regional adaptation of beef cattle breeding – taking into account soil-climatic, economic and social conditions.

Key words: *beef cattle breeding, livestock dynamics, beef, food security, competitiveness.*

Актуальність теми дослідження. М'ясне скотарство є однією з найважливіших підгалузей тваринництва, що забезпечує населення високоякісною продукцією – яловичиною. В умовах сучасного ринку питання підвищення ефективності м'ясного виробництва, забезпечення стабільного приросту живої маси тварин і покращення якісних характеристик м'яса набувають особливої актуальності. Це обумовлено як зростанням попиту на тваринницьку продукцію, так і потребою у зміцненні продовольчої безпеки держави.

Проте в Україні м'ясне скотарство тривалий час залишалося недостатньо розвиненим. Сьогодні спостерігається зменшення чисельності великої рогатої худоби, особливо м'ясного напрямку продуктивності, що негативно впливає на загальні обсяги виробництва яловичини. Значна частина тварин утримується в умовах дрібнотоварних господарств, де відсутні належні технології вирощування й відгодівлі, що призводить до низької продуктивності та погіршення якісних характеристик м'ясної продукції.

Постановка проблеми. Аналіз наукових досліджень виявив, що сучасний стан галузі м'ясного скотарства в Україні характеризується суперечливими тенденціями, що поєднують системні проблеми та перспективи розвитку. Як зазначає Кутас О. О. [9], значна частина яловичини в країні надходить від забою вибракуваних тварин молочних порід, що не забезпечує високих якісних характеристик продукції. Це свідчить про слабку спеціалізацію галузі та недостатній розвиток м'ясного напрямку скотарства.

Пуцентейло П. Р. [11] підкреслює, що низька ефективність виробництва зумовлена недосконалістю технологій вирощування, слабкою селекційною роботою, а також нераціональним використанням кормових ресурсів.

Додатково на ситуацію впливає обмежена державна підтримка. За даними Копитець Н. Г. та Волошина В. М. [6, 8], відсутність фінансових інструментів стимулювання та інвестування гальмує модернізацію галузі, що призводить до втрати її конкурентоспроможності як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринку. Голембівський С. О. [2] зазначає, що на фоні глобального попиту на якісну яловичину Україна демонструє нестабільні обсяги виробництва, що залежить від випадкових економічних факторів, а не стратегічного планування.

Крім того, існує об'єктивна необхідність адаптації систем ведення м'ясного скотарства до конкретних ґрунтово-кліматичних умов регіонів України. Зокрема, Південь країни вирізняється своєрідними агрокліматичними характеристиками – високою температурою повітря, дефіцитом вологи, специфічним кормовим ресурсом, – що вимагає пошуку оптимальних технологій вирощування тварин і відбору найбільш адаптованих до цих умов порід.

На думку Вожегової Р. А., Голобородька С. П. та Димова О. М. [1], важливим фактором є адаптація технологій до специфіки ґрунтово-кліматичних умов регіонів, зокрема Півдня України, де є значні, але недостатньо використані ресурси для випасного утримання.

У дослідженні, присвяченому аналізу сучасного стану тваринництва Одеській області, підтверджується загальноукраїнська тенденція: попри зростання інтересу до м'ясного скотарства, воно залишається малопоширеним і характеризується відсутністю інтеграції у сучасні аграрні кластери [5].

Враховуючи вище представлені матеріали, метою даної публікації став аналіз існуючих статистичних даних щодо динаміки поголів'я великої рогатої худоби в тому числі м'ясного напрямку продуктивності, виробництву яловичини в Україні та висвітленню можливих шляхів стимулювання розвитку м'ясного скотарства.

Методика досліджень. Матеріалом для досліджень слугували офіційні показники Державної служби статистики України галузі скотарства у різних формах господарювання сільськогосподарських підприємств за даними Державного комітету статистики України. Аналіз проводили використовуючи економіко-статистичні, абстрактно-логічні, монографічні методи, які дозволили встановити динаміку чисельності поголів'я зазначеного виду тварин і виробництва яловичини, а також провести загальну оцінку стану виробництва.

Результати досліджень. М'ясне скотарство в Україні, як самостійна галузь тваринництва, перебуває на етапі структурного реформування й адаптації до ринкових умов. Незважаючи на наявність природних передумов – значні площі пасовищ, різноманітні кормові ресурси, сприятливий клімат у ряді регіонів, – продуктивність м'ясного напрямку великої рогатої худоби залишається на невисокому рівні.

Згідно з поданими даними (рис. 1), спостерігається стійка тенденція до зменшення поголів'я великої рогатої худоби, яка є результатом системних економічних, структурних і технологічних трансформацій в аграрному секторі. Якщо у 1990 році загальна чисельність великої рогатої худоби перевищувала 25 млн голів, то станом на 2024 рік цей показник знизився до менш ніж 2,2 млн голів, що свідчить про падіння більш ніж у 11 разів.

Таке скорочення є наслідком кількох ключових чинників: демонтажу радянської системи планування, зменшення обсягів державної підтримки, невігідності виробництва яловичини у порівнянні з іншими галузями, а також втрати частини територій із високою щільністю тваринництва.

Зменшення чисельності поголів'я великої рогатої худоби негативно впливає на забезпечення продовольчої безпеки країни, знижує обсяг внутрішнього виробництва м'яса та призводить до посилення імпортозалежності.

За даними Державної служби статистики України [10], структура стада здебільшого формується за рахунок молочного напрямку, тоді як частка спеціалізованого м'ясного скотарства залишається маргіальною. Це обумовлено як економічними труднощами в аграрному секторі, так і слабкою підтримкою з боку держави щодо розвитку саме м'ясного скотарства.

Станом на останні роки, чисельність поголів'я великої рогатої худоби в Україні продовжує зменшуватися, особливо це стосується м'ясних порід (рис. 2).

В умовах недостатньої рентабельності виробництва, скорочення обсягів державного фінансування, а також втрати частини територій, які раніше були важливими осередками тваринництва, галузь зазнала значних трансформацій. Здебільшого м'ясна продукція надходить від вибракуваних тварин молочного напрямку, що значною мірою впливає на якісні показники яловичини.

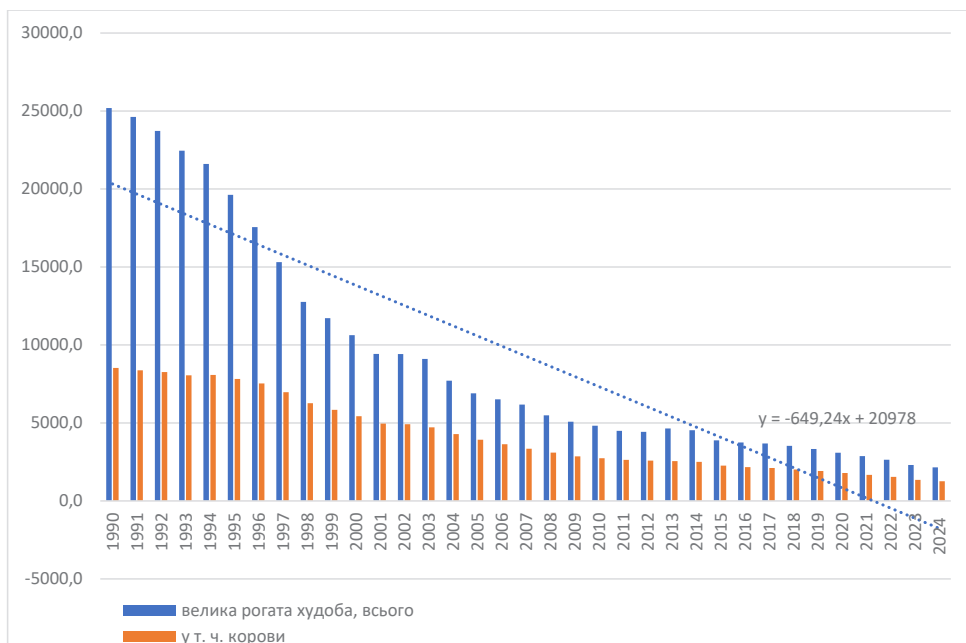


Рис. 1. Динаміка поголів'я великої рогатої худоби в Україні за 1990–2023 роки, тис. голів

Джерело: Побудовано авторами за даними [10]

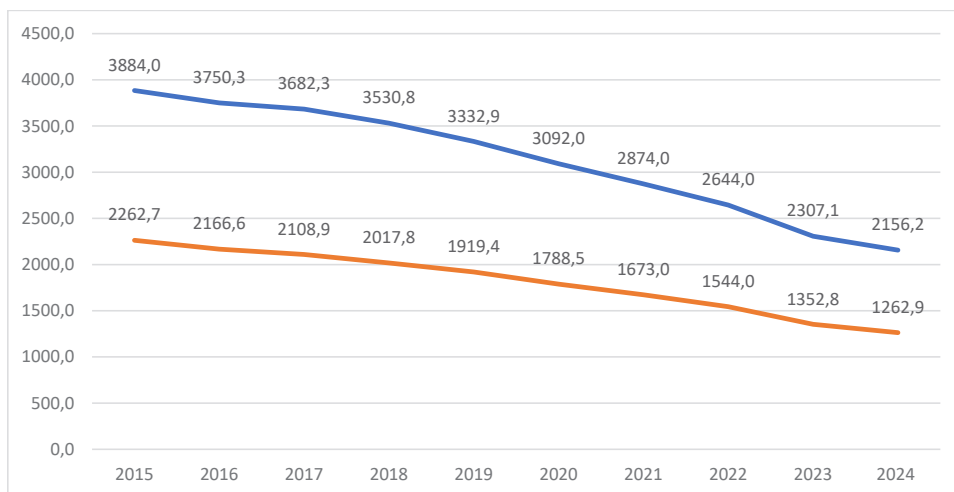


Рис. 2. Тенденція чисельності поголів'я великої рогатої худоби в Україні за 2015–2024 роки, тис. голів

Джерело: Побудовано авторами за даними [10]

Водночас, як зауважує Тимченко Л. О. [13], існує потенціал для зростання галузі за умов впровадження сучасних технологій відгодівлі, використання

генетично цінного поголів'я м'ясних порід, зокрема абердин-ангусів, лімузинів, шароле та герефордів, а також оптимізації віку забою.

Певна частина фермерських господарств та сільськогосподарських підприємств почали впроваджувати інтенсивні технології вирощування, орієнтуючись на якісну м'ясну продукцію для внутрішнього споживання та експорту.

Водночас залишається низка невирішених проблем, серед яких – відсутність достатньої кількості племінного поголів'я, недостатньо розвинена кормова база, зношеність інфраструктури та слабкий розвиток логістичних і переробних ланцюгів. Суттєвим стримувальним чинником також є нестача кваліфікованих кадрів у галузі зоотехнії та ветеринарії.

У дослідженні Копитець Н. Г. та Волошина В. М. [7] зазначено, що ринок м'яса в Україні характеризується зменшенням поголів'я великої рогатої худоби, що негативно впливає на обсяги виробництва яловичини. Це, в свою чергу, призводить до зростання цін на м'ясну продукцію та зниження її доступності для населення.

Сучасний стан виробництва та споживання м'яса в Україні характеризується низкою структурних диспропорцій, що зумовлюють нестабільність галузі (рис. 3).

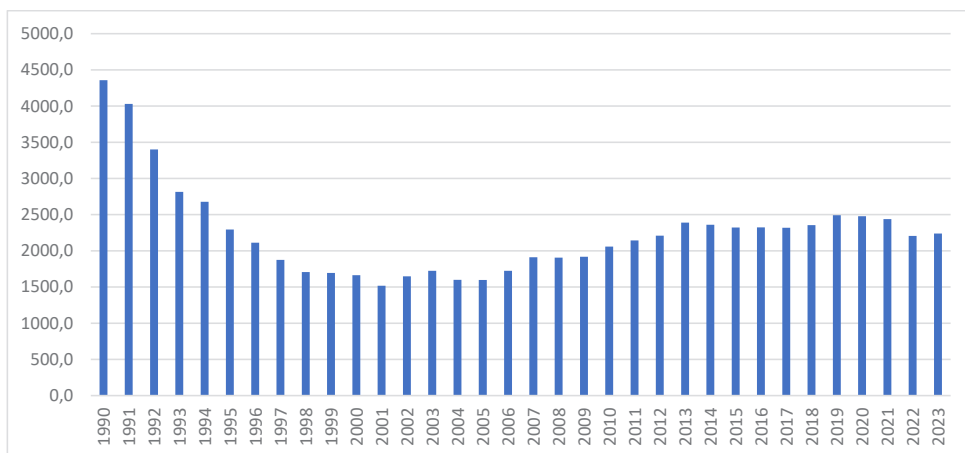


Рис. 3. Виробництво м'ясо (у забійній масі) у період 1990–2023 роки, тис.т.

Джерело: Побудовано авторами за даними [10]

У період 1990–2023 роки зберігається негативна динаміка, хоча її темпи дещо сповільнилися. Особливо тривожною є тенденція зменшення чисельності м'ясних порід, яка є більш вразливою до економічних змін, ніж молочне скотарство. Це свідчить про низьку конкурентоспроможність м'ясного напрямку в умовах ринку, а також відсутність стратегічного державного втручання.

Скорочення відбувається на фоні загального зростання споживчого попиту на яловичину, що призводить до розриву між виробництвом та внутрішніми потребами. Як наслідок, ціни на м'ясо зростають, а рівень споживання на душу населення залишається нижчим за рекомендовані норми.

Згідно з дослідженням Сегеди С. А. [12], протягом 1990–2001 років спостерігалось значне зниження споживання м'яса та м'ясопродуктів на одну особу – з 68,2 кг до 31,1 кг, що становить зменшення на 54,4%. Хоча в період з 2002 року відзначалося поступове зростання споживання до 56,1 кг, однак цей рівень

залишається нижчим за показник 1990 року на 17,74% та не досягає раціональної норми у 80 кг на особу.

Гримак А. В. [3, 4] у своєму аналізі ринку м'ясного скотарства вказує на низьку купівельну спроможність населення та подорожчання енергоносіїв як основні чинники, що стримують розвиток галузі. Також відзначено нееквівалентний обмін між переробними підприємствами і сільським господарством, що знижує мотивацію виробників до збільшення обсягів виробництва м'яса.

Загалом, сучасний стан виробництва та ринку м'яса в Україні потребує комплексного підходу до вирішення наявних проблем, включаючи підтримку вітчизняних виробників, стимулювання розвитку м'ясного скотарства та забезпечення доступності м'ясної продукції для населення.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Узагальнюючи викладене, слід зазначити, що галузь м'ясного скотарства в Україні має значний потенціал, проте її ефективний розвиток потребує цілеспрямованої державної політики, інвестицій, оновлення матеріально-технічної бази та підтримки наукових досліджень у сфері зоотехнії.

Галузь м'ясного скотарства України потребує комплексного підходу, що включає вдосконалення селекційної роботи, модернізацію технологій утримання й відгодівлі тварин, а також створення стимулів для фермерів і інвесторів. Особливе значення у цьому контексті має регіональна адаптація м'ясного скотарства – з урахуванням ґрунтово-кліматичних, економічних та соціальних умов.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Димов О. М. Сучасний стан скотарства в Україні: реалії сьогодення та шляхи відродження. URL: <https://doi.org/10.33694/978-966-1550-33-8-2021-0-0-16-24> (дата звернення 15.05.2025)
2. Голембівський С. О. Сучасні тенденції розвитку м'ясного скотарства в Україні. URL: https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/54932/1/Tezy_Vidnovlennia%20ta%20innovatsiinyi%20rozvytok%20tvarynnystva%20v%20umovakh%20suchashykh%20vyklykiv_2024_93-98.pdf (дата звернення 20.05.2025)
3. Гримак А. В. Особливості функціонування ринку продукції м'ясного скотарства. *Економіка та управління АПК*. 2020. № 2. С. 31–40. URL: <https://doi.org/10.33245/2310-9262-2020-159-2-31-40>. (дата звернення 20.05.2025)
4. Гримак А. В. Маркетингова оцінка стану розвитку м'ясного скотарства. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10906535> (дата звернення 12.05.2025)
5. Кірович Н., Ясько В., Ткаченко І., Елфеел А. Сучасний стан тваринництва Одещини. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2019. Вип. 95. С. 53–59. URL: <https://abbsl.osau.edu.ua/index.php/visnuk/issue/view/9/5> (дата звернення 20.05.2025)
6. Копитець Н. Г., Волошин В. М. Ринок м'яса великої рогатої худоби: виробництво та ціна. *Галицький економічний вісник*. Тернопіль: ТНТУ, 2019. Том 61. № 6. С. 7–13. URL: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/31605> (дата звернення 16.05.2025)
7. Копитець Н. Г., Волошин В. М. Сучасний стан та тенденції ринку м'яса. *Економіка АПК*. 2020. № 6. С. 59–67. URL: <https://doi.org/10.32317/2221-1055.2020.06059> (дата звернення 20.05.2025)
8. Копитець Н. Г., Волошин В. М. Розвиток скотарства в кризових умовах. *Економіка та управління АПК*. 2023. № 1. С. 64–76. URL: <https://doi.org/10.33245/2310-9262-2023-181-1-64-76> (дата звернення 19.05.2025)
9. Кутас О. О. Перспективи розвитку м'ясного скотарства в Україні. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/b6efd4c7-54fd-4c22-bc44-152366e8caf6/content> (дата звернення 20.05.2025)

10. Офіційний сайт державної служби статистики України. URL: <https://ukrstat.gov.ua>

11. Пуцентейло П. Р. Конкурентоспроможність м'ясного скотарства України: теорія і практика: монограф. Тернопіль: ВПЦ «Економічна думка ТНЕУ», 2011. 420 с.

12. Сегеда С. А. Статистичний аналіз споживання м'яса та м'ясопродуктів в Україні. *Економіка АПК*. 2020. № 3. С. 36–46. URL: <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202003036> (дата звернення 18.05.2025).

13. Тимченко Л. О. Підвищення ефективності використання великої рогатої худоби для збільшення виробництва яловичини в Україні. актуальні проблеми економіки. 2024. № 10 (280). С. 55–60. URL: https://eco-science.net/wp-content/uploads/2024/10/10.24._topic_Liudmyla-O.-Tymchenko-54-60.pdf (дата звернення 20.05.2025)

УДК 636. 32/38. 082.23

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.30>

ВПЛИВ ЗВИВИСТОСТІ ВОВНИ НА ПОКАЗНИКИ ПРОДУКТИВНОСТІ МОЛОДНЯКУ ТАВРІЙСЬКОГО ТИПУ АСКАНІЙСЬКОЇ ТОНКОРУННОЇ ПОРОДИ

Корбич Н.М. – к. с.-г.н.,

доцент кафедри технологій виробництва та переробки сільськогосподарської
продукції імені академіка В.Г. Пелиха,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

orcid.org/0000-0002-9058-7751

На сучасному етапі вівчарська галузь зазнала значних змін. Підвищення ефективності виробництва тваринницької продукції можливе за умов впровадження нових прогресивних технологій, селекційних заходів та сучасних наукових досягнень. Тому вибрана тема є досить актуальною на сьогоднішній день.

Метою роботи було вивчення впливу звивистості вовни на основні показники продуктивності молодняку (барани-річняки та ярки) таврійського типу з ціллю використання одержаних даних для ведення селекційно-плеємної роботи з породою.

Аналіз показників живої маси дослідного поголів'я показав, що певної закономірності розподілу тварин за живою масою з урахуванням звивистості вовни в дослідного поголів'я не встановлено. Вищі показники живої маси мали барани-річняки III дослідної групи, що склали 63,0 кг. У ярки вищі показники живої маси мали тварини з бажаною формою звивистості (II група).

Дослідний молодняк мав вищі показники настригу вовни у тварини із чіткою рівномірною звивистістю вовни (III група). Так, у III групі баранів-річняків настриг вовни становив 6,3 кг. Різниця із тваринами I групи склала 1,1 кг, що становить 17,5 % та з тваринами II дослідної групи відповідно 0,9 кг, або 14,3 %. Яркі із чіткими рівномірними завитками мали настриг вовни в межах 6,3 кг. Порівнюючи з ярками I дослідної групи перевага склала 0,6 кг, або 9,5 % та з ярками II групи відповідно 0,3 кг, або 4,7 %.

Згідно з мінімальними породними вимогами, довжина вовни у баранів-річняків та ярки повинна становити не менше 10,0 см та 9,0 см відповідно. У всіх дослідних групах довжина вовни перевищувала встановлені нормативи, що відповідають класу «еліта». Зокрема, у баранів-річняків цей показник був вищим на 1,0–2,6 см, а у ярки – на 1,1–1,5 см.

Отже, узагальнюючи результати дослідження, можна стверджувати, що тварини з чітко вираженою звивистістю вовни характеризуються вищими показниками живої маси, настригу немитої вовни, а також довжини та густоти вовнового покриву. Водночас не встановлено достовірного впливу ступеня звивистості вовни на вираженість складчастості шкіри у тварин.

Ключові слова: барани-річняки, жива маса, настриг вовни, таврійський тип, фізико-механічні властивості вовни, ярки.

Korbych N.M. The influence of wool curliness on the productivity indicators of young animals of the Tavrian type of the Ascanian fine-wool breed

At the present stage, the sheep breeding industry has undergone significant changes. Increasing the efficiency of livestock production is possible under the conditions of the introduction of new progressive technologies, selection measures and modern scientific achievements. Therefore, the chosen topic is quite relevant today.

The aim of the work was to study the influence of wool curliness on the main productivity indicators of young animals (yearling rams and rams) of the Tavrian type with the aim of using the obtained data for conducting selection and breeding work with the breed.

Analysis of the live weight indicators of the experimental livestock showed that a certain pattern of distribution of animals by live weight taking into account wool curliness in the experimental livestock was not established. The highest live weight indicators were possessed by

yearling rams of the III experimental group, which amounted to 63.0 kg. In yaks, animals with the desired form of curl (group II) had higher live weight indicators.

Experimental young animals had higher wool shearing indicators in animals with a clear uniform curl of wool (group III). Thus, in group III of yearling rams, wool shearing was 6.3 kg. The difference with animals in group I was 1.1 kg, which is 17.5%, and with animals in group II, respectively, 0.9 kg, or 14.3%. Yaks with clear uniform curls had wool shearing within 6.3 kg. Compared with yaks in group I, the advantage was 0.6 kg, or 9.5%, and with yaks in group II, respectively, 0.3 kg, or 4.7%.

According to the minimum breed requirements, the length of wool in yearling rams and yarks should be at least 10.0 cm and 9.0 cm, respectively. In all study groups, the length of wool exceeded the established standards corresponding to the "elite" class. In particular, in yearling rams this indicator was higher by 1.0–2.6 cm, and in yarks – by 1.1–1.5 cm.

Therefore, generalizing the results of the study, it can be stated that animals with clearly pronounced wool winding are characterized by higher indicators of live weight, shearing of unwashed wool, as well as the length and density of the wool cover. At the same time, no reliable influence of the degree of wool winding on the severity of skin folds in animals was established.

Key words: yearling rams, live weight, shearing of wool, Tavrian type, physical and mechanical properties of wool, yarks.

Постанова проблеми. Вівці є одним з найважливіших видів худоби, що відіграють вирішальну роль на світових ринках завдяки виробництву баранини, молочних продуктів та вовни. Ринкова торгівля вівчарською продукцією, такою як м'ясо ягнятини, вовна, молоко та сир, також зросла протягом останніх десятиліть [1, 2].

У різних регіонах нашої країни вівчарство з давніх часів було традиційною галуззю тваринництва. Зі всіх видів сировини, що отримується від овець, найбільше значення має вовна, яка завдяки особливим технічним властивостям (міцності, розтяжності, пружності, гігроскопічності) і іншим якостям є незамінною сировиною для виготовлення тканин, килимів, валяного взуття, фетрових і інших виробів [3, 4].

Підвищення вовнової продуктивності овець та покращення якості вовни було і залишається актуальним завданням. Воно неможливе без розкриття механізмів вовноутворення і низки питань, пов'язаних з дослідженням структури і хімічного складу вовни – тобто показників, які визначають фізичні властивості волокон, фізико-механічних властивостей вовни, а отже і технологічну якість цієї сировини загалом [5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогодні обов'язкове оцінювання фізико-механічних параметрів вовни регламентовано діючими державними стандартами та інструкціями з ведення плеємної роботи, що визначає ефективність селекції щодо подальшого удосконалення порід овець. За результатами лабораторної оцінки відмінностей показників якості вовни овець придніпровської м'ясної породи у зв'язку з їх статтю і генотипом встановлено, що максимальну ступінь звивистості на 1 см довжини штапелю мали ярки МОл, далі, у порядку зменшення величин цієї ознаки, йшли ровесниці Мл, МДт і МТ. Із підвищенням природної довжини вовни спостерігалась доволі чітка тенденція до зростання кількості завитків на 1 см довжини штапелю. Зокрема, ярки Мл за цим показником переважали ровесниць МДт на 5,9 % і МТ – 10,8 % [6].

За звивистістю вовни баранчики віднесені до таких, які мають завитки бажаної форми, що добре проглядаються, але не чітко виражені (4 бали). І лише в другій дослідній групі 40 % поголів'я мали рівномірно і чітко виражені по всій довжині штапелю завитки, що оцінюються в п'ять балів [7].

Вовна дослідних тварин усіх груп характеризувалася високою силою звивистості, величина якої знаходилася у межах від 112,6 до 117,7 %. При цьому у маток II групи у порівнянні з ровесницями I і III груп цей показник був вищий на 2,0 і 3,2 %, що зумовлено більшою кількістю завитків на 1 см довжини штапелю [8].

Постановка завдання. За матеріалами бонітування молодняку таврійського типу асканійської тонкорунної породи господарства «Асканія-Нова» проведено дослідну частину.

Метою роботи було вивчення впливу звивистості вовни на основні показники продуктивності молодняку (барани-річняки та ярки) таврійського типу з ціллю використання одержаних даних для ведення селекційно-племінної роботи з породою.

Для проведення досліджень відібрано дослідні групи баранів-річняків ярк з урахуванням звивистості вовни: I група – звивистість вовни змита «З-», II група – звивистість вовни бажаної форми «З», III група – звивистість вовни чітко виражена «Зч» та проведено аналіз живої маси, тип та складчастості шкіри, настриг немитої вовни, оцінку фізико-механічних властивостей вовни (дожини, тонини, густоти та вирівняності по руну), оцінку жиропоту (кількість та якість).

Виклад основного матеріалу дослідження. Вівці таврійського типу асканійської тонкорунної породи характеризуються високими показниками вовнової та м'ясної продуктивності. Жива маса овець – це основний показник м'ясної продуктивності, що характеризує ріст та розвиток тварини за певний період (табл. 1) [9, 10].

Таблиця 1

Жива маса та її аналіз дослідного поголів'я, кг

Показники		Дослідні групи		
		I група – «З-»	II група – «З»	III група – «Зч»
Барани-річняки	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	62,7±6,0	60,0±5,2	63,0±2,7
	δ	7,9	7,3	3,4
	Cv, %	12,5	12	9,4
Ярки	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	49,27±3,78	53,13±3,88	51,07±3,94
	δ	4,76	5,26	4,71
	Cv, %	9,66	9,90	9,23

Аналіз показників живої маси дослідного поголів'я показав, що певної закономірності розподілу тварин за живою масою з урахуванням звивистості вовни в дослідного поголів'я не встановлено. Вищі показники живої маси мали барани-річняки III дослідної групи, що склали 63,0 кг. Різниця між баранами-річняки I групи становила 0,3 кг, або 0,4 % та II групи 3,0 кг, що становить 4,8 %.

У ярк вищі показники живої маси мали тварини з бажаною формою звивистості (II група). Так, середнє значення живої маси по групі склало 53,13 кг, що на 2,06 кг, або 3,9 % більше, ніж у ярк з чіткою рівномірною звивистістю (III група). Проте найнижчі показники живої маси мали ярки I групи, для яких характерна змита звивистість, так середнє значення живої маси по групі склало 49,27 кг, що на 3,86 кг, або 7,2 % менше, ніж у ярк II групи та на 1,8 кг, або 3,5 %, ніж у ярк III дослідної групи.

Встановлено, що розподіл дослідних баранів-річняків за живою масою коливався в межах 44–80 кг, у ярк відповідно 38–68 кг. У групі баранів-річняків лише одна голова мала живу масу меншу ніж вимагають стандарти до I класу і склала 44 кг, решта поголів'я переважали вимоги до тварин класу еліта – 54–80 кг. У групі ярк також одна голова мала живу масу меншу вимог I класу – 38 кг, все інше

поголів'я характеризувалося живою масою вищою ніж вимагають стандарти до тварин класу еліта – 44–48 кг. Підводячи загальний підсумок, можна стверджувати, що звивистість вовни не впливає на показники живої маси тварин.

Складчастість – це генетично обумовлена ознака, виявляється у кількості складок на різних ділянках тіла вівці, впливає на площу шкіри, густоту вовни і на вовнову продуктивність. Що більша складчастість шкіри, то густіша й коротша вовна. Ця ознака найбільш властива для тонкорунних овець (табл. 2).

Встановлено, що чим вища оцінка звивистості вовни, тим вищі показники складчастості шкіри.

У групі баранів-річняків за оцінкою складчастості шкіри різниці не виявлено. Так по всіх трьох дослідних групах оцінка склала 4,3 бали, що говорить підтверджує наявність більшої кількості тварин з підвищеним запасом шкіри або багатоскладчастістю.

Таблиця 2

Тип і складчастість шкіри дослідного поголів'я, бали

Показники		Дослідні групи		
		I група – «З-»	II група – «З»	III група – «Зч»
Барани-річняки	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	4,3±0,4	4,3±0,4	4,3±0,4
	δ	0,5	0,5	0,5
	Cv, %	10,7	11,3	11,3
Ярки	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	4,4±0,5	4,4±0,5	4,6±0,5
	δ	0,5	0,5	0,5
	Cv, %	11,5	11,5	11,0

Вищі показники мали ярки із чіткими рівномірними завитками (III група), які були оцінені на 4,6 бали. Різниця із ярками I та II групи становила 0,2 бали, або 4,0 %. Таким чином, можна стверджувати, що чим нижча оцінка звивистості, тим тварини мають більший запас шкіри, або вони характеризуються як багато складчасті.

Настриг немітої вовни визначається зважуванням руна (складові руна – чисте волокно, жиропіт, різні домішки і волога). Цей показник не відображає справжньої вовнової продуктивності, тому вихід чистого волокна визначається лабораторним методом. Настриг чистої вовни – найголовніша комплексна ознака вовнової продуктивності овець, визначається за настригом немітої вовни та виходом чистого волокна (табл. 3).

Дослідний молодняк мав вищі показники настригу вовни у тварини із чіткою рівномірною звивистістю вовни (III група).

Так, у III групі баранів-річняків настриг вовни становив 6,3 кг. Різниця із тваринами I групи склала 1,1 кг, що становить 17,5 % та з тваринами II дослідної групи відповідно 0,9 кг, або 14,3 %.

Ярки із чіткими рівномірними завитками мали настриг вовни в межах 6,3 кг. Порівнюючи з ярками I дослідної групи перевага склала 0,6 кг, або 9,5 % та з ярками II групи відповідно 0,3 кг, або 4,7 %.

Довжина вовни – ознака-формування настригу, яка значною мірою зумовлена спадковістю. Її визначають при бонітуванні на правому боці вівці за лопаткою у лінійних одиницях виміру (см) за 12 місяців росту.

Таблиця 3

Показники настригу немитої вовни дослідного поголів'я, кг

Показники		Дослідні групи		
		I група – «З-»	II група – «З»	III група – «Зч»
Барани-річняки	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	5,2±0,8	5,4±0,7	6,3±0,5
	δ	1,0	0,9	0,6
	Cv, %	18,1	18,1	19,6
Ярки	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	5,7±0,8	6,0±0,9	6,3±0,7
	δ	1,1	0,9	1,1
	Cv, %	19,5	24,0	18,5

У групі баранів-річняків та яркок відмічено закономірність – чим вища оцінка звивистості вовни тим вищі показники довжини вовни (табл. 4).

Таблиця 4

Довжина вовни дослідного поголів'я, см

Показники		Дослідні групи		
		I група – «З-»	II група – «З»	III група – «Зч»
Барани-річняки	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	11,0±0,8	11,6±1,1	12,6±1,0
	δ	1,2	1,4	1,2
	Cv, %	9,6	10,6	11,9
Ярки	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	11,1±1,0	11,5±1,0	11,5±0,9
	δ	1,4	1,3	1,2
	Cv, %	12,4	11,5	10,5

Барани-річняки з чіткою рівномірною звивистістю мали довжину вовни в межах 12,6 см. Різниця із баранами-річняками I групи (змита звивистість) склала 1,6 см, або 12,7 % та баранами-річняками II групи 1,0 см, що становить 7,9 %.

У групі яркок різниця за довжиною вовни між тваринами I та III групи склала 0,4 см, або 3,5 %. Між ярками II та III групи різниці за довжиною вовни не виявлено і вона склала 11,5 см.

За мінімальними вимогами до породи довжина вовни у баранів-річняків та яркок повинна становити 10,0 та 9,0 см. Довжина вовни всіх дослідних груп овець характеризується вищими показниками ніж вимагають стандарти до класу еліта. Так, у баранів-річняків перевага склала – 1,0–2,6 см та у яркок – 1,1–1,5 см.

Тонина вовнових волокон за своїм призначенням для технологічного використання вовни займає перше місце серед усіх інших властивостей. Це пояснює той факт, що в основу сучасних технічних класифікацій вовни покладено тонину волокон в якості основного, а в багатьох випадках і єдиного систематичного показника. Результати досліджень за тониною наведено в таблиці 5.

У молодняку тонина вовни знаходилася в межах 21,9–22,5 мкм, що відповідає 64 якості. Тобто, чим молодша тварина, тим тонша вовна.

У групі баранів-річняків виявлено різницю між групами із змитою звивистістю та чіткою рівномірною в межах 0,5 мкм, що становить 2,2 %. Так, у яркок дана різниця склала 0,5 мкм, або 2,2 %.

Таблиця 5

Аналіз тонини вовни дослідного поголів'я, мкм

Показники		Дослідні групи		
		I група – «З»»	II група – «З»	III група – «Зч»
Барани-річняки	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	22,6±0,9	22,5±0,8	22,1±0,5
	δ	1,1	0,6	0,9
	Cv, %	4,7	2,9	4,1
Ярки	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	22,4±0,6	22,5±0,8	21,9±0,6
	δ	0,7	0,9	0,9
	Cv, %	3,3	4,1	4,0

Особливе значення та цінність серед багатьох показників та властивостей, за якими ведеться селекція тонкорунних овець має густота вовни, тобто кількість вовнових волокон на одиницю площі шкіри (табл. 6).

Таблиця 6

Характеристика густоти вовни дослідного поголів'я, бали

Показники		Дослідні групи		
		I група – «З»»	II група – «З»	III група – «Зч»
Барани-річняки	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	3,9±0,2	3,9±0,1	3,7±0,4
	δ	0,5	0,3	0,5
	Cv, %	11,6	0,6	13,3
Ярки	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	4,1±0,1	4,1±0,2	3,9±0,3
	δ	0,3	0,5	0,5
	Cv, %	6,3	11,3	13,4

Певної закономірності впливу звивистості на густоту вовни у дослідного поголів'я не виявлено. Загалом, густота вовни дослідного поголів'я оцінювалася як задовільна або густа, так як середній бал не перевищував 4,1.

Вищу оцінку густоти вовни мали тварини із змитим характером вовнового покриву. У групі баранів-річняків вона склала 3,9 балів, що на 0,2 бали, або 4,0 % більше порівняно з баранами-річняками із чіткою рівномірною звивистістю. Різниця між тваринами I та II групами не виявлено.

Найвищі показники оцінки густоти вовни виявлені в групі ярки – 4,1–3,9 балів, тобто основна маса поголів'я мала густу вовну. Порівнюючи оцінку густоти вовни з урахуванням звивистості встановлено, що чим гірша звивистість вовни, тим більша густота. Так, різниця між тваринами I та III групами склала також 0,2 бали, що становить 4,0 %.

Вирівнянність вовни в штапелі й по руно визначають за різноманітністю тонини волокон у якості або в мікрометрах. Встановлено, що основна маса дослідного поголів'я характеризувалася вовною вирівняною, різниця між тониною волокон на боці і стегні одна якість, або 2–4 мкм.

Аналіз показників вирівнянності вовни показав, що краща вирівнянність спостерігається у тварин з чіткою рівномірною звивистістю у всіх дослідних групах.

У групі баранів-річняків різниця за вирівнянність вовни по руну між тваринами III та I групи склала – 0,7 балів та у ярок 0,6 балів, що становить 7,4–16 %.

Відомо, що жиропіт має велике значення для формування руна та збереження цінних технологічних властивостей вовни, які забезпечують нормальний процес переробки і одержання високоякісних тканин і виробів.

Кількість жиропоту у вовні дослідного поголів'я характеризувалася як «нормальна кількість і якість» та «надлишок». У групі баранів-річняків та ярок вища оцінка кількості жиропоту була в тварин із чіткою рівномірною звивистістю відповідно 4,5–4,3 бали, що на 0,4–0,2 бали більше порівняно з тваринами для яких характерна змита звивистість вовни.

У роботі, крім оцінки кількості жиропоту було проведено оцінку якості, або кольору жиропоту. У групі баранів-річняків та ярок значної різниці за оцінкою жиропоту не виявлено. Основна маса дослідного поголів'я характеризувалася жиропотом світлого кольору і мала оцінку в межах 4,0–4,3 бали.

Висновки і пропозиції. Таким чином, можна зробити загальні висновки, що такі показники, як жива маса, настриг немитої вовни, довжина та густота вовни була відмічена вищою у тварин з чіткою звивистістю. Також не відмічено впливу звивистості вовни на складчастість шкіри у тварин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Yanchao Wang, Xiaoshuai Wang, Kai Liu, Kaixuan Cuan, Zhixin Hua, Kui Li, Kaiying Wang, Non-invasive monitoring for precision sheep farming: Development, challenges, and future perspectives. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2025. Vol. 231. URL: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2025.110050>.
2. Akul Bhatt, Bassim Abbassi, Review of environmental performance of sheep farming using life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production*. 2021. Vol. 293. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126192>.
3. Бургу Ю.Г., Бірта Г.О. Продукція вівчарства і козівництва. Навчальний посібник. 2024. 189 с.
4. Яковчук В. С., Заруба К. В. Вовнова продуктивність чистопородних та помісних ярок. *The VI International Scientific and Practical Conference «Modern ways of solving the problems of science in the world»*, February 13–15 2021, Warsaw, Poland. 445 p.
5. Стапай П. В., Стахів Н. П., Ткачук В. М., Смолянїнова О. О. Зв'язок структурних ліпідів вовни овець з її окремими макроструктурними компонентами, хімічним складом та фізичними показниками. *Біологія тварин*. 2021. Т. 23, № 1. С. 38–43.
6. Бойко Н. В., Корх І. В., Помітун І. А., Косова Н. О., Руденко Є. В. Основні показники якості вовни овець придніпровської м'ясної породи різної статі та генотипу. *Науково-технічний бюлетень ІТ НААН*, 2022. № 128. С. 80–94.
7. Корбич Н.М., Шибко Г.Д. Вплив настригу митої вовни на основні показники продуктивності баранчиків таврійського типу асканійської тонкорунної породи. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. 2020. Вип. 116. С. 111–116. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.116.2.16>
8. Бойко Н.В. Оцінка маток породи прекос за показниками виходу та якості вовни. URL: <https://lfi-naas.org.ua/wp-content/uploads/2023/10/NTB-92.pdf#page=10>
9. Ведмеденко О.В., Фурсенко М.В. Дослідження росту телиць чорно-рябої молочної породи залежно від класів розподілу за живою масою при народженні. *Таврійський науковий вісник*. 2020. Вип. 116. С. 137–143.
10. Пасечко Д.-В.Д., Любенко О.І. Сучасні дослідження міопатій «дерев'яні груди» і «білі смуги» (огляд). *Таврійський науковий вісник*. 2021. Вип. 117. С. 235–244.

УДК 636.52/58:577.112.37:636.087.7

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.31>

АМІНОКИСЛОТИ З РОЗГАЛУЖЕНИМ ЛАНЦЮГОМ (ВСАА) У ГОДІВЛІ КУРЕЙ

Курдась П.І. – аспірант кафедри годівлі тварин та технології кормів
імені П.Д. Пшеничного,

Національний університет біоресурсів і природокористування України
orcid.org/0009-0001-2657-8965

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

Розглянуто вплив амінокислот з розгалуженим ланцюгом (ВСАА) на ріст, продуктивність, імунітет та морфологію кишківника птиці. Показано, що окрім забезпечення азотними субстратами та вуглецевим каркасом для енергетичного гомеостазу та трансамінування, ВСАА також функціонують як сигнальні молекули в регуляції синтезу глюкози, ліпідів та протеїну через протеїнкіназу В, а також як механістична мішень сигнального шляху рапаміцину (АКТ-мTOR), який важливий для нарощування м'язів. Рівень лейцину зазвичай високий у зернових, і дисбаланс у співвідношенні між ВСАА у низькопротеїновому раціоні негативно впливає на ріст птиці. Це відбувається через структурну подібність всіх трьох ВСАА, що призводить до метаболічної конкуренції та втручання у шлях ферментативного розщеплення. Включення ВСАА у раціон курей є важливим для належного функціонування вродженої та адаптивної імунної системи, а також підтримки цілісності слизової оболонки кишківника. Незважаючи на те, що рекомендовані рівні ВСАА для птиці визначені NRC (1994), на потребу в цих амінокислотах впливають тип раціону, порода та вік птиці. Крім того, кілька описаних досліджень зосереджувалися на впливі ВСАА у низькопротеїнових раціонах як стратегії зменшення виділення птицею азоту у навколишнє середовище. Примітно, що існує обмежена кількість досліджень щодо співвідношення включення ВСАА у додатковій формі порівняно з формою, пов'язаною з інгредієнтами, що може впливати на динаміку їх використання при різних захворюваннях, особливо тих, що впливають на коефіцієнт конверсії корму. Підсумовуючи, цей огляд охоплює роль ВСАА як функціональної амінокислоти та обговорює їх фізіологічний вплив на продуктивність та здоров'я птиці. Аналіз та інтерпретації цього огляду можуть бути основою для майбутніх досліджень щодо коригування рекомендованих рівнів ВСАА у програмах годівлі за відсутності субтерапевтичних антибіотиків у птиці.

Ключові слова: амінокислоти з розгалуженим ланцюгом, ВСАА, кури, перетравність, продуктивність, несучість, маса тіла, мікробіота кишківника.

Kurdas P.I., Ilchuk I.I. The relevance of using branched-chain amino acids (BCAA) in chicken feeding

The effect of branched-chain amino acids (BCAA) on growth, performance, immunity and morphology of the poultry intestine is considered. It is shown that in addition to providing nitrogen substrates and a carbon skeleton for energy homeostasis and transamination, BCAA also function as signaling molecules in the regulation of glucose, lipid and protein synthesis through protein kinase B, as well as as a mechanistic target of rapamycin signaling pathway (AKT-mTOR), which is important for muscle growth. Leucine levels are usually high in cereals, and an imbalance in the ratio between BCAAs in a low-protein diet negatively affects poultry growth. This is due to the structural similarity of all three BCAAs, which leads to metabolic competition and interference with the enzymatic cleavage pathway. The inclusion of BCAAs in the diet of chickens is important for the proper functioning of the innate and adaptive immune systems, as well as for the maintenance of intestinal mucosal integrity. Although recommended levels of BCAAs for poultry are defined by the NRC (1994), the requirement for these amino acids is influenced by

the type of diet, breed and age of the bird. In addition, several studies described have focused on the effect of BCAAs in low-protein diets as a strategy to reduce the excretion of nitrogen by the bird into the environment. It is noteworthy that there is a limited amount of research on the ratio of BCAA inclusion in supplemental form compared to the form associated with ingredients, which may affect the dynamics of their use in various diseases, especially those affecting feed conversion ratio. In summary, this review covers the role of BCAAs as functional amino acids and discusses their physiological effects on poultry performance and health. The observations and interpretations of this review may inform future research on adjusting recommended BCAA levels in feeding programs in the absence of subtherapeutic antibiotics in poultry.

Key words: branched-chain amino acids, BCAAs, chickens, digestibility, performance, egg production, body weight, gut microbiota.

Актуальність теми дослідження. Організму курей-несучок, як будь-якому іншому живому організму, необхідний білок для росту, несучості, імунітету, ферментативної активності, оновлення тканин та багатьох інших фізіологічних процесів [1]. Типово для незамінних амінокислот, амінокислоти з розгалуженим ланцюгом (BCAA), такі як ізолейцин та валін, дозволяють знизити рівень сирого протеїну у раціоні [2, 3], що є актуальним завданням, оскільки дозволяє зменшити надмірне споживання птицею води, яке часто необхідне для виділення підвищеного вмісту азоту [4]. Однак зниження рівня сирого протеїну у раціонах слід проводити лише після врахування мінімальних потреб птиці у незамінних амінокислотах, оскільки їх низький рівень у поєднанні з недостатнім синтезом може вплинути на фізіологічні функції та продуктивність [5]. Три BCAA (лейцин, ізолейцин та валін) також належать до категорії незамінних амінокислот. Усі BCAA структурно подібні до жирних кислот з розгалуженим ланцюгом і мають гідрофобний бічний ланцюг. Лейцин – це 2-аміно-4-метилпентанова кислота, ізолейцин – 2-аміно-3-метилпентанова кислота, а валін – 2-аміно-3-метилбутанова кислота [6].

На відміну від інших BCAA, валін є лімітуючою амінокислотою в кукурудзяно-соевому раціоні, і він більш схильний до антагонізму та ферментативного розщеплення, ніж ізолейцин, у відповідь на додавання лейцину до раціону. Таким чином, валін часто необхідно доповнювати в раціоні з низьким вмістом сирого протеїну [7]. Всі три BCAA структурно подібні та розкладаються в організмі курей спочатку розгалуженою амінотрансферазою, а потім розгалуженим α -кетокислотним дегідрогеназним комплексом, що викликає незворотний катаболізм до сполук коензиму А [8]. Стимуляція цієї ферментативної активності однією з BCAA, найчастіше лейцином, призводить до катаболізму інших BCAA, і таким чином надлишковий рівень окремих BCAA може призвести до деградації та дефіциту інших BCAA, присутніх у нижчій концентрації. Надлишковий рівень лейцину, і меншою мірою ізолейцину, погіршує ріст курей та використання інших BCAA, тоді як надлишок валіну не має суттєвого впливу на використання лейцину або ізолейцину [9].

Кормові інгредієнти, що входять до складу раціонів птиці, мають непропорційно високий рівень лейцину порівняно з іншими BCAA, що може спричинити дисбаланс у їх співвідношенні [10]. У випадку формування раціону з низьким вмістом сирого протеїну шляхом зменшення високопротеїнових компонентів та збільшення кількості злаків з високим вмістом лейцину, це збільшує ймовірність антагоністичного впливу лейцину на інші BCAA. Високий рівень лейцину з дисбалансом інших амінокислот може посилити їх деградацію та погіршити нарощування м'язів у птиці. Враховуючи мінімальні потреби в окремих BCAA, їх оптимальне співвідношення в низькопротеїновому раціоні може не відповідати належному співвідношенню в раціоні з високим вмістом протеїну.

Високопротеїновий раціон може бути краще використаний птицею на ранній фазі росту, і він забезпечить вищу концентрацію лімітуючої амінокислоти. Це може попередити проблеми, пов'язані з дефіцитом амінокислот, але цей високий рівень протеїну може не забезпечити належного використання ВСАА, що постачаються в низькій концентрації, або інших амінокислот, присутніх у надлишку. Однак, відомо, що дисбаланс у раціоні ВСАА негативно впливає, в першу чергу на ростучу птицю [10], але високий рівень лейцину може не проявляти шкідливого антагонізму до інших ВСАА, коли досягнуто адекватного рівня сирого протеїну шляхом виконання мінімальної потреби в ізолейцині та валіні [3].

Постановка проблеми. Аналіз впливу ВСАА на продуктивність, засвоєння поживних речовин, мікробіом та морфологію кишківника курей.

Дослідження виконано в рамках державної наукової теми Міністерства освіти і науки України 04493706 № 0124U000924.

Результати досліджень. ВСАА відіграють важливу роль у формуванні несучості курей, оскільки виробництво жовткового ліпопротеїну через метаболізм жирних кислот у печінці регулюється саме ними [11]. Потреби в ВСАА варіюються залежно від періоду росту та інтенсивності несучості курей. Нещодавно Macelline S.P. з колегами [11] переглянули потреби в амінокислотах у курей-несучок і повідомили про наявність невідповідностей щодо ізолейцину. За цього потреба у валіні становила 614 мг/гол/добу в загальному обсязі та 532 мг/голову в доступному вигляді, а споживання валіну з раціоном позитивно корелювало зі споживанням корму. У ранніх дослідженнях Machlin L.J. [12] показав, що потреба в лейцині для курей-несучок не повинна перевищувати 1 % від раціону, сформованого з 16 % сирого протеїну.

Цікаві дослідження були проведені Parenteau I.A. з колегами [13], які вивчали вплив додавання ізолейцину до раціону з низьким вмістом сирого протеїну (на 2 % менше) у курей з 20 по 46 тиждів. Автори виявили, що збільшення відсотка ізолейцину порівняно з лізином відновило втрату несучості за день (1-ша фаза 3,3 % та 2-га фаза 1,5 %) через раціон з низьким вмістом сирого протеїну порівняно з його адекватним вмістом. Більше того, 90 % вміст ізолейцину порівняно з лізином у вищезгаданому дослідженні призвів до отримання більшої частки великих яєць (56–63 г), і автори зазначили, що оптимальна реакція спостерігалася при додаванні ізолейцину для досягнення від 82 до 88 % вмісту лізину на основі стандартизованої засвоюваності у клубовій кишці. Цікаво, що концентрацію ізолейцину в раціоні можна було скоригувати для отримання яєць великого розміру, за рахунок несучості за день та компенсувати негативний вплив низького вмісту сирого протеїну на живу масу курей.

Peganova S. та Eder K. [14] виявили взаємодію між ізолейцином та включенням валіну та лейцину до раціону курей-несучок, де збільшення ізолейцину (0,57–1,15 %) при найнижчих рівнях валіну і лейцину (0,63 та 0,72 % відповідно) знижувало масу яєць та масу тіла, тоді як при високому рівні валіну і лейцину (1,01 та 1,15 % відповідно) високий вміст ізолейцину спричиняв лише незначне зниження продуктивності. Водночас, Dong X.Y. та ін. [15], які досліджували додавання доступного ізолейцину для збільшення вмісту з 0,54 до 0,94 % у раціоні з низьким вмістом перетравного протеїну (14 %), не виявили жодної різниці в продуктивності несучок, параметрах слизової оболонки їх кишківника та імунитеті.

Що стосується задокументованої потреби курей у ВСАА, то потреби в ізолейцині, лейцині та валіні для курей-несучок на підтримуючий період були визначені на рівні 94, 52 та 155 мг/кг (0,75 %)/добу, відповідно на основі метаболічної ваги

та 329, 172 та 546 мг/кг (сирого протеїну/добу) відповідно на основі метаболічного протеїну [16]. Водночас, у нещодавньому дослідженні [17], проведеному на несучках у період з 33 до 41 тижня, валін додавали на рівнях від 0,59 до 0,79 %, за споживання корму 100 г/гол/добу та виявили, що маса яйця, інтенсивність несучості та активність трипсину в дванадцятипалій кишці, а також рівні експресії генів-транспортерів амінокислот збільшувалися зі збільшенням споживання валіну, тоді як одиниці ХАУ, товщина шкаралупи, колір жовтка та імунні параметри знижувалися.

У дослідженнях, проведених на курчатах-бройлерах, Konashi S. з колегами [18] виявили, що 50 % дефіцит кожної з трьох ВСАА знижував масу тіла 24-добових курчат на чверть порівняно з контролем, тоді як кури, яких годували раціоном з 50 % дефіцитом сірковмісних амінокислот, зменшували масу тіла майже на третину. Автори також повідомили, що відносна вага тимуса та фабрицієвої сумки були значно знижені порівняно з контролем у раціоні з низьким вмістом ВСАА, що свідчить про критичну роль ВСАА у розвитку лімфоїдних органів та імунній відповіді у бройлерів.

Окрім використання в різних метаболічних шляхах, ВСАА регулюють експресію генів та передачу сигналів для синтезу протеїну [19]. Відомо, що сукупна кількість усіх трьох ВСАА становить третину від загального м'язового протеїну, і вони відіграють життєво важливу роль у запобіганні протеолізу під час теплового стресу у курей [20] та сприянні формуванню та розвитку м'язів. Busquets S. та ін. [21] дійшли висновку, що ВСАА пригнічують лізосомальний протеоліз м'язів у короткостроковій перспективі та, найімовірніше, зменшують АТФ-залежний протеоліз скелетних м'язів у довгостроковій перспективі у щурів.

Окрім впливу самих ВСАА на обмін м'язового протеїну, їх зниження також призводить до посилення β -окислення жирних кислот через шлях AMPK-mTOR-FoxO1 [19]. Серед усіх ВСАА лейцин є більш потужним у стимуляції синтезу протеїну через шлях mTOR та відіграє найвідчутнішу роль в імунній функції. Окрім сприяння імунній функції ВСАА можуть зменшувати оксидативний стрес, видаляючи активні форми кисню [22].

Використання поживних речовин корму, загальні показники росту та імунний статус птиці також залежать від популяції бактерій та інших мікроорганізмів, що мешкають у їх кишківнику, їх зазвичай називають кишковою мікробіотою або кишковим мікріомом [23]. Тому оцінка впливу ВСАА на різноманітність кишкової мікробіоти кишківника птиці також є критично важливою та першочерговою у рекомендаціях щодо співвідношення ВСАА у раціоні. Однак аналіз кишкової мікробіоти все ще є галуззю досліджень у птахівництві, що розвивається і інформація про роль ВСАА у різноманітності кишкової мікробіоти у птиці обмежена. Відомо, що мікробіота взаємодіє як з організмом птиці, так і з раціоном, і змінюється залежно від виду, віку, місця розташування, інгредієнтів корму тощо [24]. Однак, можна очікувати певної подібності у взаємодії мікробіоти та раціону у свійської птиці, свиней та мишей, оскільки у цих видів переважає кишкове травлення і більша частина мікробної популяції від виду-донора може бути спадково колонізована та відтворена у гнотобіотичних тварин [25].

Окрім трьох лімітуючих амінокислот (метіоніну, лізину та треоніну) у кукурудзяному та соєвому шроті для птиці [26], ВСАА також можуть стати лімітуючими і серед дослідників точаться дискусії щодо того, яку саме амінокислоту слід вважати четвертою та наступною незамінною амінокислотою в раціонах птиці. Результати попередніх досліджень є суперечливими і значна кількість

експериментальних даних показують такими валін або ізолейцин [27]. Деякі дослідники вважають, що вони повинні бути спільно лімітуючими на основі концентрації корисних амінокислот у раціоні та складу інгредієнтів корму [28]. Крім того, різні дослідники представляють потреби в незамінних амінокислотах та їх вміст у кормі або на загальній основі, або на основі перетравлюваного корму, або іноді у співвідношенні до лізину. Оскільки засвоюваність амінокислот змінюється залежно від складу раціону, доступність амінокислот та їх співвідношення до лізину були б більш реалістичними для порівняння співвідношення амінокислот, але така інформація обмежена в доступних літературних джерелах.

Для кращого росту та несучості курей необхідний належний розвиток та функціонування їх органів травної системи, пов'язаних з імунними клітинами, цілісністю кишківника та збалансованою кишковою мікробіотою. Незважаючи на визнання значної ролі ВСАА у модуляції імунітету та здоров'я кишківника, в існуючій літературі не описано жодного конкретного механізму їх взаємодії. Крім того, дослідження щодо застосування ВСАА для впливу на імунітет, мікробіоту та загальний стан кишківника у птиці були незначними. Передбачається, що вплив додавання до раціону ВСАА сприятиме покращенню у птиці стану кишківника, як це описано для свиней або мишей [29], однак для підтвердження цього необхідні подальші дослідження.

Відомо, що додаткове введення лейцину (1,37–2,20 % раціону) в раціон курей значно збільшує висоту ворсинок порожньої та клубової кишок, а також співвідношення ворсинок до крипти у дванадцятипалій, порожній та клубовій кишках, що підтверджує роль лейцину в розвитку кишківника. Додавання валіну до раціонів з низьким вмістом цервікальних клітин, до досягнення до 90 % доступної амінокислоти в раціоні, сприяє збільшенню висоти ворсинок порожньої та клубової кишок на 29 та 17 % відповідно, а також кількості келихоподібних клітин у порожній та клубовій кишках на 12 та 9 % відповідно [30]. Під час процесу трансамінування ВСАА також можуть постачати аміногрупи для синтезу інших амінокислот, особливо глутамату та аспартату, які є основними джерелами енергії для слизової оболонки тонкого кишківника, внутрішньоклітинного обміну протеїну та транспорту поживних речовин.

Інформація про вплив ВСАА на кишкову мікробіоту курей дуже обмежена. Зокрема, van der Wielen P.W.J.J. з колегами [31] провели дослідження *in vitro* з використанням лактат-ферментуючої бактерії (штам G17T), виділеної з сліпої кишки 31-добових курчат-бройлерів, і ця бактерія, подібна до *Clostridium propionicum* (93 < 5 %) та *Clostridium neopropionicum* (93 < 5 %), показала повільний та помірний ріст з L-валіном, L-лейцином та L-ізолейцином у субстраті. Дещо пізніше, Arajalahti J. та Vienola K. [32] повідомили, що *Lactobacillus spp.* та *C. perfringens* потребують лейцину та ізолейцину для свого росту, тоді як *Escherichia coli* не залежить від цих амінокислот і тому мінливість у постачанні таких амінокислот може сприяти певним групам бактерій у їх конкурентоспроможності проти інших у шлунково-кишковому тракті птиці. У свою чергу, Jian H. та ін. [33] вивчали вплив згодовування додаткового валіну курям-несучкам, де базовий контрольний раціон містив 0,59 % загального валіну, а раціон з додаванням – 0,79 %. Автори виявили, що додатковий валін не впливав на альфа- та бета-різноманітність мікробіоти сліпої кишки, але він зменшив відносну чисельність *Fusobacterium*, *Aeriscardovia*, *Anaerobiospirillum*, *Aerococcus*, *Corynebacterium* та *Campylobacter*, а також збільшив відносну чисельність *Oribacterium* та *Frisingicoccus*. Такі результати свідчать про те, що додавання ВСАА може мати загалом сприятливий вплив на мікробіоту

кишківника курей та, в свою чергу, сприяти підвищенню її продуктивності. З точки зору модуляції мікробіоти у птиці, регулювання рівня ВСАА в раціоні потребує більшої уваги з огляду на прогалину, що виникла через обмеження на використання антибіотиків-стимуляторів росту.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Окрім забезпечення азотними субстратами та вуглецевим каркасом для енергетичного гомеостазу та трансамінування, ВСАА також функціонують як сигнальні молекули в регуляції синтезу глюкози, ліпідів та білка через протеїнкіназу B, а також як механістична мішень сигнального шляху рапаміцину (АКТ-mTOR), який важливий для нарощування м'язів. Рівень лейцину зазвичай високий у зернових, і дисбаланс у співвідношенні між трьома ВСАА у низькопротеїновому раціоні негативно впливає на ріст птиці. Це відбувається через структурну подібність трьох ВСАА, що призводить до метаболічної конкуренції та втручання у шлях ферментативного розщеплення. Нові дані свідчать про те, що включення ВСАА є важливим для належного функціонування вродженої та адаптивної імунної системи та підтримки цілісності слизової оболонки кишківника. Рекомендовані рівні ВСАА для птиці визначені NRC (1994), але розробники кросів курчат-бройлерів та курей-несучок також визначають власні рекомендовані рівні. У цьому огляді було зазначено, що на потребу в ВСАА впливають тип раціону, порода та вік птиці. Крім того, кілька досліджень зосереджувалися на впливі ВСАА у низькопротеїнових раціонах, як стратегії зменшення виділення азоту. Примітно, що існує обмежена кількість досліджень щодо співвідношення включення ВСАА у додатковій формі порівняно з формою, пов'язаною з інгредієнтами, що може впливати на динаміку їх використання при різних захворюваннях, особливо тих, що впливають на коефіцієнт конверсії корму. Спостереження та інтерпретації цього огляду можуть бути основою для майбутніх досліджень щодо коригування рекомендованих рівнів ВСАА у програмах годівлі за відсутності субтерапевтичних антибіотиків у птиці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Beski S.S.M., Swick R.A., Iji P.A. Specialized protein products in broiler chicken nutrition: A review. *Animal Nutrition*. 2015. Vol. 1(2). P. 47–53. DOI:10.1016/j.aninu.2015.05.005
2. NRC. Nutrient Requirements of Poultry. National Academy of Sciences – NRC, Washington, DC, 1994.
3. Waldroup P.W., Kersey J.H., Fritts C.A. Influence of branched-chain amino acid balance in broiler diets. *International Journal of Poultry Science*. 2002. Vol. 1(5). P. 136–144. DOI:10.3923/ijps.2002.136.144
4. Naeem M., Burton E.J., Scholey D.V., Alkhtib A., Broadberry S. Use of wheat dilution to improve digestive function in broilers: application in low protein diets. *British Poultry Science*. 2024. Vol. 65(2). P. 144–153. DOI:10.1080/00071668.2023.2291487
5. Hou Y., Yin Y., Wu G. Dietary essentiality of “nutritionally non-essential amino acids” for animals and humans. *Experimental Biology and Medicine*. 2015. Vol. 240. P. 997–1007. DOI:10.1177/1535370215587913
6. Adeva-Andany M.M., López-Maside L., Donapetry-García C., Fernández-Fernández C., Sixto-Leal C. Enzymes involved in branched-chain amino acid metabolism in humans. *Amino Acids*. 2017. Vol. 49(6). P. 1005–1028. DOI:10.1007/s00726-017-2412-7
7. Abbas R. Valine in Broiler Diets: A review. *International Journal for Scientific Research*. 2024. Vol. 3. P. 11–40. DOI:10.59992/IJSR.2024.v3n4p1

8. Brosnan J.T., Brosnan M.E. Branched-chain amino acids: enzyme and substrate regulation. *Journal of Nutrition*. 2006. Vol. 136. P. 207S–211S. DOI:10.1093/jn/136.1.207S
9. Allen N.K., Baker D.H. Quantitative efficacy of dietary isoleucine and valine for chick growth as influenced by variable quantities of excess dietary leucine. *Poultry Science*. 1972. Vol. 51. P. 1292–1298. DOI:10.3382/ps.0511292
10. Ospina-Rojas I.C., Pozza P.C., Rodrigueiro R.J.B., Gasparino E., Khatlab A.S., Murakami A.E. High leucine levels affecting valine and isoleucine recommendations in low-protein diets for broiler chickens. *Poultry Science*. 2020. Vol. 99. P. 5946–5959. DOI:10.1016/j.psj.2020.08.053
11. Macelline S.P., Toghyani M., Chrystal P.V., Selle P.H., Liu S.Y. Amino acid requirements for laying hens: a comprehensive review. *Poultry Science*. 2021. Vol. 100. P. 101036. DOI:10.1016/j.psj.2021.101036
12. Machlin L.J. An estimate of the leucine requirement of the laying hen. *Poultry Science*. 1955. Vol. 34. P. 984–985. DOI:10.3382/ps.0340984
13. Parenteau I.A., Stevenson M., Kiarie E.G. Egg production and quality responses to increasing isoleucine supplementation in Shaver white hens fed a low crude protein corn-soybean meal diet fortified with synthetic amino acids between 20 and 46 weeks of age. *Poultry Science*. 2020. Vol. 99. P. 1444–1453. DOI:10.1016/j.psj.2019.10.064
14. Peganova S., Eder K. Interactions of various supplies of isoleucine, valine, leucine and tryptophan on the performance of laying hens. *Poultry Science*. 2003. Vol. 82. P. 100–105. DOI:10.1093/ps/82.1.100
15. Dong X.Y., Azzam M.M.M., Zou X.T. Effects of dietary L-isoleucine on laying performance and immunomodulation of laying hens. *Poultry Science*. 2016. Vol. 95. P. 2297–2305. DOI:10.3382/ps/pew163
16. Sakomura N.K., Ekmay R.D., Mei S.J., Coon C.N. Lysine, methionine, phenylalanine, arginine, valine, isoleucine, leucine, and threonine maintenance requirements of broiler breeders. *Poultry Science*. 2015. Vol. 94. P. 2715–2721. DOI:10.3382/ps/pev287
17. Jian H., Miao S., Liu Y., Li H., Zhou W., Wang X., Dong X., Zou X. Effects of dietary valine levels on production performance, egg quality, antioxidant capacity, immunity, and intestinal amino acid absorption of laying hens during the peak lay period. *Animals*. 2021. Vol. 11. P. 1972. DOI:10.3390/ani11071972
18. Konashi S., Takahashi K., Akiba Y. Effects of dietary essential amino acid deficiencies on immunological variables in broiler chickens. *British Journal of Nutrition*. 2000. Vol. 83. P. 449–456. DOI:10.1017/S0007114500000556
19. Bai J., Greene E., Li W., Kidd M.T., Dridi S. Branched-chain amino acids modulate the expression of hepatic fatty acid metabolism-related genes in female broiler chickens. *Molecular Nutrition & Food Research*. 2015. Vol. 59. P. 1171–1181. DOI:10.1002/mnfr.201400918
20. Kop-Bozbay C., Ocak N. Growth, digestive tract and muscle weights in slow-growing broiler is not affected by a blend of branched-chain amino acids injected into different sites of egg. *Journal of Agriculture and Environmental Sciences*. 2015. Vol. 4. P. 261–269. DOI:10.15640/jaes.v4n1a32
21. Busquets S., Alvarez B., Llovera M., Agell N., López-Soriano F.J., Argilés J.M. Branched-chain amino acids inhibit proteolysis in rat skeletal muscle: mechanisms involved. *Journal of Cellular Physiology*. 2000. Vol. 184. P. 380–384. DOI:10.1002/1097-4652(200009)184:3<380::AID-JCP13>3.0.CO;2-F
22. Mattick J.S.A., Kamisoglu K., Ierapetritou M.G., Androulakis I.P., Berthiaume F. Branched-chain amino acid supplementation: impact on signaling and relevance to critical illness. *Wiley interdisciplinary reviews. Systems biology and medicine*. 2013. Vol. 5. P. 449–460. DOI:10.1002/wsbm.1219

23. Singh A.K., Kim W.K. Effects of dietary fiber on nutrients utilization and gut health of poultry: a review of challenges and opportunities. *Animals*. 2021. Vol.11. P. 181. DOI:10.3390/ani11010181
 24. Pan D., Yu Z. Intestinal microbiome of poultry and its interaction with host and diet. *Gut Microbes*. 2014. Vol. 5. P. 108–119. DOI:10.4161/gmic.26945
 25. Kiari E., Romero L.F., Nyachoti C.M. The role of added feed enzymes in promoting gut health in swine and poultry. *Nutrition Research Reviews*. 2013. Vol. 26. P. 71–88. DOI:10.1017/S0954422413000048
 26. Singh A.K., Tiwari U.P., Berrocso J.D., Dersjant-Li Y., Awati A., Jha R. Effects of a combination of xylanase, amylase and protease, and probiotics on major nutrients including amino acids and non-starch polysaccharides utilization in broilers fed different level of fibers. *Poultry Science*. 2019. Vol. 98. P. 5571–5581. DOI:10.3382/ps/pez310
 27. Corzo A., Dozier W.A., Loar R.E., Kidd M.T., Tillman P.B. Dietary limitation of isoleucine and valine in diets based on maize, soybean meal, and meat and bone meal for broiler chickens. *British Poultry Science*. 2010. Vol. 51. P. 558–563. DOI:10.1080/00071668.2010.507242
 28. Maynard C.W., Liu S.Y., Lee J.T., Caldas J., Diehl E.J., Rochell S.J., Kidd M.T. Determining the fourth limiting amino acid in low crude protein diets for male and female Cobb 500 broilers. *British Poultry Science*. 2020. Vol. 61. P. 695–702. DOI:10.1080/00071668.2020.1782348
 29. Zhang C., Jiao S., Wang Z.A., Du Y. Exploring effects of chitosan oligosaccharides on mice gut microbiota in in vitro fermentation and animal model. *Frontiers in Microbiology*. 2018. Vol. 9. P. 2388. DOI:10.3389/fmicb.2018.02388
 30. Allameh S., Toghyani M. Effect of dietary valine supplementation to low protein diets on performance, intestinal morphology and immune responses in broiler chickens. *Livestock Science*. 2019. Vol. 229. P. 137–144. DOI:10.1016/j.livsci.2019.09.025
 31. van der Wielen P.W.J.J., Rovers G.M.L.L., Scheepens J.M.A., Biesterveld S. *Clostridium lactatifermentans* sp. nov., a lactate-fermenting anaerobe isolated from the caeca of a chicken. *The International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 2002. Vol. 52. P. 921–925. DOI:10.1128/AEM.68.2.555-559.2002
 32. Apajalahti J., Vienola K. Interaction between chicken intestinal microbiota and protein digestion. *Animal Feed Science and Technology*. 2016. Vol. 221. P. 323–330. DOI:10.1016/j.anifeedsci.2016.05.004
 33. Jian H., Miao S., Liu Y., Wang X., Xu Q., Zhou W., Li H., Dong X., Zou X. Dietary valine ameliorated gut health and accelerated the development of nonalcoholic fatty liver disease of laying hens. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2021 b. Vol. 2021. P. 4704771. DOI:10.1155/2021/4704771
-

УДК 636.32/082

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.32>

МОЛОЧНІСТЬ ВІВЦЕМАТОК І РІСТ ЯГНЯТ БУКОВИНСЬКОГО ТИПУ АСКАНІЙСЬКОЇ М'ЯСО-ВОВНОВОЇ ПОРОДИ В УМОВАХ БУКОВИНИ

Лесик О.Б. – к.с.-г.н., с.н.с.,

заступник директора з наукової роботи,

Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція

Інституту сільського господарства Карпатського регіону

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0000-0002-0593-1416

Похивка М.В. – науковий співробітник,

Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція

Інституту сільського господарства Карпатського регіону

Національної академії аграрних наук України

orcid.org/0000-0003-1471-8796

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/0000-0003-4649-2677

Стаття присвячена вивченню молочної продуктивності вівцематок та росту ягнят у всі вікові періоди в умовах племінного господарства «Дана» Чернівецького району Чернівецької області

У статті відображені результати досліджень щодо молочної продуктивності вівцематок та росту ягнят буковинського типу асканійської м'ясо-вовнової породи овець з кросбредною вовною.

Молочна продуктивність вівцематок за перші 20 днів періоду підсису у вівцематок з одинаками становила 23,7 кг при середньодобовій 1,18 кг, з двійнятами відповідно 32,2 кг та 1,61 кг. За весь період підсису надій у вівцематок з одинаками склав 90,6 кг, у вівцематок з двійнятами 120,7 кг.

Виявлено досить тривалий лактаційний період у вівцематок (203 дні), що дає можливість не тільки вигодувати ягнят в період підсису, але і одержати значну кількість товарного молока. Все одержане товарне молоко в господарстві перероблено на традиційні продукти для Буковини – бринзу та урду, що значно підвищує ефективність та конкурентоспроможність галузі вівчарства.

Встановлено високі показники живої маси ягнят при народженні. Жива маса баранчиків-одинаків склала 5,0 кг, що на 14,3% вище, ніж двійнята, ярочки відповідно – на 11,4%. До 9-місячного віку баранчики-одинаки досягли живої маси 45,0 кг, двійнята – 43,0 кг, різниця між ними зменшилася два кілограми, або 10%, ($P < 0,001$). У ярочок-одинаків жива маса становила 41,2 кг, у двійневих 39,5 кг, або на 4,3%, що дозволяє використовувати їх у цьому віці 9-місяців для відтворення стада.

Встановлено, що тварини буковинського типу комбінованого напрямку продуктивності. Молочна продуктивність вівцематок безпосередньо впливає на ріст і розвиток ягнят у період підсису, забезпечує повноцінне вигодовування двійневих ягнят та сприяє добрій збереженості. Також в цей період відмічені високі показники приросту живої маси молодняка.

Ключові слова: вівцематки, ягнята, молоко, жива маса, прирости, надій, овече молоко.

Lesik O.B., Pohyvka M.V., Tomash L.V. Productivity characteristics of sheep of the Ukrainian mountain Carpathian breed in the conditions of Bukovyna

The article is devoted to the study of ewes' milk productivity and lambs' growth in all age periods in the conditions of the breeding farm "Da-na" of Chernivtsi district, Chernivtsi region

The article reflects the results of research on the milk production of ewes and the growth of lambs of the Bukovinian type of Askanian meat and wool breed of sheep with crossbred wool.

The milk yield of ewes during the first 20 days of the suckling period in ewes with singles was 23.7 kg with an average daily yield of 1.18 kg, with twins, respectively, 32.2 kg and 1.61 kg. During the entire period of suckling, the milk yield of ewes with singles was 90.6 kg, and that of ewes with twins was 120.7 kg.

A fairly long lactation period in ewes (203 days) was revealed, which makes it possible not only to feed lambs during the suckling period, but also to obtain a significant amount of marketable milk. All marketable milk produced on the farm is processed into traditional Bukovyna products such as brynza and urdu, which significantly increases the efficiency and competitiveness of the sheep industry.

High live weight of lambs at birth was established. The live weight of lone lambs was 5.0 kg, which is 14.3% higher than that of twins, and that of ewes, respectively, by 11.4%. By the age of 9 months, single lambs reached a live weight of 45.0 kg, twins -43.0 kg, the difference between them decreased by two kilograms, or 10% (P 0.999). The live weight of single ewes was 41.2 kg, and that of twins was 39.5 kg, or 4.3%, which allows them to be used at this age of 9 months for flock reproduction.

It has been established that Bukovinian ewes are of a combined productivity type. The milk production of ewes directly affects the growth and development of lambs during the suckling period, provides adequate feeding of twin lambs and contributes to good safety. Also during this period, high rates of live weight gain of young lambs were noted.

Key words: ewes, lambs, milk, live weight, weight gain, milk yield, sheep milk.

Постановка проблеми. На Буковині в лісостеповій зоні, в господарствах різних форм власності розводять овець буковинського типу асканійської м'ясо-вовнової породи з кросбредного вовною. За сприятливих умов годівлі, догляду та утримання, тварини цього типу на високому рівні реалізують генетичний потенціал комбінованої продуктивності. Так, середні показники показники живої маси вівцематок 52-58 кг, плодючість 110-132%, молочна продуктивність за лактацію 110-140 кг. Жива маса ягнят при народженні 3,5-6,0 кг, в 9-місячній віці ярки досягають 41-48 кг, що вказує на ранню статеву скоростиглість молодняку [1, с. 65-79; 2, с. 71-82].

Буковинський тип асканійської м'ясо-вовнової породи має генетичний потенціал для підвищення молочної продуктивності вівцематок, показників росту і розвитку молодняку [3, с. 56-64; 4, с. 165-170]. Це зумовлює необхідність аналізу рівня молочної продуктивності вівцематок даного типу визначення її впливу на прирости живої маси ягнят, що в подальшому дозволить розробити практичні рекомендації для підвищення ефективності та конкурентоспроможності галузі вівчарства на Буковині.

Особливої уваги на сьогоднішній день потребує молочна продуктивність вівцематок тому, що вона є одним із основних факторів інтенсивності росту та розвитку ягнят в період підсису, їх збереженість та подальшу продуктивність. Також, молочна продуктивність вівцематок забезпечує високий вихід товарного молока з подальшою переробкою на високоякісні молочні продукти, тим самим забезпечує конкурентоспроможність галузі вівчарства на Буковині. Тому, вивчення молочної продуктивності вівцематок та росту і розвитку ягнят на сьогоднішній день є актуальним.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Однією з селекційних ознак, яка сприяє реалізації генетичного потенціалу спадково обумовленої скоростиглості

росту ягнят – є молочна продуктивність вівцематок різних порід і типів. Вона обумовлена спадковістю та залежить від умов навколишнього середовища. [6, с. 194-205; 10, с. 36-38].

Молочність вівцематок залежить від терміну продуктивного використання вівцематок, кількості народжених ними ягнят, живої маси та від рівня годівлі в період суягності та після ягніння. Вона позитивно корелює з живою масою ягнят [5, с. 38-42; 12, с. 89-95].

Овече молоко овець – цінний харчовий продукт, який є одним з не достатньо використаних резервів підвищення ефективності та конкурентоздатності галузі вівчарства. Цілеспрямована селекція за молочною продуктивністю сприяє реалізації спадково обумовленої скоростиглості ягнят і збереженню приплоду, одержаного від багатоплідних маток, що посилює результати селекції за показниками плодючості [7, с. 3-12].

Індивідуальний розвиток тварин – це сукупність кількісних та якісних змін, що відбуваються з віком під впливом спадковості та постійної взаємодії з навколишнім середовищем. Ріст тварин – процес збільшення, перш за все, живої маси. Знання скоростиглості ягнят в період від народження до відлучення від вівцематок дає змогу оцінити біологічні можливості швидкості росту [8, с. 63-89; 10, с. 36-38].

Багатьма науковцями доведено, що жива маса ягнят при народженні є однією з важливих ознак їх ембріональної скоростиглості та життєздатності і служить показником подальшого розвитку організму. Розвиток тварин від народження до відлучення охоплює періоди інтенсивного росту, коли формуються її особливості, які будуть вирішальними як з біологічної так і господарської сторони [7, с. 3-12; 13, с. 68-71].

Науковцями встановлено, що різниця в інтенсивності формування обумовлює різну енергію росту й відповідно відтворну, відгодівельну та м'ясну продуктивність. Відомо що з віком інтенсивність росту знижується але характер цього процесу у овець різних порід відбувається по різному. Так, у овець асканійської м'ясо-вовнової породи інтенсивність росту знижується більш рівномірно, ніж у тварин тонкорунних та грубововнових порід. Молодняк відрізняється достатньо високою інтенсивністю росту протягом всього періоду їх розвитку та характеризується рівномірною швидкістю росту [5, с. 38-42; 11, с. 216-219].

Оскільки продуктивність дорослих тварин пов'язана з ростом і розвитком в ранньому онтогенезі, а її рівень закладається в період вирощування молодняка, жива маса є предметом поглибленого вивчення. Як відомо, інтенсивність росту ягнят в період підсису пов'язана з молочною продуктивністю їх матерів. Але той факт, що вони починають споживати корм з 20 дня життя вказує на доцільність визначення закономірностей росту від народження до відлучення. Саме тому метою наших досліджень було вивчення молочності вівцематок та встановлення особливостей росту і розвитку ягнят буковинського типу асканійської м'ясо-вовнової породи з кросбредною вовною.

Здатність овець, як і інших тварин, досягати відносно високих показників живої маси за певний проміжок часу має важливе господарське і селекційне значення, тому що від цього значною мірою залежить їхня м'ясна і вовнова продуктивність. Тварини з високими показниками живої маси краще резервують поживні речовини в організм, відрізняються сталим здоров'ям і міцною конституцією [8, с. 63-89; 9, с. 85-101].

В даний час, у зв'язку з підвищенням економічної значущості м'ясної продуктивності овець, все більше уваги приділяється скоростиглості молодняка, одним

із показників якої є жива маса ягнят у різні вікові періоди, що дозволяє судити про ріст і розвиток тварин [7, с. 3-12; 8, с. 63-89].

Таким чином, аналіз останніх досліджень підтверджує, що буковинський тип асканійської м'ясо-вовнової породи овець характеризується високою молочністю вівцематок та високими показниками росту ягнят, що дає великі перспективи для розвитку вівчарства на Буковині.

Постановка завдання. Визначити молочну продуктивність вівцематок буковинського типу асканійської м'ясо-вовнової породи овець з кросбредною вовною та її вплив на ріст і розвиток ягнят у період підсису. Обґрунтувати доцільність використання даного типу для підвищення ефективності вівчарства в умовах конкретного регіону.

Методи досліджень. Робота виконана в умовах племінного господарства «Дана» Чернівецького району Чернівецької області на поголів'ї вівцематок та молодняка овець буковинського типу асканійської м'ясо-вовнової породи з кросбредною вовною. Показники продуктивності – живу масу, довжину та настриг вовни визначали при комплексній оцінці овець навесні [15, с. 328].

Молочність вівцематок за перший місяць лактації визначали за приростами живої маси ягняти з використанням коефіцієнту 5. При виробництві товарного молока визначено в період після відлучення ягнят у 2-2,5-місячному віці (технологія яка прийнята на Буковині), методом контрольного (трьохразового) доїння щомісячно (з травня по серпень).

Ріст ягнят визначали за показниками динаміки живої маси. Середньодобові прирости баранців визначено шляхом щомісячного індивідуального зважування їх до годівлі та визначення стану вгодованості.

Біометричну обробку даних проводили за допомогою програмного забезпечення MS Excel з використанням статистичних функцій [14, с. 156].

Виклад основного матеріалу досліджень. В результаті проведених досліджень встановлено, що вівцематкам буковинського типу притаманна висока молочна продуктивність, що забезпечує оптимальних ріст та розвиток ягнят в період підсису та після їх відлучення від матерів. Багато вчених стверджують, що ріст, розвиток і збереження ягнят залежить від молочності їх матерів.

Молочна продуктивність вівцематок за перші 20 днів періоду підсису у вівцематок з одинаками становила 23,7 кг (середньодобова 1,18 кг), з двійнятами – 32,2 кг (середньодобова 1,61 кг). За період підсису відповідно 90,6 кг та 120,7 кг.

Нами виявлено, що лактаційний період у вівцематок досить тривалий (203 дні), що дає можливість не тільки вигодувати ягнят в період підсису, але і одержати велику кількість товарного молока. В умовах Буковини тривалість доїння вівцематок буковинського типу асканійсько м'ясо-вовнової становила 103 дні. Надій товарного молока від однієї дійної вівцематки з одинаками становила 81,6 кг (середньодобовий надій 0,760 кг), з двійнятами 110,8 кг (середньодобовий надій 0,760 кг). Все товарне молоко в господарстві перероблено на бринзу, на один кілограм бринзи, залежно від періоду доїння, використовується 4,0-4,5 кг овечого молока.

Найбільш точним методом обліку величини тіла, а відповідно і росту тварин, є визначення його живої маси. Результати наших досліджень показали, що баранчики та ярочки народилися міцної конституції, достатньо крупні, що свідчить про їх добрий розвиток в ембріональний період. Ягнята одинаки крупніші, ніж двійнята. В усі вікові періоди баранчики переважали ярочок при недостовірній різниці. Закономірність інтенсивного росту баранчиків можна пояснити проявом

властивого вівцям статевому деморфізму, який і зумовив різну динаміку живої маси баранчиків і ярочок.

Таблиця 1

Молочна продуктивність вівцематок, кг (n = 20)

Періоди визначення молочності	Вівцематки з одинаками ($X \pm S_x$)	Вівцематки з двійнятами ($X \pm S_x$)
За перші 20 днів лактації	23,7 $\pm$ 0,38	32,2 $\pm$ 0,35
За період підсису (80днів)	90,6 $\pm$ 1,62	120,7 $\pm$ 2,36
При виробництві товарного молока (103 днів)	81,6 $\pm$ 0,76	110,8 $\pm$ 0,85
Середньодобовий надій при виробництві товарного молока	0,760 $\pm$ 0,01	1,030 $\pm$ 0,02
За період лактації (203 дні)	173,2 $\pm$ 1,52	231,5 $\pm$ 1,94

Одним із важливих господарсько-корисних показників, що впливають на м'ясні якості тварин, є скороспілість. Скороспілий молодняк відрізняється високою енергією росту, яка характеризується показниками середньодобових приростів живої маси.

Слід зазначити, що ягнята одинаки крупніші, ніж двійнята. Так, баранчики-одинаки при народженні мали живу масу 5,0 кг, що на 0,7 кг, або на 14,3% вище, ніж двійнята (5,0 проти 4,3 кг), ярочки відповідно – на 0,6 кг, або на 11,4% (4,6 проти 4,0 кг) з вірогідністю першого порогу (табл. 2).

Таблиця 2

Динаміка живої маси ягнят в господарстві «Дана», n =30

Вік, місяців	Жива маса ягнят, кг, $X \pm S_x$			
	баранчики		ярочки	
	одинаки	двійнята	одинаки	двійнята
При народ.	5,0 $\pm$ 0,07	4,3 $\pm$ 0,11***	4,6 $\pm$ 0,18	4,0 $\pm$ 0,12***
2 міс.	18,0 $\pm$ 0,06	17,0 $\pm$ 0,16***	17,2 $\pm$ 0,15	16,0 $\pm$ 0,09***
6 міс.	33,5 $\pm$ 0,15	32,3 $\pm$ 0,15***	31,0 $\pm$ 0,10	30,0 $\pm$ 0,20***
9 міс.	45,0 $\pm$ 0,09	43,0 $\pm$ 0,18***	41,2 $\pm$ 0,15	39,5 $\pm$ 0,25***
12 міс.	57,0 $\pm$ 0,07	51,5 $\pm$ 0,25***	49,9 $\pm$ 0,20	47,9 $\pm$ 0,15***
Середньодобовий приріст, г				
Від народ. до 2- місяців	217,0	212,0	210,0	200,0
2- 6- місяців	130,0	124,0	115,0	117,0
6- 9- місяців	128,0	119,0	114,0	106,0
9- 12- місяців	134,0	95,0	97,0	94

На живу масу ягнят при народженні та подальший їх індивідуальний розвиток впливає стать тварин. Встановлено, що жива маса баранчиків-одинаків при народженні вища, ніж у ярочок на 0,4 кг або на 8,2% (5,0 проти 4,6 кг), двійневих – на 0,3, або на 7,1% (4,3 проти 4,0 кг).

У 6-місячному віці жива маса баранчиків-одинаків становила 33,5 кг, що на 1,2 кг, або на 5,4% вища, ніж у баранчиків-двійнят (33,5 проти 32,3 кг) (Р 0,999), у яроків відповідно 31,0 кг, що на 1,0 кг, або на 3,3% (31,0 проти 30,0 кг) (Р 0,99).

Баранчики-одинаки до 9-місячного віку досягли живої маси 45,0 кг, а баранчики-двійнята -43,0 кг, різниця між ними зменшилася два кілограми, або 10%, (Р 0,999). У ярок-одинаків жива маса становила 41,2 кг, у двійневих 39,5 кг, або на 4,3%, що дозволяє використовувати їх у цьому віці 9-місяців для відтворення стада.

Технологією вирощування молодняку, яка впроваджена в даному господарстві, передбачено раннє відлучення ягнят від маток у 2-2,5-місячному віці, що пов'язано з доїнням вівцематок для отримання товарного молока з метою виробництва бринзи.

Найбільш високі показники середньодобового приросту живої маси у ягнят відмічено в перші два місяці життя (період підсису), коли потреби ягнят у поживних речовинах задовольняються за рахунок молока матері. Однак, після відлучення, як наслідок реакції організму на зміни умов годівлі та утримання, відбувається зниження середньодобових приростів живої маси. І тому, найбільші прирости відмічено у ягнят від народження до 2-місячного віку.

Ярки буковинського типу характеризуються ранньою статевою зрілістю. У 9-місячному віці живою масою 40 і більше кілограм приходять в охоту, запліднюються і у 13-місячному віці відтворюють життєздатне потомство.

Ярочки-двійнята у 12-місячному віці за живою масою поступалися яркам-одинакам лише на 1,7 кг, або 3,4%, тоді як при народженні ця різниця становила 15%. Отже різниця за живою масою між ярками-одинаками і ярками-двійнятами з віком зменшилася в 4,1 рази.

В 12-місячному віці жива маса ярок становить 41,2-39,5 кг, або 85,3-82,0% живої маси матерів, що свідчить про високу швидкість росту молодняку.

Висновки та пропозиції. Встановлено, що тварини буковинського типу асканійської м'ясо-вовнової породи овець з кросбредною вовною комбінованого напрямку продуктивності. Молочна продуктивність вівцематок даного типу безпосередньо впливає на ріст і розвиток ягнят у період підсису, забезпечує повноцінне вигодовування двійневих ягнят та сприяє добрій збереженості. Також в цей період відмічені високі показники приросту живої маси молодняку.

Отримано високі показники інтенсивності росту ягнят до відлучення за рахунок високої молочності та материнських якостей вівцематок.

Ягнята буковинського типу характеризуються високою життєздатністю, показниками росту та швидкістю. Ярок у 9-місячному віці доцільно використовувати у відтворенні стада, одержувати від них життєздатне потомство, що негативно не впливає на їх подальший ріст, розвиток і продуктивність, а також значно сприяє інтенсифікації галузі вівчарства.

Баранці до 9 місяців досягають маси понад 45 кг, що дозволяє ефективно використовувати їх для м'ясного напрямку продуктивності.

Науковими дослідження встановлено позитивні результати багаторічної селекційної роботи та підтверджують, тварини користуються високим попитом у населення в західному регіоні України та є ефективним.

Практичне значення проведених наукових досліджень полягає у можливості застосування отриманих даних для подальшої селекції з питань підвищення молочної продуктивності вівцематок, що сприятиме значному збільшенню виробництва молока і ягнятини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Лесик О.Б., Похивка М.В., Маковійчук С.Д. Показники продуктивності вівцематок буковинського типу асканійської м'ясо-вовнової породи з кросбредною вовною в умовах Буковини. *Вісник. Розведення та генетика тварин. Розділ розведення і селекція*. 2023. Вип.66.Том 22. С. 65–79.
2. Лесик О.Б., Похивка М.В. Молочна продуктивність вівцематок різних генотипів в умовах Буковини. *Вівчарство та козівництво. Тематичний науковий збірник, Нова Каховка «ПІЕЛ»*. 2020. Вип. 5. С. 71–82.
3. Лесик О.Б., Похивка М.В. Ефективність розведення овець буковинського типу асканійської м'ясо-вовнової породи з кросбредною вовною. *Науковий вісник «Асканія-Нова»*. 2017. № 10. С. 56–64.
4. Черномиз Т.О., Лесик О.Б., Похивка М.В. Удосконалення буковинського типу асканійської м'ясо-вовнової породи овець з кросбредною вовною. *Науковий вісник «Асканія-Нова»*. 2010. Вип 3. С. 165–170.
5. Польська П. Асканійська м'ясо-вовнова порода овець з кросбредною вовною. *Тваринництво України*. 2012. № 8. С. 38–42.
6. Польська П. І. Створення і використання м'ясо-молочно-вовнового вівчарства в Україні. *Науковий вісник «Асканія-Нова»*. 2009. Вип. 2. С. 194–205.
7. Польська П.І. Результати удосконалення інтенсивних типів овець асканійської м'ясо-вовнової породи з кросбредною вовною за умов не стабільного рівня годівлі. *Вівчарство та козівництво*. 2015. Вип.1. С. 3–12.
8. Польська П.І., Калащук Г.П., Чічаєва О.П., Калащук В.В. Відтворювальна здатність і продуктивність інтенсивних типів овець асканійської м'ясо-вовнової породи із кросбредною вовною за різних кормових умов. *Вівчарство та козівництво*. 2019. Вип. 4. С. 63–89.
9. Польська П. І. Виведення асканійської м'ясо-вовнової породи овець з кросбредною вовною в історичному аспекті. *Науковий вісник «Асканія-Нова»*. 2017. Вип. 10. С. 85–101.
10. Новікова В.М., Корбич Н.М. Настриг вовни та показники продуктивності овець асканійської м'ясо-вовнової породи. *Науково-інформаційний вісник*. 2018. Вип. 11. С. 36–38.
11. Бондаренко О. Ю. Корбич Н.М., Заруба К.В. Показники продуктивності вівцематок асканійської м'ясо-вовнової породи з урахуванням настригу митої вовни. *Науково-інформаційний вісник*. 2020. Вип. 13. С. 216–219.
12. Чігірьов В., Бєсягіна С., Мажилівська К., Тихонов Д. Оцінка основних селекційно-генетичних ознак продуктивності овець одеського типу асканійської м'ясо-вовнової породи різних етологічних типів. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2020. Вип. 96. С. 89–95.
13. Чігірьов В.О., Чепур В.К. Оцінка основних селекційних ознак продуктивності овець одеського внутрішньопородного типу асканійської м'ясо-вовнової породи. *Зоотехнічна наука: історія, проблеми, перспективи: матеріали VII Між-нар. наук. – практ. конф. Кам'янець-Подільський*. 2017. С. 68–71.
14. Інструкція з бонітування овець. Інструкція з ведення племінного обліку у вівчарстві та козівництві. К. 2003. 156 с.
15. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві: посібник / за ред. І. І. Ібатуліна, О. М. Жукорського. К.: Аграр. Наука. 2017. С. 328.

УДК 636.52/58.087.72:549.232

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.33>

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ РІДКОЇ КОМБІНАЦІЇ ВІТАМІНІВ, АМІНОКИСЛОТ І СЕЛЕНУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ КУРЧАТ-БРОЙЛЕРІВ КРОСУ КОББ-500

Любенко О.І. – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри технологій виробництва та переробки сільськогосподарської продукції імені академіка В.Г. Пелиха,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

orcid.org/0000-0002-1057-4054

Кушніров С.О. – аспірант кафедри технологій виробництва та переробки

сільськогосподарської продукції імені академіка В.Г. Пелиха,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

orcid.org/0009-0000-9232-9425

У статті викладено матеріал з актуальних питань щодо застосування препарату «Lovit Va + Se» – збалансована рідка комбінація вітамінів, амінокислот і селену для додавання у питну воду, спеціально розроблена для профілактики гіповітамінозу та підтримки птиці в стресових ситуаціях.

Встановлено позитивний вплив вітамінно-амінокислотного комплексу «Lovit Va + Se» для курчат-бройлерів у дозі 1 мл/л води, тим більше, що на сьогодні особливий попит у світі на продукцію птахівництва постійно зростає, і це пояснюється її повноцінним складом, багатим на легкоперетравні білки, ліпіди та поліненасичені жирні кислоти.

На сьогоднішній день численні наукові дослідження доводять ефективність застосування вітамінно-амінокислотного комплексу разом з мікроелементом селеном у годівлі курчат-бройлерів. Нами встановлено, що двократне застосування «Lovit Va + Se» для вигодовування курчат-бройлерів кросу Кобб-500 в умовах вирощування присадибних та фермерських господарств позитивно впливає на інтенсивність росту, процеси травлення та обмінні процеси в організмі птиці, продуктивність, збереженість поголів'я, а також конверсію корму. Мета наших досліджень була направлена на вивчення ефективності використання препарату «Lovit Va + Se» у критичні періоди вирощування курчат-бройлерів, дослідженнями встановлено, що за весь період вирощування жива маса курчат у дослідної групи перевищувала контрольний показник на 12,6 %, збереженість поголів'я коливалася у межах 99–100 %. Застосування «Lovit Va + Se» позитивно вплинуло на перетравлення сирого протеїну, сирого жиру та сирової клітковини корму, що вказує на ефективну дію препарату в загальному обміні речовин. Результати проведених наукових досліджень показали, що економічна ефективність від застосування «Lovit Va + Se» з 1-ї по 10-у добу вирощування курчат-бройлерів склала 16,3 %, з 11-ї по 21-у добу – 23,5 %.

Таким чином, вітамінно-амінокислотний комплекс з селеном у вигляді водного розчину набувають все більшого застосування при вирощуванні курчат-бройлерів як з лікувальною, так і профілактичною метою при вирощуванні курчат-бройлерів в умовах фермерських господарств.

Ключові слова: крос, курчата-бройлери, вітаміни, селен, м'ясна продуктивність.

Liubenko O.I., Kushnirov S.O. Effectiveness of the use of a liquid combination of vitamins, amino acids and selenium in growing cobb-500 cross broiler chickens

The article presents material on current issues regarding the use of the drug «Lovit Va + Se» – a balanced liquid combination of vitamins, amino acids, and selenium for adding to drinking water, specially designed to prevent hypovitaminosis and support poultry in stressful situations.

The positive effect of the vitamin-amino acid complex «Lovit Va + Se» for broiler chickens at a dose of 1 ml/l of water has been established, especially since today the special demand in the world for poultry products is constantly growing, and this is explained by its complete composition, rich in easily digestible proteins, lipids and polyunsaturated fatty acids.

To date, numerous scientific studies have proven the effectiveness of using a vitamin-amino acid complex together with the trace element selenium in feeding broiler chickens.

We have established that the double application of «Lovit Va + Se» for watering broiler chickens of the Cobb-500 crossbreed in conditions of homestead and farm farming has a positive effect on growth rate, digestive and metabolic processes in the bird's body, productivity, livestock survival, and feed conversion. The purpose of our research was to study the effectiveness of using the drug «Lovit Va + Se» during critical periods of growing broiler chickens. The studies found that over the entire growing period, the live weight of chickens in the experimental group exceeded the control indicator by 12,6%, and the survival rate of the livestock ranged from 99–100%. The use of «Lovit Va + Se» had a positive effect on the digestion of crude protein, crude fat, and crude fiber of feed, which indicates the effective effect of the drug on general metabolism. The results of scientific research showed that the economic efficiency of using «Lovit Va + Se» from the 1st to the 10th day of growing broiler chickens was 16,3%, from the 11th to the 21st day – 23,5%.

Thus, a vitamin-amino acid complex with selenium in the form of an aqueous solution is increasingly being used in the cultivation of broiler chickens, both for therapeutic and prophylactic purposes, when growing broiler chickens in farm conditions.

Key words: cross, broiler chickens, vitamins, selenium, meat productivity.

Постановка проблеми. Основною метою птахівництва кожної країни має бути збільшення виробництва дієтичних, висококалорійних продуктів – яєць і м'яса з метою забезпечення людей фізіологічно необхідною нормою харчування [11]. У процесі росту та розвитку сільськогосподарської птиці є певні критичні, з фізіологічного-біохімічної точки зору періоди, які характеризуються перебудовою фізіологічних процесів організму, це зумовлено зміною оперення, інтенсивним ростом на початку вирощування, статевим дозріванням, у такі періоди рекомендується використовувати рідку збалансовану комбінація вітамінів, амінокислот і селену для додаткового короткострокового додавання в питну воду в періоди підвищених потреб у вітамінах та мікроелементах [4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Нині розвиток птахівництва передбачає пошук методів підвищення продуктивності птиці за рахунок широкого впровадження в практику сучасних, інноваційних технологій утримання та годівлі, заснованих на використанні спеціально розроблених комбінацій широкого спектру вітамінів і найважливіших амінокислот, з урахуванням фізіологічних потреб сільськогосподарської птиці, застосування такої синергії особливо рекомендовано для підтримки здоров'я та поліпшення продуктивності сільськогосподарської птиці в стресових ситуаціях, при вакцинації і зміні рецептури корму або його складових, при субклінічних захворюваннях, а також для профілактики різних захворювань, що викликаються авітамінозом і дефіцитом амінокислот.

У годівлі сільськогосподарської птиці широко застосовуються продукти мікробіологічного синтезу: амінокислоти, антибіотики, кормові дріжджі, вітаміни, макро- та мікроелементи, що забезпечує повноцінність раціонів, підвищує продуктивність птиці [2, 3].

Особливість м'ясних кросів – швидке зростання, товарну масу в умовах фермерських господарств набирається за короткий проміжок часу від 49 до 63 днів, але бройлери – гібрид, отриманий штучним шляхом, тому і розвиватися він повинен в певних умовах, умови утримання та корми для цих курей повинні бути особливо збалансованими за поживними речовинами. Так, вважається, що швидкий набір живої маси стимулюється великою кількістю вітамінів і збалансованістю корму. При цьому раціон змінюється в залежності від віку молодняка. Всі птахівники знають ефективність аптечних вітамінних комплексів, нагальним прикладом таких вітамінів є «Аміновітал», який у своєму складі містить 18 найважливіших

амінокислот, 8 вітамінів і мікроелементи. Препарат водорозчинний, додається в питну воду в перший тиждень в концентрації 2–4 мл на 10 л води, якщо птиця ослаблена або пройшла курс лікування антибіотиками, вітамінний комплекс їй просто необхідний.

Препарат «Чіктонік» відноситься до ряду пробіотиків, застосовують для зміцнення імунітету, для відновлення мікрофлори в шлунково-кишковому тракті курчати, і для вітамінізації організму. Згідно з інструкцією із застосування, «Чіктонік» використовують з питною водою, в дозуванні 1 мл на 1 літр води протягом тижня.

Вітамінні добавки, вітамінно-амінокислотні препарати – простий і недорогий спосіб дати достатньої кількості вітамінів, сільськогосподарська птиця в умовах інтенсивних технологій вирощування, знаходиться постійно в стресових умовах (підвищена щільність посадки, пересадка, температурні піки, незбалансована годівля і тому подібне), тому для відновлення балансу здоров'я і резервів продуктивності ідеально підходить комплекс важливих вітамінів – «Оптівіт А, D₃, Е» [2]. Щоб забезпечити молодняк вітамінами, можна використовувати все, що є в господарстві, але великі підприємства, які спеціалізуються на вирощуванні курчат-бройлерів, не можуть закупити натуральну продукцію у величезних обсягах, тому віддають перевагу препаратам, спеціально створеним для підгодовлі птиці.

Найпопулярніші вітамінні комплекси: названий вище «Аміновітал» – препарат, представлений жовтуватим водним розчином. Для пташенят розводять 2 мл на 10 л води; «Міксовіт В» – унікальний склад з вітамінами К, С, В₁, В₂, В₆, В₁₂, дозування – 5 г на 5 л води; «Імуновітал» – рожева рідина для підвищення імунітету. Її дають з розрахунку 1–3 мл на 1 л води; «Продевіт» – містить вітаміни А, Е, D. Додається в корм з розрахунку 8–20 кап. на 1 кг зернової продукції.

До підгодовлі молодняка потрібно ставитися з усією серйозністю, тому що зі здорових молодняка виросте міцне поголів'я, а основа здоров'я – це перш за все вітаміни.

Селен – це важливий мікроелемент, що відіграє важливу роль у годівлі птиці, впливаючи на ріст, розвиток, продуктивність та збереження поголів'я. Він є антиоксидантом, який захищає клітини від пошкоджень, а також необхідний для нормального функціонування ендокринної системи, м'язів та нервової системи. Основні функції селену в організмі курчат-бройлерів: антиоксидантний захист [1, 3]. Мікроелемент селен допомагає нейтралізувати вільні радикали, запобігаючи окислювальний стрес та пошкодження клітин, бере участь в обміні речовин та енергії, сприяючи нормальному функціонуванню організму. Дефіцит селену може призвести до захворювань, таких як м'язова дистрофія, ексудативний діатез та енцефаломалія, а також зниження імунітету.

До факторів, що зменшують ризик міопатій зараховують: обмежену в часі годівлю, короткий період зберігання яєць, генетику; стать (жіноча вразливіша до «дерев'яних грудей»); постійний рівень доступного фосфору в 0,45 % під час усього процесу вирощування птиці, що зменшує прояв «дерев'яних грудей» із 3,69 до 2,88 на 43-й день росту; включення гуанідинооцтової кислоти у кількості 600 г/т корму сприяє зменшенню прояву міопатії «дерев'яні груди» у бройлерів, яких вирощують до 50 днів; збільшене співвідношення аргініну до лізину 113–126 і додавання вітаміну С у кількості 94,4 мг/кг корму, а також зменшення щільності перетравних амінокислот до 15 % у середню (гроуерну) фазу відгодовлі сприяє зменшенню значного ступеня прояву міопатії «дерев'яні груди» [5, 10].

Постановка завдання. Дослідження проведено з метою визначення впливу препарату «Lovit Va + Se» на м'ясну продуктивність курчат-бройлерів кросу Кобб-500 вирощених в умовах фермерського господарства.

Матеріал і методи досліджень. Науково-господарський експеримент з вивчення ефективності використання селеномістної добавки «Lovit Va + Se» провели на курчатах-бройлерах кросу Кобб – 500 в умовах фермерського господарства «Роксолана» Херсонської області. Було відібрано 200 голів курчат-бройлерів, яких методом випадкової вибірки розділили на дві аналогічні групи. Перша контрольна група під час усього досліді, який тривав 49 днів, одержувала повнораціонний комбікорм, а курчата другої дослідної групи додатково до основного раціону вypoювали препарат «Lovit Va + Se» за нижче наведеною схемою досліді (табл. 1).

Таблиця 1

Схема досліді щодо використання препаратів «Lovit Va + Se»

Група	Кількість голів	Дози введення препарату	Термін використання препарату
1 контрольна група	100	-	-
2 дослідна група	100	1000 мл/ 1000 л води	з 1 по 5 добу повторне застосування з 21 по 26 добу

Виклад основного матеріалу дослідження. Через порушення умов утримання, неякісну кормову базу темпи росту курчат-бройлерів можуть значно сповільнюватись. Перші два тижні курчата-бройлери сприйнятливі до низьких температур, тому в приміщенні цілодобово необхідно підтримувати температура на рівні 30°C, через два тижні, коли завершиться ювенальна линька, а молодняк зміцніє, необхідно знизити температура в приміщенні до 24°C. Це оптимальний температурний режим, якщо в пташнику температура буде вища, то молодняк буде погано набирати масу, якщо нижча, то вся енергія корму піде не на нарощування м'язової тканини, а на зігрівання тіла.

Особливо важливо стежити за кількістю кальцію, цей елемент активно використовується у процесі ювенальної линьки, саме дефіцит кальцію, селену, вітаміну D, фосфору провокує розвиток рахіту, знижує темпи середньодобового приросту.

Більшість фермерів при вирощуванні курчат-бройлерів використовують низькокалорійний корм, таке буває, коли молодняку згодовують зелені та вологі корми власного виробництва. Для ефективного вирощування курчат-бройлерів необхідні спеціальні повнораціонні комбікорми, які повністю забезпечують потребу організму у вітамінах, поживних речовинах та енергії.

Перші десять днів науково-господарського досліді курчатам-бройлерам двох груп згодовували повнораціонні комбікорми, збалансовані за всіма поживними речовинами згідно з рекомендованими нормами кросу Кобб-500 (табл. 2, 3).

У складі комбікормів для молодняку курчат-бройлерів контрольної та дослідної груп набір і кількість інгредієнтів були однаковими, повнораціонна кормосуміш була збалансована за основними поживними речовинами згідно існуючих норм для годівлі відповідного кросу, аналізуючи склад комбікорму було встановлено, що рівень сирого протеїну становив 19,0–22,0 % залежно від періоду вирощування, вміст сирі клітковини у стартовому періоді був підвищений і становив 4,47 % за норми 3,5 %, інші поживних речовин відповідали нормі, за весь період досліді в контрольній групі зафіксовано загибель п'яти курчат, тоді як у дослідній групі збереженість птиці становила 100,0 % (II – дослідна група).

Таблиця 2

**Вміст поживних речовин у 1 кг комбікорму, для курчат-бройлерів кросу
Кобб-500 з 1–10 добу вирощування**

Показник	Одиниці виміру	Значення
ОЕ птиці	МДж	12,77
Протеїн сирий	%	21,0
Жир сирий	%	4,11
Клітковина сира	%	4,47
Лізін	%	1,26
Метіонін	%	0,56
Метіонін-цистин	%	0,9
Треонін	%	0,85
Триптофан	%	0,25
Лінолева кислота	%	1,93
Аргінін	%	1,37
Са	%	1,1
Р	%	0,58
Na	%	0,18
Cl	%	0,27
Вітамін А	МО	12000
Вітамін D ₃	МО	3500
Залізо	мг	20
Мідь	мг	8
Йод	мг	1
Селен	мг	0,3
Кобальт	мг	1

Таблиця 3

**Вміст поживних речовин у 1 кг комбікорму, для курчат-бройлерів кросу
Кобб-500 з 11–22 добу вирощування**

Показник	Одиниці виміру	Значення
ОЕ птиці	МДж	13,19
Протеїн сирий	%	19,0
Жир сирий	%	4,61
Клітковина сира	%	4,19
Лізін	%	1,1
Метіонін	%	0,46

Збалансована рідка комбінація «Lovit Va + Se» вітамінів, амінокислот і селену для додаткового короткострокового додавання в питну воду в періоди підвищених потреб у вітамінах, особливо рекомендована для профілактики гіповітамінозу та запобігання дефіциту амінокислот для високопродуктивної птиці в стресових ситуаціях.

Проаналізувавши результати проведеного досліджу, встановлено, що жива маса дослідних груп курчат-бройлерів змінювалася залежно від введеного препарату (табл. 4). На ранніх етапах дослідження статистично значущої різниці за живою масою між групами не спостерігалось, у 7-добовому віці маса курчат-бройлерів дослідних груп коливалася від 168 до 173 г. При чому, у другій дослідній групі, де використовувався «Lovit Va + Se» у кількості 10 мл/10 л питної води спостерігалася вірогідна різниця 3,1 % у порівнянні з контрольною групою.

Таблиця 4

Динаміка зміни живої маси курчат-бройлерів, г

Вік, діб	Доза введення препарату, 10 мл/10 л	
	К	1000
1	41,0±0,55	41,0±0,33
7	168,2±2,31	173,54±2,39*
14	416,9±5,15	427,5±7,21**
21	726,6±8,41	851,4±10,43*
28	1148,6±12,19	1295,2±14,21*
35	1609,9±15,30	1791,6±16,9
42	2159,6±29,61	2375,8±17,18***
43	2259,6±27,54	2545,8±20,15***

Примітки: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ у порівнянні з контрольною групою.

Уведення у раціон курчат-бройлерів препарату «Lovit Va + Se» 10 мл на 10 л питної води позитивно вплинуло на їх продуктивність (табл. 4). У кінці досліджу маса курчат другої дослідної групи була на рівні 2645,8 г, що на 286 г більше порівняно з контрольною групою. Препарат «Lovit Va + Se» мав позитивний вплив на функціональний стан шлунково-кишкового тракту, про що свідчить відсутність у курчат-бройлерів другої дослідної груп протягом всього періоду досліджень симптомів розладів травлення.

Рідка суміш вітамінів і амінокислот в комплексі з селеном для додавання в питну воду ефективно вплинула на збереженість поголів'я курчат-бройлерів, за весь період вирощування в другій дослідній групі відмічалася сто відсоткова збереженість, що говорить про ефективність застосування даного препарату.

Збалансована рідка комбінація вітамінів, амінокислот і селену для додаткового короткострокового додавання в питну воду в періоди підвищених потреб у вітамінах особливо рекомендована для профілактики гіповітамінозу та запобігання дефіциту амінокислот у високопродуктивної птиці в стресових ситуаціях.

Висновки. Двократне додавання препарату «Lovit Va + Se» до питної води курчат-бройлерів кросу Кобб-500 підвищує середньодобові прирости за період вирощування, забійні показники у курчат-бройлерів дослідної групи також були кращими за рахунок збільшення передзабійної маси.

Результати проведених наукових досліджень показали, що економічна ефективність від застосування «Lovit Va + Se» з 1-ї по 10-у добу вирощування курчат-бройлерів склала 16,3 %, з 11-ї по 21-у добу – 23,5 %. Таким чином, вітаміно-амінокислотний комплекс з селеном у вигляді водного розчину набувають все більшого застосування при вирощуванні курчат-бройлерів як з лікувальною, так і профілактичною метою при вирощуванні курчат-бройлерів в умовах

фермерських господарств, що є запорукою удосконалення технології виробництва м'яса курчат-бройлерів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Б. Я. Кирилів, І. Б. Ратич, А. В. Гунчак, Є. І. Федорович. Біологічні та метаболічні особливості різних видів сільськогосподарської птиці. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького*. Львів, 2015. Т. 17, № 1(3). С. 71–80.
2. Інформація надана компанією «Агро Плюс Інвест». Оптівіт А,D₃,Е – унікальний вітамінний стимулятор високої продуктивності. *Птахівництво UA*. 2020. № 3. С. 28.
3. Соболев О.І. Селен у комбікормах для сільськогосподарської птиці. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: збірник наукових праць. 2009. Вип. 1(67). С. 27.
4. Вовченко Б.О. Корбич Н.М., Щєбля М.І. Норми протеїнового живлення овець асканійської тонкорунної породи в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник*. Сільськогосподарські науки. Вип. 110. – 2019.
5. Пасечко В.Д, Любенко О.І. Сучасні дослідження міопатій. *Таврійський науковий вісник*. Сільськогосподарські науки. Вип. 117. – 2021. С. 238.
6. Вітамін Е та його функції. URL: <https://biovit.ua/ua/news/vitaminy/vse-o-vitaminye-e> (дата звернення: 20.04.2024).
7. Сахацький Г.І., Десятський С.П. Моделювання концентрації вітаміну Е і малонового діальдегіду в печінці та сім'яниках птиці. *Таврійський науковий вісник: Науковий журнал*, 2019. Вип. 122. С. 275–280. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.122.41>
8. Бейлі, Р. А., Вотсон, К. А., Білгілі, С. Ф., & Авендано, С. (2015). Генетична основа міопатій великого грудного м'яса у сучасних ліній курчат-бройлерів. *Птахівництво*. 94(12), 2870–2879. doi: 10.3382/ps/pev304
9. Карпенко О.В., Івашко Б.Р. Шляхи відновлення виробництва м'яса бройлерів для фермерських господарств в умовах Півдня України. *Таврійський науковий вісник. Секція: Сільськогосподарські науки*. 2021. № 133. С. 238.

УДК 636.52/58.087.72:549.232

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.34>

ЗАСТОСУВАННЯ ОРГАНІЧНИХ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У ГОДІВЛІ КУРЕЙ-НЕСУЧОК КРОСУ ЛОМАНН БРАУН В УМОВАХ ФЕРМЕРСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Любенко О.І. – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри технологій виробництва та переробки сільськогосподарської
продукції імені академіка В.Г. Пелиха,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

orcid.org/0000-0002-1057-4054

Кущинський Е.С. – аспірант кафедри технологій виробництва та переробки
сільськогосподарської продукції імені академіка В.Г. Пелиха,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

orcid.org/0009-0007-7555-9449

У статті розглянуто вплив хелатного комплексу мікроелементів на показники яєчної продуктивності курей-несучок кросу Ломанн Браун в умовах фермерського господарства «Роксолана» Херсонської області. Органічні мінерали мають кілька сприятливих ефектів, такі як підвищення яєчної продуктивності, рівень інтенсивності несучості, збільшення маси яєць, зменшення витрат корму, а також покращення щільності шкарлупи яєць. Доведено, що птиця краще засвоює, перетравлює та використовує мінеральні хелати, ніж неорганічні мінерали або прості солі.

Застосування хелатів гліцину (цинк, мідь, марганець) в низьких дозах цинк – 50, мідь – 10, марганець – 60 мг/кг готового корму для курей-несучок кросу Ломанн Браун позитивно вплинуло на його засвоювання, що виражається в поліпшенні коефіцієнтів засвоюваності сухої речовини, азоту, органічної речовини. Після закінчення дослідів птиця, в раціон якої був доданий зазначений комплекс хелатів мала кращі показники яєчної продуктивності та зовнішній вигляд (оперення), у дослідній групі несучість курей-несучок в середньому на 3,1% була вищою і маса яйця збільшена на 0,7%, при цьому конверсія корму в дослідній групі знизилася на 6%, а падіж – на 2,5% у порівнянні з показниками контрольної групи. Органічні мінерали (хелати) можна включати в раціон у набагато менших кількостях, ніж неорганічні мінерали, без будь-якого негативного впливу на організм птиці яєчного напрямку продуктивності, що позитивно впливає на якість харчових яєць.

Для фермерських господарств, які спеціалізуються на виробництві харчового яйця радимо також застосовувати мінеральну суміш власного приготування: крейда кормова – 60%, кісткове борошно – 20%, кухонна сіль – 3–4%, зола деревна – 10%, черепашка або гравій – 6–7%.

Ключові слова: крос, яєчна продуктивність, несучість, маса яєць, мікроелементи, хелати.

Liubenko O.I., Kushchinskyi E.S. Application of organic microelements in feeding of laying hens of the lomann brown cross in farming conditions

The article examines the effect of a chelate complex of trace elements on egg productivity indicators of Lohmann Brown cross-bred laying hens in the conditions of the Roksolana farm in the Kherson region. Organic minerals have several beneficial effects, such as increasing egg productivity, the level of egg-laying intensity, increasing egg mass, reducing feed consumption, and improving eggshell density. It has been proven that poultry better absorbs, digests and uses mineral chelates than inorganic minerals or simple salts.

The use of glycine chelates (zinc, copper, manganese) in low doses of zinc – 50, copper – 10, manganese – 60 mg/kg of finished feed for Lohmann Brown cross-bred laying hens had a positive effect on its absorption, which is expressed in improving the digestibility coefficients of dry matter, nitrogen, and organic matter. After the end of the experiment, the poultry, in the diet of which the specified chelate complex was added, had better egg productivity and appearance

(feathering), in the experimental group, the egg production of laying hens was on average 3.1% higher and the egg mass increased by 0.7%, while the feed conversion in the experimental group decreased by 6%, and the mortality rate – by 2.5% compared to the indicators of the control group. Organic minerals (chelates) can be included in the diet in much smaller quantities than inorganic minerals, without any negative impact on the body of the egg-laying bird, which has a positive effect on the quality of edible eggs. For farms specializing in the production of edible eggs, we also recommend using a mineral mixture of our own preparation: feed chalk – 60%, bone meal – 20%, table salt – 3–4%, wood ash – 10%, shell or gravel – 6–7%.

Key words: cross, egg production, egg production, egg weight, trace elements, chelates.

Постановка проблеми. Галузь птахівництва в Україні є однією з найбільш розвинутих і рентабельних, яка стрімко розвивається, сільськогосподарська птиця засвоює поживні та біологічно активні речовини дуже швидко, а отже, забезпечується високий рівень росту та розвитку, активніше протікають процеси пов'язані з синтезом та накопиченням речовин для активного відкладання яєць [1, 3].

Кури яєчного напрямку продуктивності мають інтенсивний обмін речовин, який значною мірою залежить від їх фізіологічного стану, стадії росту, линьки, фази несучості. Під час відкладання яєць напружено працює ендокринна системи птиці, яка у свою чергу регулює використання кормових засобів, оскільки виникає у них підвищена необхідність. Особливістю є те, що зростає потреба у білках, енергії, мінеральних речовинах у період відкладання яєць, тому що вміст білків, вуглеводів, ліпідів і мінеральних речовин у яйцях є значним, синтез компонентів яйця відбувається за рахунок організму самої птиці [2, 4].

Для підвищення економічної ефективності виробництва продукції птахівництва необхідно більш ефективного займатися виробництвом в усіх його аспектах, збалансована годівля відіграє головну роль, високопродуктивна птиця потребує якісних кормів, тому біологічна доступність мінералів є важливим компонентом у системі виробництва харчового яйця, у цьому контексті органічні (хелатні) мінерали можуть бути кращим рішенням для зменшення собівартість одиниці продукції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Яєчна продуктивність курей за умов застосування різних форм мікроелементів де оцінюють, як органічні та неорганічні форми мікроелементів впливають на: кількість знесених яєць, масу яєць, якість шкаралупи, інтенсивність несучості, конверсію корму. У більшості мікроелементи додають у премікс у вигляді неорганічних солей – сульфатів та хлоридів [1]. Вони є легкокорозійними і зручними для змішування. Проте, через хімічний антагонізм металів, біодоступність мікроелементів знижується [3].

Сільськогосподарська птиця еволюційно пристосувалася до споживання мінеральних речовин із самого корму, який вона споживає, тому органічні мікроелементи (хелати) повинні входити до складу раціону.

Хелати – біологічно активна форма мікроелементів, комплексне поєднання одного або кількох мікроелементів з амінокислотами, вітамінами та іншими органічними компонентами, перевагою хелатів є більша фізична стабільність, що знижує відділення мікроелементів від вітамінів в окисненні кормів та підвищує їх засвоюваність [5]. В основному всі корми, що використовуються в годівлі, містять певну кількість хелатів, незалежно від конкретно доданих продуктів, такі речовини як білки, амінокислоти, пептиди, крохмаль і целюлоза, лимона і щавлева кислоти та інші органічні сполуки мають хелатируючі властивості та впливають на метаболізм мікроелементів. Ключова роль цих сполук полягає у формуванні розчинних комплексів і запобіганні нерозчинності металу в слабкому лужному травневому тракті.

На сьогоднішній день тривають дослідження направлені на пошук безпечних кормових добавок, які будуть стимулювати ріст у сільськогосподарської птиці, та сприяти збільшенню забійного виходу тушок птиці [8]. Науково доведено, що хімічні елементи потрібні для нормального розвитку організму тварин та птиці, розрізняють макро- і мікроелементи, до макроелементів відносять перш за все вуглець, азот, а також фосфор та кальцій, які використовуються для побудови кісток та шкаралупи яєць. Мікроелементами – хімічні елементи, що задіяні у обміні речовин у надзвичайно малих кількостях. Такими є ферум, купрум, цинк, манган, магній, кобальт, молібден, селен [3, 4]. Отже, якісний комбікорм повинен містити у достатній кількості як макроелементи, так і мікроелементи. Сучасні програми оптимізації кормових рецептур дозволяють розрахувати науково-обґрунтовані дози мікроелементів для кормів, в залежності від виду птиці, їх віку та періодів годівлі [5].

Як показують дослідження Kwiecień M. et al. [6, 7], додавання Zn-Gly в дозі 50 мг/кг корму збільшує концентрацію Cu і Ca у сироватці крові курчат-бройлерів. Додаткове включення в раціон курчат-бройлерів кормової добавки Біоплекс Mn в кількості 125 г/т (або 18,75 г мангану на 1 т корму, в перерахунку на елемент) збільшує середньодобовий приріст, збереження птиці та знижує витрати корму на 1 кг приросту маси тіла [8]. Sunder G. S. [1] описує, що комбінація органічних сполук Zn і Mn при дозуванні 80:60 мг/кг корму проявляла синергізм та посилювала мінералізацію кісткової тканини, абсорбцію мінералів тканинами та імунну відповідь у курчат-бройлерів у віці 35 днів. Zhao et al. описав, що під час згодовування 50:50 суміші неорганічних (сульфатів) і хелатних форм Zn, Cu і Mn спостерігалось збільшення продуктивності та покращення стану кінцівок у птиці [6, 7].

Згодовування хелатів гліцину курям-несучкам старшого віку дещо покращило якість яєчної шкаралупи вже через два тижні, що позитивно позначилося на міцності та товщині яєчної шкаралупи, цей швидко помітний ефект можна пояснити високими вимогами дорослих курей-несучок до високодоступних мікроелементів [1, 5, 7].

Постановка завдання. Метою наших досліджень було дослідити вплив органічних мікроелементів на яєчну продуктивність курей-несучок кросу Ломанн Браун в умовах фермерського господарства «Роксолана» Херсонської області.

Матеріал і методи досліджень. Мікроелементи є важливими компонентами раціонів для курей-несучок, незважаючи на те, що вони необхідні в невеликих кількостях, їх функції в організмі птиці не можуть бути компенсовані іншими компонентами. Для високопродуктивних яєчних кросів курей-несучок традиційно використовують неорганічні джерела мікроелементів такі як наприклад, сульфати, вони можуть задовольнити потреби птиці. Сьогодні ж фермерські та присадибні господарства хочуть отримати яйце «без хімії», тому для них рекомендовано використовувати джерела органічних мікроелементів, саме тому було вирішено провести дослідження на поголів'ї птиці яєчного напрямку продуктивності кросу Ломанн Браун віком старше 300 діб.

Органічні мікроелементи мають особливу форму зв'язку між мікроелементами й органічною молекулою, найчастіше це окремі амінокислоти, такі як гліцин, які забезпечують адекватне надходження мікроелементів до організму птиці та призводить до меншого виведення неабсорбованих мікроелементів з послідом. Мікроелементи, такі як цинк, марганець, мідь, залізо, мають важливе значення для досягнення високого рівня продуктивності та життєдіяльності курей-несучок, ці мінерали є частиною безлічі ферментів, що приймають участь у роботі імунної

системи, відтворенні, виробництві яєць, підтримці цілісності шкірних покривів та скелетної системи, Як компоненти супероксиддисмутази та каталази вони відіграють ключову роль в антиоксидантній системі, яка підтримує здоров'я птиці та запобігає пошкодженню клітин шляхом окислення, особливо у стресових умовах.

В експерименті задіяли дві групи курей-несучок кросу Ломанн Браун по 200 голів у кожній, дослідження проводилися в умовах добре контрольованого утримання, птиця контрольної групи отримувала основний раціон, нормований відповідно до потреб за поживними речовинами (табл. 1).

В раціоні дослідної птиці повністю замінили неорганічні форми мікроелементів (цинк – 100, мідь – 15, марганець – 120 мг/кг готового корму) на хелатні в дозах суттєво нижчих – цинк – 50, мідь – 10, марганець – 60 мг/кг готового корму.

Таблиця 1

Схема дослідів застосування хелатного комплексу мікроелементів

Група	Кількість голів	Дози введення препарату, мг/кг	Термін використання препарату
1 контрольна група	200	-	-
2 дослідна група	200	хелатні мікроелементи в дозах: цинк – 50 мідь – 10 марганець – 60	60 діб

Для чистоти експерименту під час складання дослідного раціону також враховували метіонінову активність препарату, оцінка результатів показала, що в дослідній групі, яка одержувала з кормом хелатні мікроелементи, була збільшена несучість в середньому на 3,1% і маса яйця збільшена на 0,7%, при цьому конверсія корму в дослідній групі знизилася на 6%, а падіж – на 2,5% у порівнянні з показниками контрольної групи (табл. 1).

Таблиця 2

Результати застосування хелатного комплексу мікроелементів

Показники	1 контрольна група	2 дослідна група
Поголів'я, гол.	200	200
Період застосування хелатного комплексу, діб	-	60
Строк спостереження, діб	60	60
Загинуло птиці, гол.	10	5
Збереженість поголів'я, %	95,0	97,5
Кількість отриманих яєць за період спостереження, шт. яєць	11364	11713
Сума одержаної продукції, грн.	45656	46852
Вартість використаного комплексу, грн.	-	107,64

Для курей-несучок важливо забезпечити збалансовану годівлю з достатнім вмістом мінералів, оскільки вони впливають на продуктивність, здоров'я кісток і якість яєць, основні мінерали, які використовують у годівлі курей-несучок:

кальцій – найважливіший мінерал для формування яєчної шкаралупи. В умовах фермерського господарства основним джерело цього мінералу слугувала крейда кормова, вапняк, черепашник, кісткове борошно.

Фосфор – необхідний для обміну речовин та здоров'я кісток, він має бути у правильному співвідношенні з кальцієм (2:1). Натрій, хлор, калій – важливі мінерали для водно-сольового балансу, основним джерело натрію та хлору слугувала кухонна сіль. Залізо, цинк, марганець, мідь, селен, йод – мікроелементи, які необхідні в малих кількостях для імунітету, росту і метаболізму.

Цинк є кофактором ферменту карбоангідрази, який сприяє фіксації карбонату кальцію в яєчній шкаралупі. Марганець важливий для механічних властивостей та ультраструктури яєчної шкаралупи, формування та цілісності кісток, хрящів та сполучних тканин багато в чому залежить від достатньої кількості цинку, *марганцю та заліза*. Мікроелемент *цинк* важливий для синтезу колагену (структурний білок кісток та хрящів), а також кератину (структурний білок подушечок лап, шкірних покривів, дзьоба та пір'я). Марганець відіграє важливу роль в утворенні хондроїтинсульфату, структурного компонента кісткового хряща, залізо каталізує поперечне зшивання еластину та колагену в процесі утворення яйця як кофактор у відповідній ферментній системі. Дефіцит заліза може призвести до деформації яєчної шкаралупи, залізо входить до складу гемоглобіну та міоглобіну, він необхідний для правильного транспорту та зберігання кисню, білкового обміну та постачання енергією, що робить його важливим для розвитку птиці. Органічні мікроелементи сприяють підвищенню несучості та щільності яєчної шкаралупи.

Наші дослідження підтверджують те, що використання хелатів у поєднанні з неорганічними джерелами мікроелементів або як часткова чи повна заміна корисні для виробництва яєць та сприяють покращенню якості яєчної шкаралупи. Саме таке поєднання мають важливе значення для економічного успіху птахівничих підприємств, де вирощують курей-несучок, особливо тому, що з віком птиці рівень несучості та якість яєчної шкаралупи знижуються, достатня міцність яєчної шкаралупи важлива як для промислового виробництва харчових яєць так і для отримання якісних інкубаційних яєць, оскільки вона має вирішальне значення для здорового розвитку ембріона, особливо на останньому етапі інкубації. Кури-несучки другої дослідної групи, раціон якої містив хелатні мікроелементи, мав кращу мінералізацію кісток та покращений зовнішній вигляд, включно з покращеним оперенням, що не можна було сказати про контрольну групу, більша частина поголів'я цієї групи мали «облізлий» вигляд.

Основними видами діяльності фермерського господарства «Роксолана» є рослинництво та виробництво продукції птахівництва, вирощують зернові культури: пшеницю, ячмінь, кукурудзу, просо, сою і технічних культури – соняшник та ріпак. У господарстві є свій міні кормоцех, який виготовляє комбікорми за різними рецептами для різних видів птиці. Кормосуміші відповідають за поживністю нормам для кожної вікової групи птиці, корм перед використанням піддається аналізу на вміст поживних речовин, тому під час створення міцної кормової бази для птахівництва в умовах півдня України варто залучати високоврожайні засухостійкі трави й кормові культури, застосовувати оптимальну структуру посівних площ, орієнтовану на здешевлення кормовиробництва [9].

Для максимальної реалізації генетичного потенціалу ремонтному молодняку [4] згодують повнораціонні комбікорми, збалансовані за всіма поживними і біологічно активними речовинами, потім переводять на власні кормові засоби. Сутність його полягає у тому, що нормування енергії та поживних речовин проводять

на основі фізіологічної потреби птиці з урахуванням її віку та рівня продуктивності. У годівлі курей-несучок передбачене нормування за трьома фазами несучості, з віком птиці (20–45 тижнів, 45–65 та старше 65 тижнів) рівень поживних речовин знижується.

Оцінка ячної продуктивності курей – це важливий аспект у птахівництві, що дозволяє визначити ефективність утримання птиці та її генетичний потенціал, вона проводиться за низкою показників, серед яких основні такі: несучість – кількість яєць на одну несучку за рік (норма для кросів ячного напрямку – 250–320 яєць); маса яєць – ще один кількісний показник ячної продуктивності, який залежить від породи, кросу, віку, раціону, для яєчних кросів: 55–65 г – норма.

Мінеральна годівля курей-несучок є критично важливою для їхнього здоров'я, продуктивності та якості яєць, основні мінерали, які мають бути в раціоні курей-несучок: кальцій, для формування шкаралупи яйця, кісткова система, норма – 3,5–4% від загального раціону, основними джерелами кальцію є подрібнена черепашка, крейда кормова, вапняк; фосфор – мікроелемент, який необхідний для обміну речовин, засвоєння кальцію, розвитку кісток, його норма становить 0,35–0,5% у раціоні, основним джерелом є кісткове борошно, фосфатні добавки.

Натрій, хлор – мікроелементи для забезпечення водно-сольовий баланс, їх норма: 0,15–0,2%. Основні джерела: кухонна сіль (не більше 0,3% у раціоні). Магній, калій, залізо, цинк, мідь, марганець, йод, селен – мікроелементи, які потрібні у невеликих кількостях, але дуже важливі для метаболізму, імунітету, росту та несучості. Джерела: готові премікси, мінеральні добавки, дріжджі, зелень.

Для фермерських господарств, які спеціалізуються на виробництві харчового яйця радимо застосовувати наступні способи мінерального підживлення:

- застосування готових преміксів, вони містять всі необхідні мінерали й вітаміни в правильному співвідношенні;

- застосовувати мінеральну суміш власного приготування: крейда – 60%, кісткове борошно – 20%, кухонна сіль – 3–4%, зола деревна – 10%, черепашка або гравій – 6–7%. Необхідно зауважити, що при використанні органічних форм мінеральних сумішей потрібно окремо в годівниці насипати подрібнену черепашку, крейду, кури самі дозують споживання.

Висновки. Для курей-несучок важливо забезпечити збалансовану годівлю з достатнім вмістом мінералів, оскільки вони впливають на продуктивність, здоров'я кісток і якість яєць, використання органічних хелатів є підвищення біодоступності мінералів за рахунок збільшення їх поглинання та уникнення будь-якого впливу на інші мінерали, хелати всмоктуються неушкодженими. Мінерали з органічних джерел мають вищий рівень біодоступності, ніж неорганічні джерела. Органічні мінерали (*хелати*) можна включати в раціон у набагато менших кількостях, ніж неорганічні мінерали, без будь-якого негативного впливу на організм птиці ячного напрямку продуктивності, що позитивно впливає на якість харчових яєць.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Olukosi O.A., Kuijk van S., Han Y. Copper and zinc sources and levels of zinc inclusion influence growth performance, tissue trace mineral content, and carcass yield of broiler chickens. Poultry Science. 2018. Vol. 97. No. 11. P. 3891–3898. Doi: <https://doi.org/10.3382/ps/pey247>

2. Біодоступні хелати. URL: <https://agrotimes.ua/article/helatni-mikroelementy-pokrashhuyut-produktyvnist-zagalnyj-stan-zdorovya-i-tryvalist-zhyttya-ptyczi/> (дата звернення: 20.05.2025).

3. Марченков Ф.С., Сторожук Т.В. Хелатні мікроелементи – важливий компонент комбікормів та преміксів. *Зернові продукти і комбікорми*. 2010. №1. С. 37–38.
4. Ведмеденко О.В. Моделювання і прогнозування живої маси курей кросів яєчного напрямку продуктивності. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. Вип. 78. – 2012. С. 24–27.
5. Chelate complexes of malic or citric acids with iron, manganese and zinc as a biologically active supplement for broiler chicken diet / N. A. Kochetkova et al. *Research result Pharmacology and Clinical Pharmacology*. 2016. Vol. 2. No. 4. P. 87–90. Doi: <https://doi.org/10.18413/2500-235X-2016-2-4-87-90>.
6. Kwiecień M., Winiarska-Mieczan A., Milczarek A., Klebaniuk R. Biological response of broiler chickens to decreasing dietary inclusion levels of zinc glycine chelate. *Biological Trace Element Research*. 2017. Vol. 175. No. 1. P. 204–213. Doi: <https://doi.org/10.1007/s12011-016-0743-y>.
7. Effects of zinc glycine chelate on growth, hematological, and immunological characteristics in broilers / J. Feng et al. *Biological Trace Element Research*. 2010. Vol. 133. No. 2. P. 203–211. Doi: <https://doi.org/10.1007/s12011-009-8431-9>.
8. Тимошенко Роман. Хелатні мікроелементи. *Наше птахівництво*. Київ, 2015. № 10. С. 70–73.
9. Вовченко Б.О. Корбич Н.М., Щєбля М.І. Норми протеїнового живлення овець асканійської тонкорунної породи в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. Вип. 110. – 2019.

МЕЛІОРАЦІЯ І РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТІВ

MELIORATION AND SOIL FERTILITY

УДК 626.87:631.432.1

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.35>

ВПЛИВ ЗРОШЕННЯ НА УРОЖАЙНІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ 2014–2023 РОКІВ

Бабич О.А. – асистент кафедри ґрунтознавства та агрохімії,
Миколаївський національний аграрний університет
orcid.org/0000-0002-4271-3629

В статті продемонстровано статистичну обробку результатів щодо впливу зрошення ґрунтів Миколаївської області 2014–2023 років в залежності від середньорічного рівня опадів. До розгляду було взято безпосередньо ґрунти із зрошенням і усі ґрунти (із зрошенням і без зрошення) Миколаївської області у вибраний період та наступні культури рослин: пшениця озима (*Triticum aestivum* L.), томати (*Solanum lycopersicum* L.), цибуля ріпчаста (*Allium cepa* L.) та соняшник (*Helianthus annuus* L.).

Проводилось визначення кореляції між показниками урожайності даних сільськогосподарських культур і середньорічним рівнем опадів у відповідні роки для визначення рівня безпосереднього впливу зрошення. В результаті досліджень та статистичної обробки даних було визначено, що зрошення має статистично значущий вплив на такі культури, соняшник і пшеницю озиму (присутність значущої статистичної відмінності між результатами усіх 2014–2023 років $p=0,0006$ і $p=0,0003$ за результатами t -тесту) і слабо виражену позитивну лінійну кореляцію з результатами середньорічного рівня зрошення для пшениці озимої ($R^2_{\text{усі}} = 0,338$, $r_{\text{лін}} = 0,58$; $R^2_{\text{зрош}} = 0,259$, $r_{\text{лін}} = 0,51$) і майже повна її відсутність для соняшнику ($R^2_{\text{усі}} = 0,1106$, $r_{\text{лін}} = 0,332$; $R^2_{\text{зрош}} = 0,033$, $r_{\text{лін}} = 0,182$). Для томатів і цибулі ріпчастої – статистична різниця між результатами врожайності на ґрунтах із зрошенням у порівнянні із усіма ґрунтами Миколаївської області статистично не виражений ($p > 0,05$) із-за невеликої долі ґрунтів без зрошення де вирощують дані культури. На ґрунтах із зрошенням урожайність цибулі ріпчастої спостерігається висока лінійна кореляція урожайності і рівня опадів. Для томатів із зрошенням і без зрошення характерна подібна залежність від рівня опадів, але дуже слабка ($R^2_{\text{усі}} = 0,0123$; $R^2_{\text{зрош}} = 0,0319$), що може свідчити про значну залежність від поливу, так як аналогічно з цибулею ріпчастою дуже мало земель, де вирощують томати без зрошення. Також спостерігається тенденція до зниження врожайності (наявність слабковираженої негативної статистичної лінійної кореляції $r_{\text{усі}} = 0,11$, $r_{\text{зрош}} = 0,18$), що теоретично може бути наслідком погіршення якості ґрунту внаслідок зрошення.

Ключові слова: зрошення, врожайність, рівень опадів, Миколаївська область, ґрунти, цибуля ріпчаста, пшениця озима, томати, соняшник.

Babych O.A. The impact of irrigation on crop yields in the Mykolaiv region in 2014–2023

The article demonstrates statistical processing of results on the impact of irrigation on soils of Mykolaiv region in 2014–2023 depending on the average annual rainfall. The following crops were considered: winter wheat (*Triticum aestivum* L.), tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.), onion (*Allium cepa* L.) and sunflower (*Helianthus annuus* L.).

The correlation between the yield indicators of these agricultural crops and the average annual precipitation level in the corresponding years was determined to determine the level of direct impact of irrigation. As a result of research and statistical data processing, it was determined that irrigation has a statistically significant effect on such crops as sunflower and winter wheat (the presence of a significant statistical difference between the results of all 2014–2023 years $p=0.0006$ and $p=0.0003$ according to the results of the t-test) and a weakly expressed positive linear correlation with the results of the average annual irrigation level for winter wheat ($R^2 = 0.338$, $r_{line} = 0.58$; $R^2 = 0.259$, $r_{linear} = 0.51$) and its almost complete absence for sunflower ($R^2_{all} = 0.1106$, $r_{linear} = 0.332$; $R^2_{irr} = 0.033$, $r_{linear} = 0.182$). For tomatoes and onions, the statistical difference between the results of yield on irrigated soils compared to all soils of the Mykolaiv region is not statistically significant ($p>0.05$) due to the small share of soils without irrigation where these crops are grown. On irrigated soils, onion yield shows a high linear correlation between yield and precipitation level. For tomatoes with and without irrigation, a similar dependence on precipitation level is characteristic, but very weak ($R^2_{all} = 0.0123$; $R^2_{irr} = 0.0319$), which may indicate a significant dependence on irrigation, since, similarly to onions, there are very few lands where tomatoes are grown without irrigation. There is also a tendency to decrease in yield (the presence of a weak negative statistical linear correlation $r_{all} = 0.11$, $r_{irr} = 0.18$), which theoretically may be a consequence of the deterioration of soil quality due to irrigation.

Key words: irrigation, yield, precipitation level, Mykolaiv region, soils, onion, winter wheat, tomatoes, sunflower.

На півдні України гостро стоїть проблема зрошення, так як даний фактор є дуже важливим для отримання високих врожаїв різноманітних сільськогосподарських культур. Але внаслідок впливу низькоякісної води, відсутність доступу до джерел низькомінералізованої поливної води внаслідок агресії Російської федерації на території України, використання іригаційних систем, при використанні яких відбувається фактор трансформації поливної води після протікання по системі каналів, все це може потенційно впливати на якість ґрунтів, погіршуючи їх показники та знижуючи врожайність сільськогосподарських культур, особливо тих, які дуже вибагливі до зрошення [1, с. 224]. Найбільшими зрошувальними системами Миколаївської області являються Південно-Бузька зрошувальна система (ПБЗС) та Кам'янська зрошувальна система (КЗС), яка забирає воду з р. Південний Буг, яка є досить мінералізованою у порівнянні з водою р. Дніпро [2, с. 4–6].

Більшість наукових публікацій підтверджують позитивний вплив зрошення на урожайність сільськогосподарських культур [3, с. 101; 6, с. 15]. Але в даних дослідженнях у більшості випадків використовується низькомінералізована поливна вода і в комплексі з добривами та іншими стимулюючими речовинами [7, с. 41; 8, с. 268; 9, с. 243; 10, с. 1841–1845]. Використання високомінералізованої води з підземних джерел, або внаслідок трансформації поливної води може призводити до деякого зниження урожайності сільськогосподарських культур, що може бути маркером погіршення якості ґрунтів. Трансформація поливної води призводить до зміни хімічних, фізичних та фізико-хімічних властивостей ґрунтів із зрошенням [1, с. 226]. Даний фактор може призводити до погіршення врожайності ґрунтів в залежності від міри погіршення тих чи інших властивостей ґрунту та призводити до прямих збитків за рахунок зниження врожайності і до потенційних, так як дана тенденція погіршення стану ґрунтів може продовжуватися. Тому, необхідно проаналізувати загальний стан ґрунтів із зрошенням і без зрошення для кращого розуміння ризику виникнення прямих і потенційних збитків в період дослідження і після.

На досліджуваних ґрунтах ФГ «Зелений Гай» (Південно-Бузька зрошувальна система) і ННПЦ МНАУ (Кам'янська зрошувальна система) вирощувалась цибуля ріпчаста (*Allium sepa* L.). Культура дуже вибаглива до вмісту вологи та добрив, тому, в обох господарствах використовувалося крапельне зрошення. За даними

Головного управління статистики в Миколаївській області за 2014 по 2023 роки в період з 2014 по 2016 рік значення врожайності сільськогосподарських культур при зрошенні і без зрошення в середньому по Миколаївській області відрізнялись один від одного в залежності від виду сільськогосподарської культури (Таблиця 1).

Таблиця 1

Показники середньої врожайності сільськогосподарських культур на підприємствах Миколаївській області з 2014 по 2023 рік (в ц/га)

Рік	Пшениця озима ¹		Соняшник ¹		Томати відкритого ґрунту		Цибуля ріпчаста	
	На всіх землях	На політих землях	На всіх землях	На політих землях	На всіх землях	На політих землях	На всіх землях	На політих землях
2014	35,0	45,6	17,6	22,8	794,2	832,7	291,5	?
2015	35,5	45,4	21,3	24,8	704,9	731,1	217,5	?
2016	36,8	49,0	22,7	24,3	854,3	881,1	322,3	326,1
2017	35,2	47,6	17,9	23,4	976,5	983,4	269,6	278,8
2018	32,5	46,9	20,6	32,3	948,3	959,4	166,9	175,6
2019	37,6	41,0	23,2	31,8	707,2	714,2	301,4	331,5
2020	27,4	?	14,4	27,9	825,5	830,2	334,1	362,0
2021	44,0	57,5	23,3	29,9	943,0	946,5	276,7	393,5
2022	32,8	44,3	15,9	23,9	609,9	643,5	241,7	288,8
2023	41,9	61,5	21,8	24,8	690,6	824,6	340,5	350,2

Примітки: 1 – у масі після доробки; ? – відомості відсутні, сірі комірки – роки проведення досліджень.

Проаналізувавши результати показників середньої врожайності сільськогосподарських культур в даний період, спостерігається значний вплив зрошення на врожайність пшениці озимої та соняшнику, так як дані культури мають обмежену потребу у волозі в конкретний період вегетації. Урожайність томатів і цибулі ріпчастої не мають сильно вираженої відмінності між усіма ґрунтами та ґрунтами з поливом, так як в статистичних результатах всіх ґрунтів також присутні результати із зрошенням. Дані культури дуже залежні від зрошення, тому, переважна більшість земель, на яких вирощуються томати і цибуля мають зрошення і тому результати дуже подібні.

Середньорічна кількість опадів починаючи з 2014 по 2023 роки різко змінювалась, але складала в середньому 304,3 мм в рік. Фактор опадів також є досить важливим показником, так як від його рівня залежить рівень врожайності сільськогосподарських культур і інтенсивність використання зрошення. Середньорічні значення кількості опадів в 2014–2023 роки складали: 2014 рік – 256 мм., 2015 рік – 283,3 мм., 2016 рік – 304,3 мм., 2017 рік – 158,4 мм., 2018 рік – 216,9 мм., 2019 рік – 283,6 мм., 2020 рік – 322,2 мм., 2021 рік – 502,9 мм., 2022 рік – 325,3 мм., 2023 рік – 390,2 мм.

При знаходженні кореляції врожайності пшениці озимої, соняшнику, томатів, і цибулі ріпчастої в дані часові проміжки по Миколаївській області, спостерігали незначну залежність показників врожайності даних культур від рівня середнього значення опадів за рік.

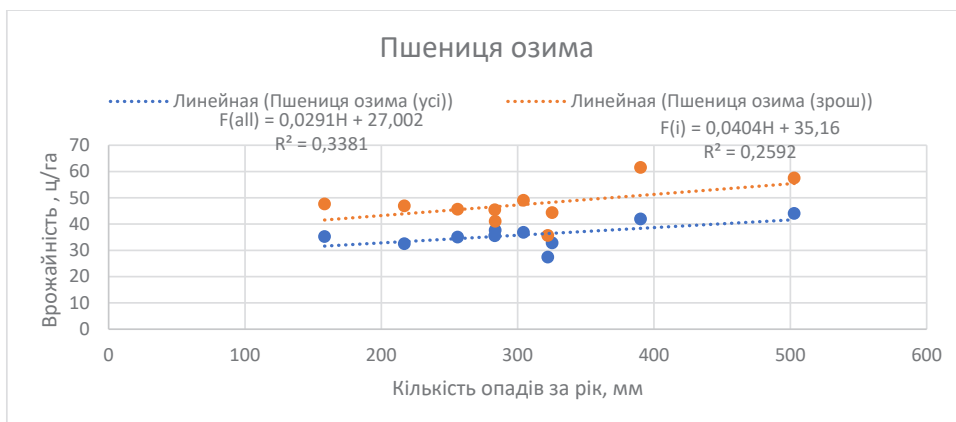


Рис. 1. Кореляція показників врожайності пшениці озимої і середньорічного значення опадів 2015–2024 років

По пшениці озимій спостерігається тенденція зростання рівня врожайності від збільшення значень середньорічної кількості опадів, в меншій мірі – для ґрунтів із зрошенням (через менше значення коефіцієнту детермінації $R^2=0,2592 < R^2=0,3381$), що є логічно, так як пшениця залежить від зрошення тільки в певні етапи вегетації. Зрошення призводить до збільшення врожайності за результатами t-тесту середніх значень врожайності за усі роки між показниками усіх ґрунтів та ґрунтами із зрошення ($H_{\text{усі}} = 35,87 \pm 4,716$, $H_{\text{зрош}} = 47,44 \pm 7,46$, $p=0,0006$ ($p<0,05$) – присутність значної статистичної відмінності між результатами).

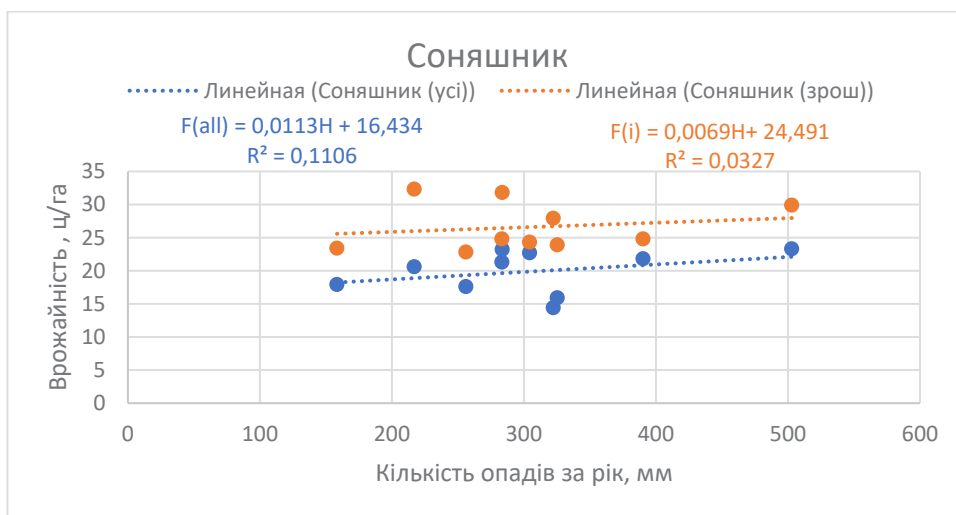


Рис. 2. Кореляція показників врожайності соняшника і середньорічного значення опадів 2015–2024 років

Для соняшника вплив загальної кількості опадів за рік також має тенденцію до збільшення рівня врожайності, але із дуже низькою кореляцією. За результатами

t-тесту за результатами усіх років спостерігається значний вплив зрошення на результати врожайності ($H_{\text{усі}} = 19,87 \pm 3,195$, $H_{\text{зрош}} = 26,59 \pm 3,59$, $p = 0,0003$ ($p < 0,05$) – присутність значної статистичної відмінності між результатами).

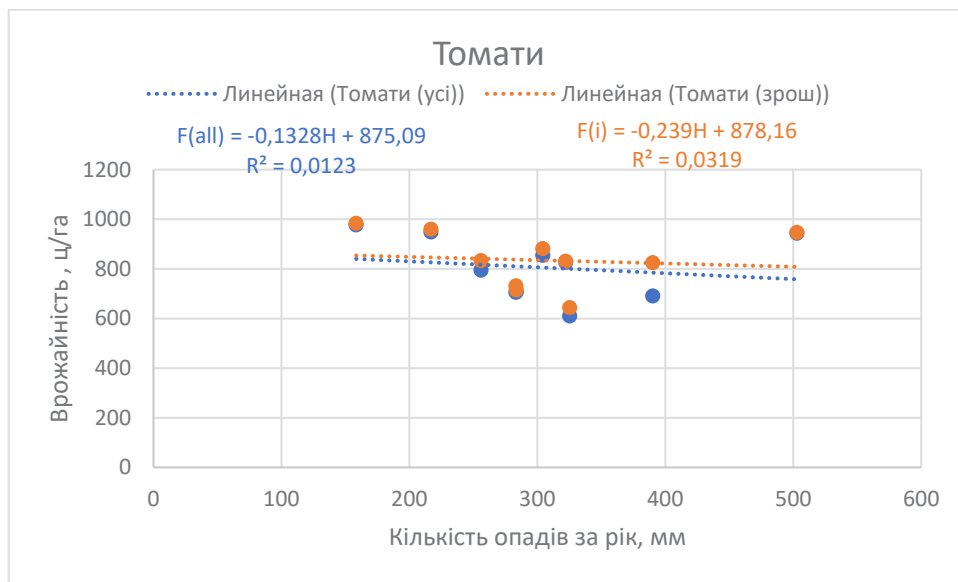


Рис. 3. Кореляція показників врожайності томатів і загальної кількості опадів 2015–2024 років

Для томатів спостерігається тенденція до зниження врожайності в залежності від загальної кількості опадів за рік виходячи із рівнянь лінійної регресії. Це може пояснюватись високою залежністю від зрошення, так як томати вимагають значного вмісту води в ґрунті. За усіма результатами при використанні t-тесту спостерігається відсутність статистичної відмінності між результатами врожайності усіх ґрунтів і ґрунтів із зрошенням ($H_{\text{усі}} = 805,44 \pm 125,92$, $H_{\text{зрош}} = 834,67 \pm 112,67$, $p = 0,5911$ ($p > 0,05$)). Тому, в загальному спостерігається деяка тенденція до зниження врожайності томатів під дією зрошення, що може пояснюватись погіршенням якості ґрунтів.

Для цибулі ріпчастої тенденція до зростання врожайності більш спостерігалась в зрошувальних ґрунтах, але із низьким значенням коефіцієнта детермінації ($R^2 = 0,4907$) і із значенням високого коефіцієнта лінійної кореляції ($r = 0,70$) між результатами середньорічного рівня опадів та врожайністю. Це вказує на певну статистичну залежність між результатами, але не пряму. Для усіх ґрунтів Миколаївської області, значення коефіцієнту детермінації складав $R^2 = 0,1248$, що має дуже низьку функціональну залежність між показниками врожайності і рівня опадів, і коефіцієнту лінійної кореляції $r = 0,3532$, що вказує на середній рівень залежності результатів.

Отже, можна зробити висновок, що для цибулі ріпчастої є дуже велика залежність від зрошення, незважаючи на трансформацію показників ґрунту. За усіма результатами при використанні t-тесту спостерігається відсутність статистичної відмінності між результатами врожайності усіх ґрунтів і ґрунтів із зрошенням

($N_{\text{усі}} = 276,22 \pm 54,88$ $N_{\text{зрош}} = 303,00 \pm 65,27$, $p=0,334$ ($p>0,05$)). Подібність середніх результатів по всім рокам пояснюється тим, що більшість ґрунтів, які використовуються для вирощування цибулі ріпчастої в основному з використанням крапельного зрошення і невеликого відсотку ґрунтів, де вирощують цибулю без зрошення. Але навіть цей невеликий відсоток незрошувальних ґрунтів значно змінює показники статистичної залежності значень врожайності та середньорічної кількості опадів.

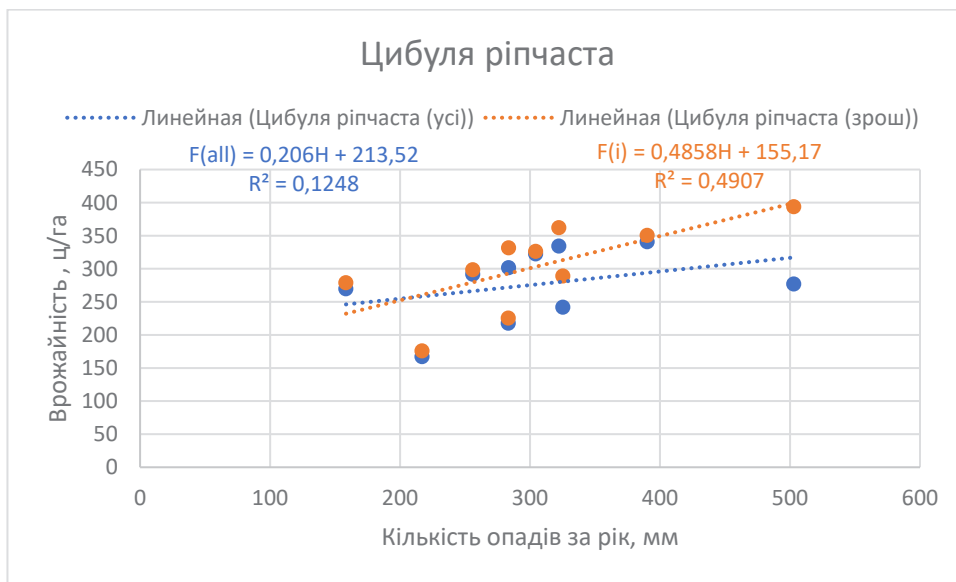


Рис. 4. Кореляція показників врожайності цибулі ріпчастої і загальної кількості опадів 2015–2024 років

Висновки. В результаті отриманих результатів та аналізу, можна зробити наступні висновки:

1. Зрошення є значущим фактором збільшення врожайності таких культур, як пшениця озима та соняшник незважаючи на можливий процес погіршення якості зрошувальних ґрунтів.
2. За статистичними даними вплив зрошення на урожайність цибулі ріпчастої та томатів є незначним між усіма ґрунтами та безпосередньо з ґрунтами із зрошенням, що демонструє низький відсоток ґрунтів без зрошення, які можуть використовуватись для зрошення цих культур.
3. Спостерігається деяка тенденція для зниження урожайності томатів, що необхідно враховувати в наступних дослідженнях щодо данної культури.
4. Незважаючи на всі ризики, фактор зрошення є важливим фактором підвищення врожайності сільськогосподарських культур.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бабич О. А. Трансформація сольового складу і показника кислотності ґрунтів Південно-Бузької зрошувальної системи: Таврійський науковий вісник № 100. Т.1, Херсон. 2018. С. 223–225.

2. Інформація про еколого-меліоративний стан на зрошувальних і прилеглих землях по Миколаївському МУВМГ на початок вегетаційного періоду 2014 року: Державне агентство водних ресурсів. Снігурівська гідрогеолого-меліоративна партія. 2014 р. С. 1–14.
 3. Лавриненко Ю. О., Вожегова Р. А., Коковіхін С. В., Писаренко П. В., Писаренко П. В., Найдьонов В. Х. Кукурудза на зрошувальних землях півдня України. : монографія / Ю. О. Лавриненко [та ін.] ; Нац. акад. аграр. наук України, Ін-т зрошуваного земл-ва. – Херсон : Айлант, 2011. – 467 с.
 4. Ушкаренко В.О. Вожегова Р. А. Землі Інгулецької зрошувальної системи: стан та ефективне використання / К.: Аграр. наука. 2010. С. 50–67.
 5. Фомічов М. В. (2019). Зрошення як чинник підвищення ефективності вирощування сільськогосподарських культур в Україні. Економіка та держава, 4. 2019. С. 42–96.
 6. Ge, J., Z. Yu, X. Gong, Y. Ping, J. Luo, and Y. Li. Evaluation of Irrigation Modes for Greenhouse Drip Irrigation Tomatoes Based on Aquacrop and DSSAT Models. *Plants* 12. 2023. P. 3863.
 7. Meena, P., Karnam, V., Tripathi, S.C., Jha, A., Sharma, R. K., & Singh, G.P. Irrigation management strategies in wheat for efficient water use in the regions of depleting water resources. *Agricultural Water Management*, 214. 2019. P. 38–46.
 8. Piri, H.; Naserin, A. Effect of different levels of water, applied nitrogen and irrigation methods on yield, yield components and IWUE of onion. *Sci. Hortic.* 2020, P. 268.
 9. Zhang, T.; Zou, Y.; Kisekka, I.; Biswas, A.; Cai, H. Comparison of different irrigation methods to synergistically improve maize's yield, water productivity and economic benefits in an arid irrigation area. *Agric. Water Manag.* 2021, P. 243.
 10. Zheng, Z., Cai, H., Hoogenboom, G., Chaves, B., & Yu, L. Limited irrigation for improving water use efficiency of winter wheat in the guanzhong plain of Northwest China. *Transactions of the Asabe*, 59(6). 2016. P. 1841–1852.
-

УДК 631.81:631.45

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.36>

ОСОБЛИВОСТІ ХІМІЧНОЇ МЕЛІОРАЦІЇ ҐРУНТІВ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

Бикін А.В. — д.с.-г.н., професор,

професор кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва

імені О.І. Душечкіна,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

orcid.org/0000-0001-7212-7340

Бойко Я.І. — к.с.-г.н.,

докторант кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва

імені О.І. Душечкіна,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

orcid.org/0009-0006-6402-7730

Стаття присвячена вивченню питань хімічної меліорації ґрунтів Полісся України за період з 2020 по 2024 роки. Метою статті було встановлення особливостей хімічної меліорації ґрунтів в умовах Полісся України. Оскільки вапнування, що широко використовується для підвищення продуктивності кислих ґрунтів наразі залишається поза увагою більшості вчених агрохіміків, особливо в контексті оцінки реальної потреби вапнування та розробки нових прийомів його застосування. Встановлено, що в Житомирській області налічується близько 860,7 тис. га, а в Чернігівській 1279,8 тис. га ґрунтів сільськогосподарського призначення з реакцією розчину $< 5,5$, що потребують вапнування в тій чи іншій мірі. Адже вони в стані підвищеної кислотності мають низький рівень родючості та утруднюється для рослин засвоєння катіонів кальцію, магнію й амонію, посилюється деградація ґрунтових колоїдів, дисперсність та мобільність гумусових сполук. Загалом по Україні кислі ґрунти займають площу 10120,4 тис. га, що становить 24,4 % від загальних площ сільськогосподарських земель. Потреба в внесенні вапнякових матеріалів для компенсації лише підкислення від застосованих добрив становить в середньому по Україні 71,4 кг/га, в Житомирській області 67,2 кг/га, а в Чернігівській області 115,5 кг/га. При цьому ж застосовувані дози вапна недостатні для покриття потреби. Так, якщо припустити, що внесені в 2024 році кількості вапна могли бути використані для компенсації кислотності ґрунту сформованої за рахунок внесення мінеральних добрив, то навіть в умовах Житомирської області це покриває не більше 28,8 % щорічної потреби в застосуванні вапна для нейтралізації негативного впливу мінеральних добрив. Натомість в Чернігівській області фактично застосовувані обсяги меліорантів становлять всього 0,8 % від потреби, що є реальною загрозою підкислення ґрунтів регіону. Також визначено, що за середньорічної по Україні кількості вапна в 3,0 т/га в Житомирській області застосовується 1,5 т/га, а в Чернігівській – 1,1 т/га, а за останні два роки саме в умовах останньої вноситься до 0,3 т/га вапна, що є досить мало в плані формування стійких змін рН ґрунту в бік його розкислення.

Ключові слова: вапно, азот, фосфор, калій, мінеральне добриво, рН ґрунту.

Bykin O.V., Boiko Ya.I. Features of chemical amelioration of soils in the Polissya region of Ukraine

The article is devoted to the study of issues related to the chemical reclamation of soils in the Polissia region of Ukraine over the period from 2020 to 2024. The objective of the study was to determine the specific features of chemical reclamation practices under the conditions of Polissia. Liming, which is widely used to improve the productivity of acidic soils, currently remains largely overlooked by most agrochemistry researchers, especially in the context of assessing the actual need for liming and developing new application techniques. It has been established that in Zhytomyr region, approximately 860.7 thousand hectares, and in Chernihiv region, 1,279.8 thousand hectares of agricultural land have a soil solution pH of less than 5.5,

indicating a varying degree of liming requirement. In their acidic state, these soils exhibit low fertility levels, hinder the uptake of calcium, magnesium, and ammonium cations by plants, and promote the degradation of soil colloids, as well as the dispersion and mobility of humus compounds. In Ukraine overall, acidic soils occupy an area of 10,120.4 thousand hectares, which represents 24.4% of all agricultural land. The required amount of lime material to offset acidification caused by fertilizer application averages 71.4 kg/ha across the country, 67.2 kg/ha in Zhytomyr region, and 115.5 kg/ha in Chernihiv region. However, current lime application rates are insufficient to meet these needs. For instance, assuming the lime applied in 2024 was used solely to neutralize the acidity induced by mineral fertilizers, it would only cover up to 28.8% of the annual lime demand in Zhytomyr region. In contrast, in Chernihiv region, actual lime application volumes meet just 0.8% of the requirement—posing a real threat of progressive soil acidification in the region. It was also found that while the average lime application in Ukraine is 3.0 t/ha, in Zhytomyr region it is 1.5 t/ha and in Chernihiv region 1.1 t/ha. Over the past two years, the amount applied in Chernihiv region has dropped to as little as 0.3 t/ha, which is insufficient to ensure stable long-term improvements in soil pH.

Key words: lime, nitrogen, phosphorus, potassium, mineral fertilizer, soil pH.

Постановка проблеми. Проблема підкислення ґрунтів України належить до досить значних в силу мінімальних обсягів застосування вапна в сучасних умовах господарювання. А тому традиційні способи розрахунку доз меліорантів є неефективними а обсяги потреби розкислення ґрунтів визначають необхідність оптимізації підходів до їх класифікації, аналізу та власне постановки завдань з хімічної меліорації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Наразі значні зусилля вчених докладаються до отримання нових знань з дослідження впливу таких елементів технології як удобрення або обробіток ґрунту, а зокрема: різні методи обробітку ґрунту, такі як органічне землеробство, різні способи мінімізації обробітку ґрунту, а також мінеральне або органічне удобрення [13; 24; 28]. Однак, вапнування що широко використовується для підвищення продуктивності кислих ґрунтів наразі залишається поза увагою більшості вчених агрохіміків [17; 21].

Хімічна меліорація кислих ґрунтів здатна сприяти не лише поліпшенню їх агрохімічного стану а й формуванню гарних врожаїв сільськогосподарських культур. Адже внесений в ґрунт вапняковий матеріал нейтралізує надмірну кислотність, поліпшує його властивості, забезпечує рослини кальцієм і магнієм, активізує мікробіологічні процеси, підвищує ефективність добрив та продуктивність сівозмін [1; 2]. Адже більшість сільськогосподарських культур не адаптовані до впливу високої кислотності ґрунту [8].

Підвищення кислотності є однією з причин низької родючості ґрунтів, оскільки за такого стану ґрунтового розчину рослини не можуть отримати достатній рівень азотного та фосфорного живлення, причому концентрація цих макроелементів може бути доволі високою, а доступність рослинам залишається стабільно низькою [3].

Оскільки основною метою вапнування є зміна рН ґрунту та складу обмінного комплексу, більшість наукових досліджень у цій галузі зосереджені на рН ґрунту, насиченні Al, обмінних катіонах або продуктивності рослин [9; 16; 26]. А для вапнування ґрунтів найчастіше застосовується карбонат кальцію (вапно), карбонат кальцію/магнію (доломітове вапно), оксид кальцію або гідроксид кальцію [22; 27].

Оскільки вапнування покращує умови для росту рослин, очікується що кращі врожаї, отримані в результаті внесення вапна, призведуть до збільшення повернення органічної речовини в ґрунт у вигляді корневих решток та рослинних залишків, а отже, до кращих запасів органіки та карбону в ґрунті, ніж там, де вапно не вноситься [17]. Отже хімічна меліорація є базовою складовою

управління родючістю кислих ґрунтів. Реалізація заходів з хімічної меліорації була найбільш інтенсивною упродовж періоду 1981–1990 рр. У цей період вапнування кислих ґрунтів за рахунок державних коштів щорічно зростало до досягнення у 1986–1990 рр. максимального рівня [4].

Встановлено, що сильнокислі ґрунти мають бути хімічно меліорованими через три, середньокислі – п'ять, а близькі до нейтральної реакції ґрунту через 8 років [5; 6]. Адже відомо, що вапнування покращує структуру ґрунту, оскільки високі концентрації Ca^{2+} та висока іонна сила в ґрунтовому розчині посилюють флокуляцію глинистих мінералів і, таким чином, утворення стабільних агрегатів. Прямий позитивний вплив вапнування на структуру ґрунту також пояснюється цементуючою дією карбонатів, а це сумарно покращує ефективність фізичного захисту органічних сполук і знижує швидкість мінералізації [14; 17]. Проте, наразі потреба систематичного вапнування ґрунтів зазвичай не задовольняється навіть на мінімально необхідному рівні [5; 6].

Збереження і підвищення продуктивних функцій ґрунтів із зрушеною кислотно-основною рівновагою у кислотний бік, поліпшення їх екологічного стану вимагає постійної уваги та піклування з боку аграріїв. В останні десятиріччя через брак коштів, заходи з хімічної меліорації кислих ґрунтів і власне вапнування в Україні, практично зведено нанівець, що негативно відображується на загальній екологічній ситуації, особливо у Поліссі, де найбільш поширені ґрунти з кислою реакцією середовища (дерново-підзолисті, дернові оглеєні, торфові евтрофні і ін.) [1; 2].

Підвищення мінералізації вмісту органічної речовини завдяки кращому рівню рН можливе завдяки короткочасному стимулюючому впливу на біологічну активність ґрунту, що сприяє мінералізації органічної речовини [7; 15; 18; 19]. Що в свою чергу може виснажувати лабільну органічну речовину ґрунту [25], і таким чином негативно впливає на стабільність агрегатів. Але, підвищена мікробна активність також може поліпшити стабільність агрегатів, оскільки мікроорганізми виробляють позаклітинні полісахариди, які діють як зв'язуючі агенти [10; 11; 12]. Проте дослідження засвідчують що підвищення мікробної активності призводить до зменшення середнього часу перебування органічного вуглецю в ґрунті [20].

Постановка завдання. Метою статті є виявлення особливостей хімічної меліорації в умовах Полісся України.

Дослідження виконувались в Житомирській та Чернігівській областях, що належать до зони Полісся України.

Науково-дослідні роботи проводилися на землях загальною площею 298 га, біля населених пунктів Вільха, у Романівській селищній територіальній громаді та Панасівка Житомирського району Житомирської області.

За кліматичними показниками останніми роками спостерігається тенденція до зменшення кількості опадів у даному регіоні, особливо за вегетаційний період ранніх культур та нерівномірності випадання опадів за вегетаційний період пізніх культур. Так, це чітко простежується 2022–2024 роках. Навіть якщо сумарно за рік кількість опадів коливається, проте є близькою до середніх 682 та 678 мм, то найбільш критичним періодом є весняні місяці та перша половина вегетації с-г культур. Адже саме тоді формується продуктивність більшості культур, в тому числі й пізніх.

На другій локації науково-дослідні роботи проводилися на землях загальною площею 668 га, розташованих біля населених пунктів Булахів та Гарбузин у Козелецькій селищній громаді Чернігівського району Чернігівської області.

Впродовж 2021–2023 років ми спостерігали незначні відхилення середньодобових температур вище багаторічної норми і виключенням став лише період з третьої декади червня по другу декаду липня 2021 року (3,46–5,91°C). Загалом, в даний проміжок часу переважали близькі до багаторічної норми температури повітря або ж відхилення в нижчий бік. Що позитивно позначилось на рості та розвитку культур які не потребують накопичення значних сум активних температур повітря, таких як кукурудза.

Агротехніка вирощування, система удобрення і захисту культури від бур'янів, хвороб і шкідників була загальноприйнятою для ґрунтів легкого гранулометричного складу в зоні Полісся України.

Вапнякові меліоранти використовували відповідно до ДСТУ 7446:2013. Вапнякове добриво, що одержують розмелюванням твердих вапняків із загальним вмістом карбонатів (у перерахунку на CaCO_3) більше 90% (мас.).

Виклад основного матеріалу дослідження. Наразі існує три системи групування ґрунтів за ступенем кислотності та лужності які різняться і розмірністю шкал (табл. 1).

Таблиця 1

Групування ґрунтів за ступенем кислотності та лужності

Групування ґрунтів за ступенем кислотності та лужності	pH водний ¹	pH сольовий ²	Hg, мг-екв/100 г ґрунту ³
Дуже сильнокислі	<4,5	<4,1	>6
Сильнокислі	4,5-5,0	4,1-4,5	5,1-6,0
Середньокислі	5,0-5,5	4,6-5,0	4,1-5,0
Слабокислі	5,5-6,0	5,1-5,5	3,1-4,0
Близькі до нейтральних	6,0-7,0	5,6-6,0	2,1-3,0
Нейтральні	7,0-7,5	6,1-7,0	<2,0
Близькі до нейтральних	-	7,1-7,5	-
Слаболужні	7,5-8,0	7,6-8,0	-
Середньолужні	8,0-8,5	8,1-8,5	-
Сильнолужні	8,5-9,0	8,6-9,0	-
Дуже сильнолужні	>9,0	>9,0	-

Примітка: ¹ – Агрохімія: підручник. Г.М. Господаренко. К.: Аграрна освіта, 2013. 406 с.

² – ДСТУ 4362:2004 Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів.

³ – Добрива та їх використання : Довідник. К. : Арістей, 2010. 254 с.

В цілому поняття актуальної кислотності (pH водний), обмінної (pH сольовий) та гідролітичної кислотності ґрунту (Hg) опрацьовані досить гарно іншими дослідниками, тому до них слід звертатись лише з позицій визначення рівня кислотності для подальшого використання в агрономічній практиці а не в контексті критичності вивчення.

Кислотна деградація ґрунтів і утворення рухомих форм алюмінію створює умови для його надходження та засвоєння рослинами, а також більш інтенсивного поверхневого змивання і вимивання з ґрунту в водойми, де він вбудовується

в харчовий ланцюг тварин. Окрім цього, на кислих ґрунтах зростає рухомість і доступність рослинам інших шкідливих елементів (рис. 1).

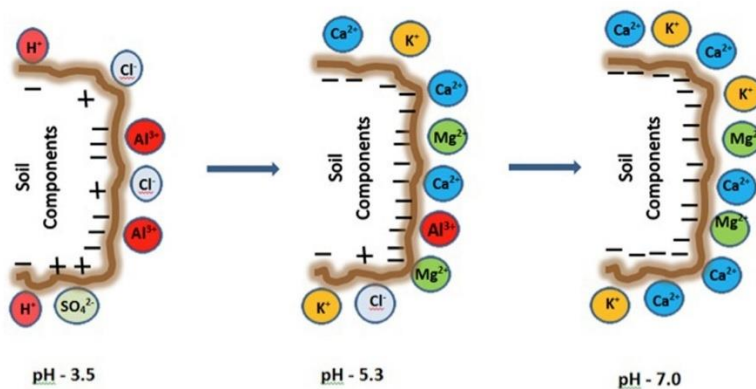


Рис. 1. Вплив рН ґрунту на ґрунтово-вбирний комплекс (ГВК)

Загалом можна сказати що процеси, що відбуваються в кислому ґрунті при внесенні вапна, є складними, але їх можна описати наступним чином: солі Са збільшують вміст Са в обмінному комплексі, що призводить до вищого насичення основами. Одночасно іони Al, що вивільняються з обмінного комплексу в процесі заміщення на Са, нейтралізуються ОН-групами. Як наслідок, спостерігається підвищення рН ґрунту, оскільки кислотний гідроліз Al значно знижується при внесенні вапна, і в обмінному комплексі залишається менше місця для протонів а форми Al стають менш розчинними і, отже, менш реакційноздатними [17; 23; 27].

Відомо, що різні с-г культури не однаково відносяться до підвищеного вмісту рухомого алюмінію в ґрунті. Хоча для усіх рослин надмірні кількості цього елементу є шкідливими, проте найбільш чутливі до підвищення його вмісту є буряки цукрові а також буряки столові, люцерна, конюшина червона, кукурудза, горох, ячмінь, пшениця озима, ріпак та інші культури. Критичною межею для них є діапазон вмісту 50–80 мг/1000 г ґрунту. За такої кількості алюмінію в ґрунті ці культури можуть знижувати врожай на 20–50%.

На сьогодні переважна більшість науковців підтримує водневу гіпотезу ґрунтоутворення кислотності, відповідно до якої іони водню знаходяться в обмінній формі у вбирному комплексі ґрунту. Вивільнення рухомих форм алюмінію вважається вторинним явищем, що виникає як наслідок підвищеної кислотності, зумовленої наявністю водню. Водночас кислий ґрунтовий розчин суттєво ускладнює засвоєння катіонів кальцію, магнію й амонію, спричинює деградацію ґрунтових колоїдів, посилює дисперсність та мобільність гумусових сполук. У таких умовах значно знижується або повністю блокується фіксація атмосферного азоту, пригнічуються амоніфікаційні та нітрифікаційні процеси, що погіршує забезпечення рослин азотом. Також у кислому середовищі легкодоступні форми фосфору переходять у важкорозчинні сполуки – фосфати алюмінію та заліза, які слабо засвоюються.

Також в ґрунтах Полісся часто спостерігаються такі процеси як підкислення ґрунтів, що мають цілий ряд факторів впливу (рис. 2).

1. Ґрунт має «скильність» до кислій реакції.
2. Кліматичні умови, зокрема кількість опадів.
3. Мінералізація органічної речовини.
4. Природня рослинність до початку с.-г. використання
5. Сівозміна.
6. Азотвмісні добрива.
7. Обробіток ґрунту.
8. «Збіднена» система удобрення:
 - відсутні реально діючі державні програми вапнування
 - практично без органічних добрив
 - популярні мінеральні добрива без кальцію/магнію

Ґрунт	Площа, тис. га		%	
	угіддя	рілля	угіддя	рілля
Дерново-підзолистий	2511,2	2209,9	6,0	6,8
Дерново-оглеєний	1674,2	691	4,0	2,1
Дерново-карбонатний	146,9	137,8	0,4	0,4
Сірий лісовий	2620,5	1985,6	6,3	6,1
Темно-сірий опідзолений	1952	1867,7	4,7	5,8
Чорнозем:				
опідзолений	2200,1	2048	5,3	6,3
типовий	7346,8	6997,8	17,6	21,5
звичайний	9250	7962,9	22,2	24,5
південний	3257,5	2993,8	7,8	9,2
інші	2844,2	1579,6	6,8	4,9
Темно-каштановий солонцюватий	1194,5	1090,3	2,9	3,4
Каштановий солонцюватий	100,9	79,8	0,2	0,2
Бурозем кислий	307,3	85	0,7	0,3
Буроземно-підзолистий кислий оглеєний	105,8	44,8	0,3	0,1
Лісно-буроземний кислий оглеєний	104,4	39,3	0,3	0,1
Коричневий	29,1	7,6	0,1	0,0
Лісно-чорноземний і лучний	2996	935,7	7,2	2,9
Лісно-каштановий солонцюватий	94	112,7	0,2	0,3
Лісно-болотний і болотний	729,7	115,4	1,8	0,4
Торфовища	595,8	100,8	1,4	0,3
Інші	1564,9	1387,9	3,8	4,3
Усього	41625,8	32473,4	100	100

Рис. 2. Фактори впливу на підкислення ґрунту

Підвищена концентрація іонів водню (H^+) у природних умовах може формуватись унаслідок гідролізу алюмінієвих сполук, які широко поширені в земній корі, а також при розкладанні свіжих рослинних решток, багатих на вуглеводи. За умов низького рН у ґрунті посилюється розчинність низки потенційно токсичних елементів, таких як алюміній (Al), марганець (Mn), стронцій (Sr) і залізо (Fe), що призводить до зростання вмісту їх рухомих форм. Іони водню та зазначених металів активно заміщують катіони кальцію (Ca^{2+}), магнію (Mg^{2+}) і калію (K^+) у вбирному комплексі, спричиняючи зниження ступеня насиченості основами. Такі ґрунти, як правило, характеризуються несприятливими агрофізичними властивостями: відсутністю структури, ущільненням, зниженою повітро- та водопроникністю.

Цілком зрозуміло, що за формування специфічних погодних умов або особливостей ґрунту до підкислення ми не можемо уповільнити ці зміни без періодичного застосування вапна. Проте, елементи агротехніки та власне мінеральне живлення, яке також вносить свої корективи в зміну кислотності ґрунту ми можемо змінити (рис. 3).

Навіть застосування сучасних і широко розповсюджених добрив таких як КАС обумовлює потребу у застосуванні 49–55 кг/100 кг добрив вапнякових матеріалів. За використання більш традиційних видів мінеральних добрив обсяги вапнування ґрунтів лише зростають.

Слід зазначити, що обсяги вапнування ґрунтів зазнали суттєвих змін і за площею вапнування, і за обсягами внесення вапнякових матеріалів. Якщо у 1986–1990 рр. площа провапнованих кислих ґрунтів у зоні Полісся становила 47,9 тис. га, а у Лісостепу – 31,5 тис. га, то у продовж наступних періодів обсяги вапнування кислих ґрунтів було значно скорочено. За період восьмого туру (2001–2005 рр.) у Поліссі було провапновано лише 1,2 тис. га, а в Лісостепу – 0,5 тис. га. За цього норми внесення вапна на 1 га коливалися у межах від 2,1 до 4,3 т/га. Упродовж 2006–2010 рр. у Поліссі провапновано лише 0,156 тис. га, а в Лісостепу – 0,799 тис. га.

Найвищими обсяги внесення вапна були протягом періоду 1986–1990 рр. У зоні Полісся було використано 148,3 тис. т, а у зоні Лісостепу – 80,6 тис. т $CaCO_3$. Упродовж періоду з 2001 по 2005 рр. обсяги внесення вапна було скорочено до 3,47 тис. т у зоні Полісся та до 1,3 тис. т у зоні Лісостепу. Зменшення обсягів

внесення вапна та скорочення площ вапнування кислих ґрунтів протягом останніх десятиріч спричиняло їх підкислення.

Добриво	Норма CaCO_3 для нейтралізації, кг/100 кг добрива
Аміачна селітра	61
Безводний аміак	148
Вапняково-аміачна селітра	0
Карбамід	81
Амонію сульфат	110
Аміачна вода	45
КАС-32	55
КАС-30	52
КАС-28	49
Амофос	65
Діамонійфосфат	70



Рис. 3. Норми вапнякових матеріалів необхідні для нейтралізації мінеральних добрив

Також було встановлено, зменшення кислотності ґрунтового покриву у зоні Полісся з 4,79 до 5,52 одиниць рН упродовж першого та шостого турів обстеження. Слід відзначити, що зміна кислотності ґрунтового середовища синхронізується з площами вапнування ґрунтів: у періоди зменшення площ вапнування ґрунтів встановлено їхнє суттєве підкислення. Так, якщо у період 1991–1995 рр. середньозважений показник рН сягав значень 5,52, то у наступні десятиліття знизився до 5,19, а у 2006–2010 рр. – до 5,01. Отже навіть скринінг в розрізі десятиріч вказує на процеси поступового підкислення ґрунтів. Хоча в цьому важко достовірно виділити окрему частку мінеральних добрив.

Із врахуванням важливості реакції ґрунтового розчину для с-г культур, відновлення вапнування кислих ґрунтів у необхідних обсягах та щорічне внесення потрібної кількості органічних добрив або проведення рівноцінних цьому обсягу агротехнічних заходів є обов'язковими і першочерговими агротехнічними прийомами окультурення ґрунтів. Крім вапнування кислих ґрунтів, доцільно практикувати підтримувальне вапнування ґрунтів із близькою до нейтральної реакцією ґрунтового розчину, особливо на полях, де інтенсивно використовують азотні добрива.

За інформацією з Державної служби статистики, то можна сформувати орієнтовну ситуацію з застосуванням мінеральних добрив та вапна в Україні загалом та в умовах Житомирської і Чернігівської областей (табл. 2).

За результатами наших досліджень визначено, що з реакцією розчину $< 5,5$ в Житомирській області налічується близько 860,7 тис. га, а в Чернігівській 1279,8 тис. га ґрунтів сільськогосподарського призначення. А отже, вони потребують вапнування в тій чи іншій мірі і без належного наукового підходу до вирішення даної проблематики важко досягнути дієвих результатів. Так, по Україні кислі ґрунти займають площу 10120,4 тис. га, що становить 24,4% від загальних площ сільськогосподарських земель.

Таблиця 2

Обсяги застосування мінеральних добрив та вапна в 2020–2024 рр.

Регіон	Обсяг унесених мінеральних добрив (у діючій речовині), тис.т				Обсяг унесених мінеральних добрив у розрахунок на 1 га, кг	Потреба в застосуванні вапнякових матеріалів, кг/га	Площа, на яку внесено вапно, тис. га	Обсяг унесеного вапна, т/га
	усього	азотні	фосфорні	калійні				
2020								
Україна	2488,7	1716,1	432,7	339,9	140	77,0	118,8	2,96
Житомирська	81,5	56,4	11,3	13,8	127	69,9	15,1	1,51
Чернігівська	186,0	118,8	32,8	34,4	183	100,7	7,6	1,79
2021								
Україна	2584,1	1769,9	450,8	363,4	142	78,1	158,0	2,98
Житомирська	92,7	61,0	15,3	16,4	145	79,8	14,8	0,99
Чернігівська	213,0	135,8	36,8	40,4	201	110,6	20,9	1,36
2022								
Україна	1831,9	1214,4	324,0	293,5	126	69,3	96,3	3,05
Житомирська	79,6	45,6	16,1	17,9	129	71,0	10,3	1,72
Чернігівська	115,1	74,2	19,0	21,9	124	68,2	16,9	1,52
2023								
Україна	1400,0	993,6	216,8	189,6	122	67,1	55,5	3,17
Житомирська	51,4	35,3	7,9	8,2	108	59,4	4,4	1,73
Чернігівська	246,7	163,2	37,7	45,8	288	158,4	3,0	0,30
2024								
Україна	1289,0	910,1	201,5	177,4	119	65,5	47,1	3,03
Житомирська	43,9	33,2	6,2	4,5	102	56,1	4,1	1,70
Чернігівська	210,5	154,0	33,0	23,5	254	139,7	2,9	0,30

Навіть якщо провести розрахунки з позиції підкислення ґрунту саме завдяки застосування азотних добрив, визначивши що нам потрібно застосувати на 100 кг добрив 55 кг вапнякових матеріалів, то, при щорічному застосуванні мінеральних добрив потреба в внесенні вапнякових матеріалів для компенсації лише підкислення від застосованих добрив становить в середньому по Україні 71,4 кг/га, в Житомирській області 67,2 кг/га а в Чернігівській області 139,7 кг/га.

Причому, в період починаючи з 2022 року спостерігається стійка тенденція зменшення як обсягів застосування мінеральних добрив по Україні так і в регіональних масштабах. При цьому ми отримали зменшення в порівнянні з 2020 роком в 1,93 раза загалом мінерального удобрення так і по азоту, фосфору та калію в 1,88, 2,14 та 1,91 раза.

В розрізі по областях для Житомирського регіону ми отримали подібні показники зменшення інтенсивності використання добрив. Натомість лише в умовах Чернігівської області обсяги внесених в 2024 році добрив перевищують показники їх застосування порівняно з 2020 роком і лише по калію вноситься дещо менше. Можемо висловити припущення що це пов'язано не лише з дещо біднішими ґрунтами по регіону, які треба підживлювати більш інтенсивно а й з активізацією ведення інтенсивної с-г діяльності за останню п'ятирічку в Чернігівській області.

Більш критичним питанням навіть є не підкислення ґрунту що спричиняється систематичним застосуванням мінеральних, а особливо азотних добрив а різке зменшення площ на яких проводиться вапнування. Адже за аналогічний період, в 2024 році площі скоротились в 2,52 рази порівняно з 2020 роком загалом по Україні та в 3,68 та 2,62 раз в Житомирській та Чернігівській областях.

Також важливо розуміти яка кількість вапна вноситься з розрахунку на одиницю площі, адже це побічно дозволяє нам визначити проблематику питання розкислення ґрунтів. Адже за середньорічної по Україні кількості в 3,0 т/га в Житомирській області застосовується 1,5 т/га а в Чернігівській – 1,1 т/га. Причому за останні два роки саме в умовах Чернігівського регіону кількості вапна на одиницю площі знизились до 0,3 т/га, що є досить мало в плані формування стійких змін рН ґрунту в бік його розкислення.

Також важливо визначити більш детально потребу застосування мінеральних добрив та вапна у 2020–2024 роках, для компенсації кислотності обумовленої внесенням азотних добрив (табл. 3).

Отже, якщо припустити що внесена кількість вапна могла компенсувати кислотність ґрунту сформованої за рахунок застосування мінеральних добрив, то в умовах України це покриває 20,1–33,1 % щорічної потреби вапна для нейтралізації негативного впливу мінеральних добрив.

Аналіз для умов Житомирської області показує що від 15,5 до 50,9 % потреби в застосуванні вапнякових матеріалів може бути перекритою сучасними обсягами внесення вапна. Проте, найгірша ситуація в Чернігівській області де покривається обсягами застосування лише від 0,8 до 40,6 %. Тобто в цілому незначні обсяги застосування вапнякових матеріалів призводять до збільшення проблематики кислих ґрунтів, адже малоімовірно що наразі виробничники застосовують цей агрозахід з метою компенсації фізіологічно кислої реакції мінеральних добрив.

Висновки і пропозиції. Визначено, що в Житомирській області налічується близько 860,7 тис. га, а в Чернігівській 1279,8 тис. га ґрунтів сільськогосподарського призначення з реакцією розчину $< 5,5$, що потребують вапнування в тій чи іншій мірі. Загалом по Україні кислі ґрунти займають площу 10120,4 тис. га, що становить 24,4 % від загальних площ сільськогосподарських земель.

Розраховано, що потреба в внесенні вапнякових матеріалів для компенсації лише підкислення від застосованих добрив становить в середньому по Україні 71,4 кг/га, в Житомирській області 67,2 кг/га а в Чернігівській області 115,5 кг/га. При цьому ж застосовувані дози вапна недостатні для покриття потреби. Так, якщо припустити що внесені в 2024 році кількості вапна могли бути використані для компенсації кислотності ґрунту сформованої за рахунок дії мінеральних добрив, то навіть в умовах Житомирської області це покриває не більше 28,8 % щорічної потреби в застосуванні вапна для нейтралізації негативного впливу мінеральних добрив. Натомість в Чернігівській області фактично застосовувані обсяги меліорантів становлять всього 0,8 % від потреби що є реальною загрозою підкислення ґрунтів регіону.

Таблиця 3

**Потреба застосування мінеральних добрив та вапна в 2020–2024 році,
для компенсації кислотності сформованої за рахунок мінеральних добрив**

Регіон	Площа на якій були застосовані мінеральні добрива, тис.га	Потреба в застосуванні вапнякових матеріалів, тис. т	Співвідношення між обсягами потреби та фактичного застосування, %
2020			
Україна	16409,8	1368,8	25,7
Житомирська	561,7	44,8	50,9
Чернігівська	933,2	102,3	13,3
2021			
Україна	16767,3	1421,3	33,1
Житомирська	576,2	51,0	28,7
Чернігівська	1002,2	117,2	24,3
2022			
Україна	12733,7	1007,5	29,2
Житомирська	516,8	43,8	40,5
Чернігівська	835,1	63,3	40,6
2023			
Україна	11428,7	770,0	7,2
Житомирська	477,6	28,3	15,5
Чернігівська	855,9	135,7	2,2
2024			
Україна	10235,4	709,0	20,1
Житомирська	456,0	24,1	28,9
Чернігівська	843,2	115,8	0,8

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Родючість ґрунтів: моніторинг та управління./ За ред. В.В. Медведєва. К.: Урожай, 1992. 248 с.
2. Сохнич А., Богіра М., Горлачук В., Солярчук Д., Песчанська І. Моніторинг земель : підручник. За ред. д.е.н. Сохнич А.Я. Львів.
3. Сохнич А. Я. Проблеми використання і охорони земель в умовах ринкової економіки. Монографія. Львів: НВФ Українські технології, 2002. 252 с.
4. Сохнич А.Я., Горлачук В.В., Смірнов Є.І, Сохнич О.А. Моніторинг земель: технологічні засади. За ред. доктора економічних наук А.Я. Сохнича. Львів: НВФ Українські технології, 2005. 116 с.
5. Томашівський З.М., Завірюха П.Д. Адаптивні системи землеробства. Навчальний посібник. Львів : Львів. держ. аграр. Ун-т, 2002. 184 с.
6. Черніков В.А., Алексахін Р.М., Голубев А.В. Агроекологія К.: Колос, 2000. 536 с.
7. Badalucco L., Grego S., Dell'Orco S., Nannipieri P. Effect of liming on some chemical biochemical, and microbiological properties of acid soils under spruce (*Picea abies* L.). Biol. Fert. Soils 14, 1992. 76–83.
8. Brady N.C., Weil R.R. The Nature and Properties of Soils, elev-enth ed. Prentice-Hall International, Inc., Upple Sadle River, NJ, USA, 1996. pp. 739.

9. Briedis C., Sá J.C.M., Caires E.F., Navarro J.F., Inagaki T.M., Boer A., Neto C.Q., Canalli L.B., Santos J.B. Changes in organic matter pools and increases in carbon sequestration in response to surface liming in an Oxisol under long-term no-till. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 76, 2012. 151–160.
10. Burns R.G., Davies J.A. The microbiology of soil structure. In: Lopez-Real, J.M., Hodges, R.D. (Eds.), *The Role of Micro-organisms in a Sustainable Agriculture*. Academic Publishers, Berkhamsted, 1986. pp. 9–27.
11. Chenu C. Influence of a fungal polysaccharide scleroglucan, on clay microstructures. *Soil Biol. Biochem.* 21, 1989. 299–305.
12. Chenu C. Extracellular polysaccharides: An interface between microorganisms and soil constituents. In: Huang, P.M., Berthelin, J., Bollag, J.M., McGill, W.B., Page, A.L. (Eds.), *Environmental Impact of Soil Component Interactions Natural and Anthropogenic Organics*, vol. I. Lewis, Boca Raton, pp. 217–233. Cheshire and Hayes, 1995. 1990.
13. Conant R.T., Easter M., Paustian K., Swan A., Williams S. Impacts of periodic tillage on soil C stocks: a synthesis. *Soil Tillage Res.* 95, 2007. 1–10.
14. Doner H.E., Lynn W.C. Carbonate, halide, sulfate, and sulfide minerals, In: Dixon, J.B., Weed, S.B. (Eds.), *Minerals in the Soil Environment*. second ed. Soil Science Society of America, Madison, WI Soil Science Society of America Book Series No. 1. 1989.
15. Edmeades D.C., Judd M., Sarathchandra S.U. The effect of lime on nitrogen mineralization as measured by grass growth. *Plant Soil* 60, 1981. 177–186.
16. Fornara D.A., Steinbeiss S., Mcnamara N.P., Gleixner G., Oakley S., Poulton P.R., MacDonald A.J., Bardgett R.D. Increases in soil organic carbon sequestration can reduce the global warming potential of long-term liming to permanent grassland. *Global Change Biol.* 17, 2011. 1925–1934.
17. Haynes R.J., Naidu R. Influence of lime, fertilizer and manure applications on soil organic matter content and physical conditions: a review. *Nutr. Cycling Agroecosyst.* 51, 1998. 123–137.
18. Haynes R.J., Swift R.S. Effects of lime and phosphate addition on changes in enzyme activities, microbial biomass and levels of extractable nitrogen, sulphur, and phosphorus in an acid soil. *Biol. Fertil. Soils* 6, 1988. 153–158.
19. Haynes R.J. Lime and phosphate in the soil – plant system. *Adv. Agron.* 37, 1984. 249–315.
20. Leifeld J., Bassin S., Conen F., Hajdas I., Egli M., Fuhr J. Control of soil pH on turnover of belowground organic matter in subalpine grassland. *Biogeochemistry* 112, 2013. 59–69.
21. Lundström U.S., Bain D.C., Taylor A.F.S., van Hees P.A.W. Effects of acidification and its mitigation with lime and wood ash on forest soil processes: a review. *Water Air Soil Pollut. Focus* 3, 2003. 5–28.
22. Meriño-Gergichevich C., Alberdi M., Ivanov A.G., Reyes-Díaz M. Al³⁺–Ca²⁺ interaction in plants growing in acid soils: Al-phytotoxicity response to calcareous amendments. *J. Soil. Sci. Plant Nutr.* 10, 2010. 217–243.
23. Osman K.T. *Soil. Principles, Properties and Management*. Springer, New York, USA, 2013. pp. 217.
24. Paustian K., Elliott E.T., Carter M.R. Tillage and crop management impacts on soil C storage: use of long-term experimental data. *Soil Tillage Res.* 47, 1998. vii–xii.
25. Puget P., Angers D.A., Chenu C. Nature of carbohydrates associated with water-stable aggregates of two cultivated soils. *Soil Biol. Biochem.* 31, 1999. 55–63.
26. Srámek V., Fadrhonsová V., Vortelová L., Lomsky B. Development of chemical soil properties in the western Ore Mts: (Czech Republic) 10 years after liming. *J. Forest Sci.* 58, 2012. 57–66.
27. Tisdale S.L., Nelson W.L., Beaton J.D. *Soil Fertility and Fertilizers*, fourth ed. Mac Millan Publishing Company, New York. 1985.
28. West T.O., Post W.M. Soil organic carbon sequestration rates by tillage and crop rotation: a global data analysis. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 66, 2002. 1930–1946.

ЕКОЛОГІЯ, ІХТІОЛОГІЯ ТА АКВАКУЛЬТУРА

ECOLOGY, ICHTHYOLOGY AND AQUACULTURE

УДК 50.502.504

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.37>

МОНІТОРИНГ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ У СФЕРІ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ В МИКОЛАЇВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Алмашова В.С. — к.с.-г.н.,

доцент кафедри екології та сталого розвитку імені професора Ю.В. Пилипенка,
Херсонський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/0000-0001-6180-1096

Ковшакова Т.С. — асистент кафедри, аспірант кафедри землеробства,

Херсонський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/0009-0006-3425-9231

В нашій статті розглядаються актуальні питання системи моніторингу ТПВ (твердих побутових відходів). Актуальною є проблема утворення, розміщення та утилізації ТПВ в Україні, де існує невелика кількість заводів їх рекуперації. В Україні по суті відсутні організовані полігони для відходів у належній кількості, а мають місце нерегламентовані екологічними та санітарними нормами сміттєзвалища.

В науковому дослідженні обраної нами теми розглядаються актуальні питання: сучасних методів утилізації та рекуперації відходів на території Миколаївської області, характеристика джерел утворення твердих побутових відходів (ТПВ) та моніторинг стану полігонів та сміттєзвалищ відходів.

Основним проблемним питанням екологічного характеру для Миколаївської області є утилізація залишків непридатних до використання та заборонених до застосування хімічних засобів захисту рослин і тари від них, накопичених за попередні роки в обсязі 202 тонн. Умови зберігання більшості з них є незадовільними. Гостро стоїть проблема поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ), бо через нестачу кількості сміттєпереробних підприємств велика кількість ТПВ потрапляє до сміттєзвалища та полігонів, які перенасичені сміттям. Тому актуальним залишається питання створення сучасних схем у сфері поводження з відходами в Миколаївській області.

За результатами проведених досліджень були зроблені висновки, що основними забруднювачами земельних ресурсів є накопичувачі побутових відходів (сміттєзвалища, мулові майданчики), склади непридатних пестицидів та агрохімікатів і промислові відходи, що формуються на великих підприємствах. Отримані дані при проведенні досліджень свідчать про необхідність постійного моніторингового аналізу утворення та утилізації ТПВ для запобігання катастрофічних дій та їх наслідків. Для забезпечення захисту населення від утворення несанкціонованих сміттєзвалищ слід проводити роздільний метод збирання сміття біля житлових будинків та на підприємствах, організовувати більшу кількість пунктів прийомів для переробки та рекуперації відходів. Отримані дані можна використовувати в навчальному процесі при викладанні дисциплін: екологічна експертиза або екологічна безпека.

Ключові слова: відходи, рекуперація, утилізація, ТПВ (тверді побутові відходи), рекуперація, полігон сміттєзвалища.

Almashova V.S., Kovshakova T.S. Monitoring of the waste management system in the Mykolaiv region

This article examines critical issues pertaining to the monitoring system for municipal solid waste (MSW). The generation, placement, and disposal of MSW is a pressing concern in Ukraine, where the number of waste recovery facilities remains limited. Furthermore, Ukraine lacks a sufficient number of properly managed waste landfills, resulting in the proliferation of unregulated landfills that fail to meet environmental and sanitary standards.

This scientific study addresses current issues related to the chosen topic: modern methods for waste disposal and recovery in the Mykolaiv Region, characterization of municipal solid waste (MSW) generation sources, and monitoring of landfill and waste disposal site conditions.

A primary environmental concern for the Mykolaiv Region is the disposal of unusable and prohibited chemical plant protection products, along with their containers, which have accumulated to a total of 202 tons over previous years. The storage conditions for the majority of these are unsatisfactory. The management of municipal solid waste (MSW) is a pressing issue, as the lack of sufficient waste processing facilities results in a substantial amount of MSW being disposed of in landfills, which are already over capacity. Therefore, the development of contemporary waste management strategies in the Mykolaiv region remains a pertinent concern.

Based on the results of the research, it was concluded that the main pollutants of land resources are household waste storage facilities (landfills, sludge sites), warehouses of unsuitable pesticides and agrochemicals, and industrial waste generated at large enterprises. The data obtained during the research indicate the need for constant monitoring and analysis of the formation and disposal of solid waste to prevent catastrophic actions and their consequences. To ensure the protection of the population from the formation of unauthorized landfills, a separate method of garbage collection should be implemented near residential buildings and at enterprises, organize a larger number of reception points for waste processing and recovery. The data obtained can be used in the educational process when teaching subjects: environmental expertise or environmental safety.

Key words: waste, recovery, recycling, solid waste (MSW), recovery.

Постановка проблеми. На сучасному етапі еволюції суспільства проблема поводження з відходами виступає однією з ключових в царині екологічної безпеки та сталого поступу держави. Розв'язання цього завдання вимагає злагодження комплексу екологічних, економічних та соціальних вимог, а також безперервних системних дій з боку владних структур, науковців і широкої громадськості. Все це підкреслює значущість наукових досліджень, спрямованих на моніторинг і аналіз зміни обсягів та територіального розподілу відходів, а також на створення та впровадження комплексної методики диференціації територій (за показниками техногенного навантаження, обумовленого впливом відходів на довкілля) [2].

Розгляньмо більш ґлибоко проблему скупчення відходів на українських землях. Сміттєве питання – це виклик, перш за все, для великих міст, і що більше місто, то ця проблема вираженіша. Щороку в Україні продукується близько 1,5 мільярда тонн твердих відходів. Загалом у державі їх накопичено до 30 мільярдів тонн. Звалища сміття займають понад 150 тисяч гектарів. Через низький рівень технологічного забезпечення, обсяг утворення промислових відходів в Україні у 6,5 разів перевищує показники США і у 3,2 рази – показники країн Європейського Союзу [5].

Рекуперація відходів – це процес перетворення твердих побутових відходів через переробку (з паперу з макулатури, металу з металобрухту). Використання ТПВ як вихідного матеріалу для інших виробництв також зараховується до рекуперації.

Вторинні матеріальні ресурси (ВМР) – це всі типи відходів, які можуть бути основою або допоміжною сировиною для виробництва нових виробів. Реальні вторинні матеріальні ресурси – це ті, для яких розроблені дієві способи та потужності переробки, а також гарантоване забезпечення ринку збуту. Потенційні ВМР

охоплюють всі типи вторинних ресурсів, що не увійшли до категорії реальних. З такого матеріалу є можливість виготовляти певні потрібні в щоденному житті речі, але їхня якість може суттєво поступатися досконалості.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Згідно з дослідженнями Гарчука В.О., кожного року на Землі виникають мільярди кубічних метрів ТПВ [3]. Обсяг ТПВ, який припадає на одного мешканця різних держав, сягає сотень кілограмів за рік, варіюючись від 200–300 кг у країнах Скандинавії, до 500–700 кг у Сполучених Штатах та Канаді. Впродовж останніх десятиріч спостерігається стабільне збільшення обсягу ТПВ на душу населення, особливо у великих міських агломераціях.

За офіційними статистичними даними 2018 року, українські підприємства сформували 1,2 млн тонн відходів I–III класів небезпеки, що на 1,1 млн тонн менше, ніж у 2017 році. Більше 80% зниження обсягів утворення відходів припало на три області: Донецьку (453,8 тис. т), Запорізьку (304,9 тис. т), Полтавську (119,4 тис. т), що зумовлено значним зниженням промислового випуску на певних підприємствах [6].

Згідно з дослідженнями Берлінга Р.З., утворені відходи (0,9 млн. т, або 75% від загального обсягу) відносяться до III класу небезпеки [1]. Маса відходів I та II класів небезпеки склала, відповідно, 3,8 та 299,2 тис. т. З загальної кількості сформованих промислових відходів, 333,2 тис. т (27%) розміщено на місцях видалення. Наведені статистичні дані вказують на надзвичайно нерівномірний розподіл техногенного навантаження по території України, навіть якщо враховувати дані, що корелюють з територіально-адміністративним устроєм, тобто не враховуючи нерівномірність розподілу в межах кожного окремого регіону. Нерівномірність розподілу техногенного навантаження має братися до уваги під час розробки ефективної регіональної політики, націленої на сталий розвиток держави.

На основі даних Ігнатенка О.П. об'єктом регіональної політики є економічний район – територіальна частина народногосподарського комплексу країни, яка визначається географічною цілісністю та економічною спільністю [4]. Утім, у нинішніх реаліях, де розмах споживання ресурсів, структура промислового комплексу, зношена матеріально-технічна база вітчизняної промисловості спричинили в країні системну екологічну кризу, подальше регіоноутворення немислиме без врахування екологічного складника. Все це обґрунтовує важливість досліджень у сфері диференціації території України за рівнем техногенного навантаження, що формується сукупністю різноманітних факторів, серед них і відходи.

При проведенні комплексного районування України з урахуванням рівня техногенного навантаження, спричиненого впливом відходів на навколишнє середовище, буде слушним використовувати методи, що працюють з векторними значеннями. Це дасть змогу сформувати цілісну картину завдяки узагальненню різних показників, якими можуть бути дані про утворення, накопичення, переробку відходів та інші.

Виклад основного матеріалу досліджень. Промисловий сектор Миколаївської області має ключове значення для наповнення бюджету. Загалом, у промисловості працює 73,3 тисячі осіб, що становить 14% від загальної кількості зайнятого населення в регіоні. Частка промисловості у валовій доданій вартості області перевищує 25%, а в наповненні бюджетів всіх рівнів – більше 30 відсотків [7].

До ключових сфер, де реально виникають небезпечні відходи, зараховуються підприємства металургії, машинобудування, суднобудування, харчової галузі, шкіряного виробництва, водоканали, сільськогосподарські компанії, медичні установи. Абсолютна більшість, тобто 80% або (1873,667 тис. т) від загального обсягу,

сформована підприємствами Вітовського району, підприємствами міста Миколаєва (247,811 тис. т). Інші відходи утворилися на підприємствах Веселинівського (37,608 тис. т) та Первомайського (40,955 тис. т) районів. Серед підприємств регіону найбільшими утворювачами відходів у звітному 2021 році були ТОВ «Миколаївський глиноземний завод» (1704,578 тис. т або 72% від загального обсягу), Миколаївське відділення ПАТ «Сан Інбев Україна» (23,124 тис. т), ПАТ «Веселинівський завод сухого знежиреного молока» (36,5 тис. т), ПАТ «Баштанський сир завод» (206,862 тис. т) та ТОВ «Юкрейніан Шугар Компані» (273,116 тис. т).

На завершення 2023 року було ліквідовано на спеціально обладнаних ділянках або об'єктах на території підприємств 1 819,3 тис. т відходів усіх категорій небезпеки, включаючи 1 669,835 тис. т відходів I–III класів небезпеки, що еквівалентно 122,2% від показника 2022 року.

Майже всі накопичені відходи, а саме 50 771,166 тис. т, або 99,7% від загального обсягу, зараховані до IV класу небезпеки. Відходи I та II класів не накопичувались, а відходів III класу зафіксовано 154,842 тис. т. Розглядаючи типи відходів, які зберігаються тимчасово, частка відходів I–III класів небезпеки є вкрай малою. Зокрема, відходів з вмістом металів – 42,43 т (0,06%); відпрацьованих мастил – 291,842 т (0,4%); відходів акумуляторних батарей – 51,121 т (0,1%). Значна частина накопичених відходів IV класу припадає на червоний шлам, який утворюється на ТОВ «Миколаївський глиноземний завод». Станом на 01.01.2023 року, на шламосховищах зберігалось 25,912 млн. т червоного шламу, що становить 70,6% від усіх накопичених відходів IV класу.

Відповідно до відомостей, здобутих від управління житлово-комунального господарства Миколаївської облдержадміністрації, загалом на теренах області, станом на 01.01.2023 р., налічується майже 267 сміттєзвалищ, що займають площу у 524,4 гектари.

Найбільш значні полігони твердих побутових відходів розміщені у містах обласного підпорядкування, зокрема: Миколаєві, Первомайську, Вознесенську, Южноукраїнську, де утилізується 75% обсягів твердих побутових відходів. Потужності функціонуючих полігонів вказаних міст обласного значення вичерпані на 80%, що зумовлює необхідність введення технологій щодо поводження з твердими побутовими відходами. Одним з важливих питань для міста Миколаїв залишається питання поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ). Полігон ТПВ, розташований за адресою: Миколаївський район, с. Весняне, вул. Нова, 16. Суб'єктом господарювання, який експлуатує та обслуговує полігон ТПВ є КП ММР «Миколаївкомунтранс».

Технічна специфікація об'єкту:

- статус функціонування ПВВ – діючий;
- загальна площа – 37,93 га;
- площа полігону із СЗЗ – 212,19 га;
- зберігання наземне;
- параметри відходів (назва, група, клас небезпеки) – тверді побутові відходи –

IV клас небезпеки.

Полігон введений в експлуатацію у 1972 році, розрахунковий термін експлуатації – 50 років, площа – 37,93 га. На території полігону з 09.10.2015 облаштовано і функціонує комплексна інженерна споруда з системою збору біогазу, що є власністю ТОВ «ЛНК». Вилучення біогазу зменшує викиди парникового газу (метану) в атмосферу та позитивно впливає на екологічний стан полігону ТПВ. Середня відстань, що відділяє від полігону ТПВ Інгульський та Центральний райони

Миколаєва, складає 25 кілометрів. У Корабельному районі міста цей показник дорівнює 36 кілометрам, а в Заводському – 20 км.

Ця земельна ділянка закріплена за КП ММР «Миколаївкомунтранс» на правах користування відповідно до Державного акту про постійне користування землею серії Я№ 080031. Підставою для цього слугувало розпорядження Миколаївської райдержадміністрації, датоване 04.03.2005 р., за номером 51-р. Відповідно до Порядку ведення реєстру місць видалення відходів, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 03.08.1998 N1216 полігон має санітарно – технічний паспорт та паспорт місця видалення відходів. На міський полігон ТПВ з території міста у 2022 році було вивезено 1085159,5 м³ твердих побутових відходів.

За статистичними показниками у Миколаєві та Миколаївській області обсяг утворення відходів за 2023 рік сягнув 2004,36 тис. тонн, що на 2,6% перевищує показник 2022 року. Зокрема, від економічної діяльності підприємств та організацій утворилося 2153,0 тис. тонн відходів (збільшення на 4,7%), а в домогосподарствах – 213,4 тис. тонн (зниження на 14,4%). З загального обсягу утворених відходів 62,8 тис. тонн належали до I–III класів небезпеки, що практично відповідає показнику попереднього року. Розподіл відходів за класами небезпеки був наступним: 21,57 тонн (0,001%) – відходи I класу небезпеки, 764,053 тонн (0,03%) – II класу небезпеки, 62,058 тис. тонн (2,62%) – III класу небезпеки, та 2303,6 тис. тонн (97,35%) – IV класу небезпеки.

У містах та селищах області від 50% до 100% мешканців користуються послугами санітарного очищення, а на селі – до 25%. Зустрічаються села, де подібні послуги відсутні повністю. Мешканці вимушені позбавлятися побутових відходів, що призводить до формування стихійних смітників у балках, ярах та долинах річок, забруднюючи ґрунти та водні ресурси.

Основні чинники невідповідності між зростанням накопичення відходів та заходами, які спрямовані на забезпечення споживачів якісними послугами для мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище, включають:

1. Недосконалість місцевих нормативно-правових актів, які б зобов'язували мешканців багатоповерхових будинків міських рад, відомств, об'єднань співвласників багатоповерхових житлових будинків, житлово-будівельних кооперативів, гуртожитків, будинків приватного сектору, підприємств та установ різних форм власності укладати угоди з перевізниками на вивезення побутових відходів.

2. Неактуальність фінансового стану галузі, що нині склалася, котрий корелює зі збалансованістю ключових елементів: обсягу відшкодування реальних витрат на видалення сміття, що враховані в структурі тарифів на утримання житла та прибудинкових територій (квартирна плата), а також тарифів на вивіз відходів для решти споживачів;

3. Низька забезпеченість спеціалізованих комунальних підприємств матеріально-технічними засобами. Збиранням і вивезенням сміття у містах та селищах міського типу опікуються 43 підприємства різних форм власності, маючи у розпорядженні 129 сміттєвозів. Однак, рухомий склад значною мірою зношений, майже три чверті автопарку вичерпали свій термін експлуатації. При нормативному показнику оновлення у 12%, фактично відбувається заміна лише 3–4 відсотків автотранспорту на рік. Впровадження у окремих містах конкурсних механізмів відбору перевізників, на тлі стабільного зростання цін на паливно-мастильні матеріали, поки що не приносить очікуваних позитивних результатів.

4. Спостерігається суттєвий дефіцит контейнерів, що критично важливі для організації ефективного збору побутових відходів, включно з роздільним

сортунням, а також для підтримання належного санітарного стану на місцях їх розміщення.

Основні маси домашніх відходів формуються у житлових будинках. Станом на початок 2023 року житловий фонд області нараховує 25,9 млн.м³. Житловий фонд багатоповерхових будинків у містах обласного значення складає 4651 одиницю, з яких у комунальній власності налічується 4194 будинки. Багатоповерхові житлові будинки переважно сконцентровані в містах обласного та районного підпорядкування: Миколаєві, Вознесенську, Очакові, Первомайську, Южноукраїнську, Баштанці, Новому Бузі, Новій Одесі, Снігурівці.

На балансі ЖЕКів та спеціалізованих комунальних підприємств знаходиться більше 5709 контейнерів об'ємом 0,75 та 1,1 м³. У містах, як правило, відбувається заміна контейнерів об'ємом 0,75 м³. Найчастіше використовуються металеві контейнери об'ємом 1,1 м³, менш поширені – полімерні контейнери такого ж об'єму.

Результати аналізу процесу утворення сміття в населених пунктах Миколаївщини засвідчують, що кожен місцевий житель продукує в середньому від 0,55 кг відходів (у містах) до 0,8 кг (у сільській місцевості). Відтак, щоденно на території Миколаївської області накопичується 438 тонн сміття, утвореного містянами, та 328 тонн, залишених мешканцями сіл. Разом це становить 766 тонн на добу або 6128 м³. Подібно до загальноукраїнської ситуації, на Миколаївщині наявна низка проблем, що стосуються управління побутовими відходами.

Серед усієї різноманітності видів продукування сміття найбільшу частку займають тверді побутові відходи, від організації управління якими залежить екологічна безпека, рівень благоустрою населених пунктів, здоров'я та добробут мешканців. Таким чином, якість надання населенню планових та систематичних послуг зі збирання, перевезення та переробки відходів є важливим індикатором якості життя громадян.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Берлінг Р.З. Переваги і недоліки замкнутого виробництва в системі управління відходами. Вісник: Регіональна економіка. 2021. № 4. С. 231–233.
2. Бондар І.К. Боротьба з несанкціонованими звалищами: Перевізника відходів контролюють ЖЕКи й полігони. І. Бондар, Л. Карбанева. Партнери. 2016. № 4. С. 11.
3. Гарчук В. О. І відходами можна управляти. Дзеркало тижня. 2013. № 26 27 липня. С. 19.
4. Ігнатенко, О.П. Утилізація: шляхи створення системи. О.П. Ігнатенко. Журнал: Міське господарство України. 2018. № 3. С. 21.
5. Надточій П. П. Екологія ґрунту: монографія. П. П. Надточій, Т. М. Мислива, Ф. В. Вольвач. Житомир: ПП Рута, 2020. 473 с.
6. Петрук В.Г., Васильківський І.В., Іщенко В.А., Петрук Р.В., Турчик П.М. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище. Частина 1. Нормування інгредієнтного забруднення: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2013. 253 с.
7. Сухарев С. М., Чундак С. Ю., Сухарева О. Ю. Основи екології та охорони довкілля. навч. посіб. для студентів вищих навч. Закладів (перевидання). К.: Центр навчання і літератури, 2016. 394 с.

УДК 639.111.16: 574.34(477.42)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.38>

КЛЮЧОВІ АСПЕКТИ ДИНАМІКИ ЧИСЕЛЬНОСТІ ЕЛЕМЕНТАРНИХ ПОПУЛЯЦІЙ ЛОСЯ ЄВРОПЕЙСЬКОГО (*ALCES ALCES*) В УМОВАХ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Власюк В.П. – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри лісового та садово-паркового господарства,

Поліський національний університет

orcid.org/0000-0001-6220-6280

Кратюк О.Л. – д.б.н., доцент,

професор кафедри лісового та садово-паркового господарства,

Поліський національний університет

orcid.org/0000-0002-2661-8074

Климчук О.О. – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри лісового та садово-паркового господарства,

Поліський національний університет

orcid.org/0000-0002-4429-6072

Дослідження динаміки чисельності лося європейського (*Alces alces*) у мисливських угіддях Житомирської області здійснювали з метою виявлення основних закономірностей зміни чисельності популяції цього виду та оцінки ефективності охоронних заходів після внесення його до Червоної книги України у 2018 році. Аналіз проводили на основі даних про щільність популяції (кількість особин на 1000 га угідь) за період останніх 13 років.

Для детального встановлення закономірностей чисельності лося європейського усі мисливські угіддя поділили на три групи: мисливські господарства надлісництв Житомирщини, що входять до філії «Столичний лісовий офіс» ДП «Ліси України», угіддя ОО УТМР та мисливські господарства громадських організацій, ТОВ і приватних підприємств.

Результати дослідження показали суттєві відмінності у стані популяції лося європейського між цими групами. Найнижчі показники щільності зафіксовані в угіддях ОО УТМР – лише 0,16 голів (1000 га)⁻¹, що у 5,8 рази нижче середньообласного показника (0,93 голови (1000 га)⁻¹) і майже у 15 разів нижче від оптимальних значень. Така ситуація пояснюється високою часткою польових угідь (понад 80% території) та їх інтенсивним використанням.

Найкращі показники відмічені у мисливських господарствах громадських організацій, ТОВ та приватних підприємств – 1,92 голови (1000 га)⁻¹, що пов'язано з інтенсивним проведенням біотехнічних заходів у цих угіддях. Проте цей показник на 18% є нижчим за оптимальний.

Угіддя надлісництв Житомирщини філії «Столичний лісовий офіс» характеризуються середніми значеннями оптимальної щільності – 1,38 голів (1000 га)⁻¹. Незважаючи на високу придатність цих угідь для лося європейського, його невисока чисельність може бути пов'язана з пріоритетом лісгосподарської діяльності над мисливським господарством.

Після надання охоронного статусу у 2018 році спостерігається незначне зростання чисельності з 0,85 до 0,97 голів (1000 га)⁻¹ (+14%). Таке зростання чисельності впродовж п'яти останніх років є досить несуттєвим порівняно з очікуваним після надання виду охоронного статусу.

Для ефективного управління чисельністю популяції лося європейського необхідно розробити цільову державну програму, яка передбачає тісну співпрацю між органами державної влади та мисливськими господарствами.

Ключові слова: лось європейський, чисельність тварин, мисливські угіддя щільність тварин, динаміка чисельності, користувачі мисливських угідь.

Vlasiuk V.P., Kratiuk O.L., Klymchuk O.O. Key aspects of population dynamics of local populations of European elk (*Alces alces*) in the Zhytomyr region

The study of the dynamics of the European elk (*Alces alces*) population in the hunting grounds of Zhytomyr region was conducted to identify the main patterns of population change and assess the effectiveness of conservation measures after the species was listed in the Red Data Book of Ukraine in 2018. The analysis was based on population density data (number of individuals per 1000 ha of land) for the last 13 years.

To establish in detail, the patterns of European elk numbers, all hunting grounds were divided into three groups: hunting enterprises of the Forest Districts of the Zhytomyr Oblast of the "Capital Forest Office" of SE "Forests of Ukraine", hunting grounds of the USHF and hunting grounds of public organizations, LLCs and private enterprises.

The results of the study showed significant differences in the status of European elk population between these groups. The lowest density indicators were recorded in the lands of the RO USHF – only 0.16 individuals per 1,000 ha, which is 5.8 times lower than the average regional indicator (0.93 individuals per 1,000 ha) and nearly 15 times lower than the optimal level. This is attributed to a high proportion of agricultural lands (over 80% of the territory) and their intensive use.

The best indicators were recorded in the hunting grounds managed by public organizations, LLCs and private enterprises – 1.92 individuals per 1,000 ha, which is connected with intensive implementation of biotechnical measures in these areas. However, this indicator is 18% lower than the optimal one.

Hunting grounds managed by forestry enterprises under the "Capital Forest Office" demonstrated intermediate density levels – 1.38 individuals per 1,000 ha. Despite their high suitability for European elk habitats, the relatively low numbers may be associated with the prioritization of forestry over game management.

Since the species was granted protected status in 2018, a modest population increase has been observed – from 0.85 to 0.97 individuals per 1,000 ha (+14%). However, this increase falls short of expectations associated with the implementation of legal protection measures.

To ensure effective population management of the European elk, the development of a targeted national program is recommended, emphasizing close cooperation between government authorities and hunting ground users.

Key words: European elk, animal population, hunting grounds, population density, population dynamics, hunting ground users.

Постановка проблеми. Ключовим параметром, що визначає стан популяції тварин у мисливських угіддях є їх чисельність. Не є винятком і лось європейський (*Alces alces*), який являється найбільшим представником ратичних тварин в угіддях Житомирської області. Встановлення закономірностей динаміки чисельності дає змогу визначити пріоритетні напрямки управління популяціями будь-якого виду тварин, в тому числі й лося європейського, а також розробити систему заходів із охорони тварин та підвищення їх чисельності.

Особливої актуальності зазначене питання набуло із початком дискусій щодо надання охоронного статусу цьому виду. Ще у 2009 році було зроблено спробу занести лося до Червоної книги, але вона завершилася невдачею. У 2017 році знову було підняте це питання. Уже в грудні цього ж року відповідно до Наказу Міністерства екології та природних ресурсів України [8], з метою збереження та відтворення популяції лося європейського, його занесли до Червоної книги України зі статусом «вразливий». У 2021 році це рішення регламентувалося Наказом Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України [9]. Як причину таких рішень зазначали стрімке зниження чисельності зазначеного виду.

Таким чином, аналіз динаміки чисельності лося європейського та з'ясування її тенденцій є актуальним питанням як наукового, так і практичного характеру.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Упродовж останніх десятиліть динаміка чисельності лося (*Alces alces*) продовжує бути предметом наукових досліджень та дискусій як в Україні, так і в різних країнах Європи та Північної

Америки. Зміни клімату [5], антропогенний тиск, захворювання, вплив хижаків [3, 5], кормова база угідь [4, 5], статеві-вікова структура популяції [2] та інші фактори визначають складну популяційну динаміку цього виду в сучасних умовах.

Як зазначає В.М. Смаголь [10], в Україні чисельність лося європейського із 70–80-х рр. минулого століття знизилася майже вчетверо, при цьому вдвічі зменшилася площа його ареалу. Подібну динаміку відзначає і М.Н. Євтушевський [4], вказуючи на зниження чисельності з майже 18 тис. голів у 1970-х роках до 5 тис. у 2013 році. Особливо значне скорочення відбулося в період 1991–2001 років, коли, за даними В.І. Домніча [3], популяція зменшилася з 12 до 4 тис. голів, а на території Українського Полісся – з 9634 до 3216 голів.

А. Волох [2] звертає увагу на те, що з 70-х років ХХ ст. до 2002 року лось повністю зник із території Запорізької, Миколаївської, Херсонської та Одеської областей. У Луганській, Дніпропетровській і Донецькій областях його чисельність стала критично низькою. Основною причиною цього стало надмірне вилучення особин із природного середовища, що перевищувало темпи природного відтворення.

Ковальчук О. [6] у своєму дослідженні фіксує різке скорочення чисельності лося у Сумській області. З 1968 до 2008 року вона зменшилася у 17,1 рази, а з 1999 по 2007 роки – з 263 до 146 голів. Основним чинником скорочення популяції автор вважає браконьєрство. Водночас, він відзначає поступове зростання чисельності у пізніший період: у 2007 році – 4730 голів [6], а за даними Соболя О.М. – 6200 особин станом на 2018 рік [11].

С. Жила [5] також підтверджує позитивну динаміку у межах Центрального Полісся в 2019–2020 роках, вказуючи на незначне збільшення чисельності популяції, хоча при цьому підкреслює негативний вплив потепління клімату та активного хижацтва вовків.

У контексті зарубіжних досліджень аналогічні тенденції скорочення чисельності спостерігаються в регіонах, що розташовані на південній межі ареалу виду. Зокрема, у провінції Хейлунцзян (Китай) дослідження Х. Доу та співавторів [12] виявили зміщення популяцій лося на північ, що пов'язано з деградацією середовищ існування, скороченням періоду снігового покриву та зростанням середньорічної температури.

Аналогічні процеси були зафіксовані і в Міннесоті (США), де, за результатами роботи В.С. Северуда та ін. [13], чисельність лося з 2005 по 2020 роки скоротилася внаслідок впливу хижаків, хвороб та зниження виживаності дорослих особин. У ході застосування інтегрованих моделей популяційного відтворення дослідники дійшли висновку, що поточна динаміка вимагає посилення охоронних заходів.

Досвід північних країн також вказує на вплив популяційної щільності та інбридингу на відтворення. У Швеції, за результатами досліджень К. Валліна та ін. [14], було встановлено, що за високої щільності популяцій знижується репродуктивна успішність самок, а в ізольованих групах з'являється ефект інбридингу, який негативно позначається на популяційній динаміці.

Отже, як українські, так і міжнародні дослідження підтверджують, що скорочення чисельності лося є результатом взаємодії цілої низки факторів, серед яких ключову роль відіграють браконьєрство, зміни клімату, хижацтво, деградація середовищ існування та дисбаланс між вилученням і природним відтворенням. Попри певне зростання чисельності в окремих регіонах України за останнє десятиліття, ситуація залишається загрозливою і потребує подальших систематичних досліджень та ефективної охоронної політики.

Постановка завдання. Завданням досліджень є виявлення особливостей динаміки чисельності лося європейського у мисливських угіддях Житомирщини, а також наслідків внесення виду до Червоної книги України.

Предметом дослідження є лось європейський, а об'єктом – динаміка його чисельності та фактори, що її визначають.

Для виявлення чисельності лося європейського в угіддях Житомирщини користувалися даними щорічних матеріалів форми державного статистичного спостереження 2 тп (мисливство) «Звіт про облік, добування та розведення мисливських тварин» (зведені результати по Житомирській області).

Для отримання достовірних результатів виявлення закономірностей чисельності, всі дані зводили до єдиного показника – щільності тварин на 1000 га.

З метою детального встановлення закономірностей чисельності лося європейського в умовах Житомирщини, всіх користувачів мисливських угідь поділили на три групи залежно від форм господарювання.

До користувачів першої групи віднесли мисливські господарства надлісництва Житомирщини філії «Столичний лісовий офіс» ДП «Ліси України» (12 мисливських господарств). Площа угідь, що перебуває в користуванні даної групи, складає 295704 га.

До користувачів другої групи віднесли угіддя ОО УТМР (9 господарств), які ведуть мисливське господарства на площі 1081520 га.

До користувачів третьої групи віднесли мисливські господарства громадських організацій, ТОВ, приватних підприємств тощо. Загалом на території області зареєстровано 78 таких користувачів мисливських угідь, які ведуть мисливське господарства на площі 765331 га.

Результати досліджень. З метою аналізу динаміки чисельності (щільності) популяції лося європейського серед диференційованих нами груп користувачів мисливських угідь, первинним етапом дослідження є виявлення загальнорегіональних тенденцій зміни чисельності даного виду на території Житомирської області. Кількісні показники динаміки чисельності та щільності виду наведено у табл. 1.

Згідно з даними, наведеними в таблиці, щільність популяції лося європейського на території Житомирської області у період 2011–2023 рр. коливалася в діапазоні 0,85–1,00 голів (1000 га)⁻¹. Мінімальні значення були зареєстровані у 2018–2020 роках (0,85–0,89 голів (1000 га)⁻¹) (рис. 1). Середньорічний показник щільності за досліджуваний період склав 0,93 голови (1000 га)⁻¹. Згідно із нормативами Настанов з упорядкування мисливських угідь [7], отримані значення відповідають оптимальній щільності для 3,94 та 3,97 класів бонітету мисливських угідь для Поліської та Лісостепової правобережної лісомисливської зони відповідно. Оскільки більшість мисливських угідь Житомирської області для лося європейського належать орієнтовно до 3,5 класу бонітету, оптимальна щільність популяції, згідно з нормативними даними [7], становить 2,3–2,4 голови (1000 га)⁻¹, тобто в 2,5 рази є вищою за фактичну. Таким чином, проведений аналіз свідчить про те, що чисельність лося європейського в мисливських угіддях Житомирської області перебуває на надзвичайно низькому рівні.

Зважаючи на те, що у грудні 2017 року лося європейського було занесено до Червоної книги України із статусом «вразливий», ми провели аналіз динаміки його щільності до та після надання цьому виду охоронного статусу. Підставою для надання охоронного статусу лосю європейському було стрімке зниження його чисельності. Як видно із рис. 1, щільність тварин дійсно стрімко знижувалася із 2015 по 2018 роки (із 1,00 до 0,85 голів (1000 га)⁻¹). У наступні роки (після

введення в дію охоронного статусу) щільність виду почала поступово зростати із 0,85 до 0,97 голів (1000 га)⁻¹, знову досягши рівня 2013–2014 рр. Зрозуміло, що таке зростання чисельності впродовж останніх п'яти років є досить несуттєвим, порівняно з очікуваним після надання виду охоронного статусу.

Таблиця 1

Динаміка щільності та чисельності та лося європейського у мисливських угіддях Житомирщини

Рік	Чисельність, особин	Площа мисливських угідь, га	Щільність, голів (1000 га) ⁻¹
2011	1915	2120010	0,90
2012	2017	2145951	0,94
2013	2092	2181833	0,96
2014	2164	2184976	0,99
2015	2136	2143675	1,00
2016	2027	2134379	0,95
2017	1993	2143696	0,93
2018	1806	2120008	0,85
2019	1899	2129158	0,89
2020	1869	2129042	0,88
2021	1977	2132564	0,93
2022	2015	2135091	0,94
2023	2086	2142555	0,97
Середня щільність			0,93

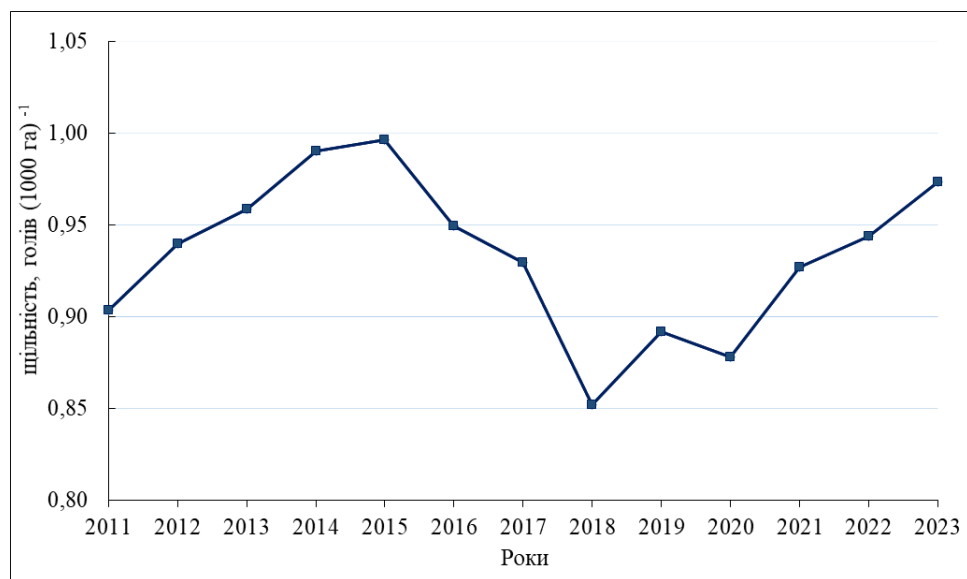


Рис. 1. Динаміка щільності лося європейського у мисливських угіддях Житомирщини

Динаміка чисельності та щільності популяції лося європейського у мисливських угіддях надлісництв Житомирської області (перша група господарств) представлена у табл. 2. Аналіз даних свідчить про низькі показники щільності тварин в угіддях даної групи господарств, які коливалися в межах 1,25–1,70 голів $(1000 \text{ га})^{-1}$ протягом досліджуваного періоду. Максимальне значення щільності зареєстровано у 2011 році (рис. 2), мінімальне – у 2018 році. Аналіз динаміки свідчить про тенденцію до незначного зростання чисельності у заключні два роки спостережень.

Таблиця 2

Динаміка чисельності та щільності лося європейського у мисливських угіддях надлісництв Житомирщини філії «Столичний лісовий офіс»

Рік	Чисельність, особин	Площа мисливських угідь, га	Щільність, голів $(1000 \text{ га})^{-1}$
2011	897	527419	1,70
2012	602	473569	1,27
2013	626	463260	1,35
2014	604	463287	1,30
2015	589	400286	1,47
2016	595	389492	1,53
2017	483	346335	1,39
2018	424	338096	1,25
2019	416	329308	1,26
2020	406	321933	1,26
2021	413	321933	1,28
2022	444	315097	1,41
2023	430	295704	1,45
Середня щільність			1,38

Середньорічна щільність популяції лося склала 1,38 голів $(1000 \text{ га})^{-1}$, що на 48% перевищує середньообласний показник, але на 40% поступається оптимальному нормативному значенню. Така ситуація, ймовірно, обумовлена недостатньою увагою до мисливського господарства у зв'язку з пріоритетом лісогосподарської діяльності та вирощування продуктивних насаджень, хоча за структурою угідь у даній групі господарств переважають лісові масиви (94%) [1], які є оптимальним середовищем існування для даного виду.

У мисливських господарствах другої групи (території ОО УТМР) зафіксовано найгірші показники чисельності лося європейського. Згідно з даними таблиці 3, щільність популяції тварин у даних угіддях демонструє дуже низькі значення, коливаючись у діапазоні 0,12–0,18 голів $(1000 \text{ га})^{-1}$. Пікове значення (0,18 голів $(1000 \text{ га})^{-1}$), зареєстроване у 2012 та 2014 роках, а мінімальне – у 2018 (0,12 голів $(1000 \text{ га})^{-1}$). Із 2019 по 2023 роки спостерігалось незначне зростання щільності тварин із 0,15 до 0,17 голів $(1000 \text{ га})^{-1}$.

Низькі популяційні показники чисельності в угіддях ОО УТМР обумовлені характером ландшафтної структури, зокрема значною часткою польових угідь

(81%) [1]. Тому низька чисельність тварин в угіддях даної групи пов'язана із тим, що даний вид уникає відкритих типів мисливських угідь, тяжіючи до лісових. Поряд з цим, така чисельність, ймовірно, пов'язана із трансформацією землекористування, зокрема зі збільшенням площ орних земель та інтенсифікацією сільськогосподарського виробництва в регіоні за останні десятиріччя.

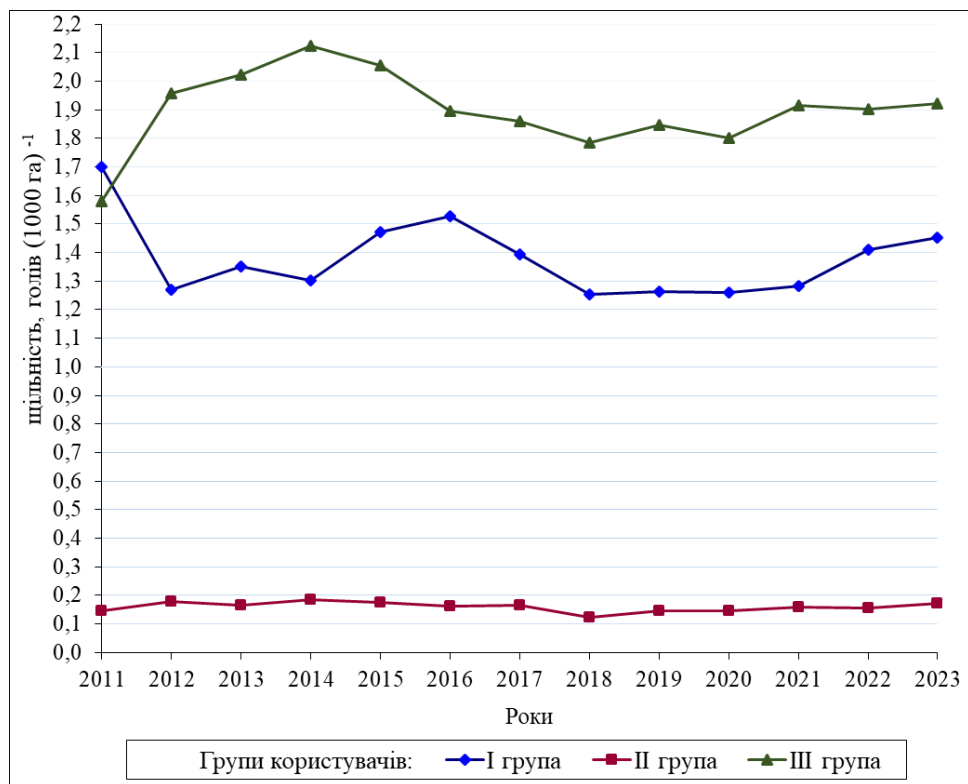


Рис. 2. Динаміка щільності лося європейського у мисливських угіддях Житомирщини різних форм власності

Середньорічна щільність популяції складала $0,16$ голів $(1000 \text{ га})^{-1}$, що на 83% є нижчою за середньообласний показник, і на 93% за оптимальне нормативне значення. Такі результати свідчать про досить несприятливі умови для існування популяції лося європейського в досліджуваних нами угіддях.

Найкраща ситуація щодо чисельності лося європейського спостерігається в угіддях третьої групи користувачів (ТОВ, громадські організації, приватні підприємства та інші суб'єкти господарювання). Згідно з даними таблиці 4, щільність популяції у період 2011–2023 рр. коливалася в межах $1,58$ – $2,12$ голів $(1000 \text{ га})^{-1}$, що є вищою за середні показники по Житомирській області. Це свідчить про найкращу стабільність популяції лося європейського у користувачів даної групи угідь. Максимальне значення щільності тварин зареєстровано у 2014 році на рівні $2,12$ голови $(1000 \text{ га})^{-1}$ (рис. 2).

Таблиця 3

**Динаміка чисельності та щільності лося європейського
у мисливських угіддях УТМР Житомирщини**

Рік	Чисельність, особин	Площа мисливських угідь, га	Щільність, голів (1000 га) ⁻¹
2011	152	1043830	0,15
2012	184	1043831	0,18
2013	178	1081417	0,16
2014	200	1081417	0,18
2015	188	1081899	0,17
2016	176	1081899	0,16
2017	180	1081899	0,17
2018	132	1081899	0,12
2019	157	1081899	0,15
2020	156	1081899	0,14
2021	172	1083957	0,16
2022	168	1081921	0,16
2023	184	1081520	0,17
Середня щільність			0,16

Середня щільність популяції лося європейського склала 1,92 голови (1000 га)⁻¹, що перевищує середньообласний рівень на 106%, але на 18% нижче за оптимальне нормативне значення на 18%. Структура угідь досліджуваної групи користувачів мисливських угідь (65% лісових та 30% польових типів ландшафтів) формує оптимальні умови не лише для існування популяції лося європейського, а й для інших видів мисливської фауни, завдяки збалансованому співвідношенню різних типів біотопів (відкритих та закритих).

Таблиця 4

**Динаміка чисельності та щільності лося європейського
у мисливських угіддях мисливських господарств приватних,
громадських та інших організацій Житомирщини**

Рік	Чисельність, особин	Площа мисливських угідь, га	Щільність, голів (1000 га) ⁻¹
2011	866	548761	1,58
2012	1231	628551	1,96
2013	1288	637156	2,02
2014	1360	640272	2,12
2015	1359	661490	2,05
2016	1256	662988	1,89
2017	1330	715462	1,86
2018	1250	700013	1,79
2019	1326	717951	1,85
2020	1307	725210	1,80
2021	1392	726674	1,92
2022	1403	738073	1,90
2023	1472	765331	1,92
Середня щільність			1,92

Аналізуючи чисельність лося європейського після внесення його до переліку видів тварин, занесених до Червоної книги України (2018 рік), у розрізі визначених груп мисливських господарств, слід зазначити, що суттєвого зростання щільності тварин не відбулося у жодній із них (рис. 2). Отже, щільність в угіддях надлісництв Житомирської області (перша група господарств) зросла на 16%, із 1,25 до 1,45 голів (1000 га)⁻¹.

В угіддях другої групи (ОО УТМР) показник зростання щільності був значно вищим і становив 42% (із 0,12 до 0,17 голів (1000 га)⁻¹). Проте, з огляду на надзвичайно низьку чисельність лося європейського в угіддях цієї групи, таке зростання лишається незначним і не має суттєвого впливу на стан популяції в регіоні.

Найнижчим зростанням чисельності характеризуються угіддя третьої групи інших користувачів (7%). Така ситуація, найімовірніше пояснюється тим, що користувачі, якікладають власні кошти на ефективне ведення мисливського господарства, мають меншу зацікавленість у збереженні виду, на який заборонено проведення полювань.

Висновки. Проведені дослідження дозволили встановити, що чисельність популяції лося європейського на території Житомирської області суттєво нижча за орієнтовно оптимальні значення, незалежно від форми власності користувачів мисливських угідь.

У мисливських угіддях ОО УТМР, зафіксовано найнижчі показники щільності популяції – у середньому 0,16 голів (1000 га)⁻¹). Цей показник є значно (у 5,8 разів) нижчим за середньообласний рівень (0,93 голови (1000 га)⁻¹) та майже у п'ятнадцять разів – від рекомендованих оптимальних значень. Така ситуація обумовлена високою часткою польових типів угідь (понад 80%) та їх інтенсивним господарським використанням.

Мисливські угіддя, що перебувають у користуванні інших користувачів (приватних підприємств, ТОВ, громадських організацій) демонструють найвищі показники щільності популяції – 1,92 голови (1000 га)⁻¹. Проте навіть ці значення залишаються на 18% нижчими за оптимальні, хоча й удвічі вищими за середньообласні. Найвища чисельність виду в цих угіддях, ймовірно, досягається завдяки інтенсивному проведенню біотехнічних заходів, спрямованих на підтримку інших видів мисливської фауни в межах даної групи господарств.

Угіддя, надлісництв Житомирщини філії «Столичний лісовий офіс» ДП «Ліси України», характеризуються середньою щільністю популяції лося європейського на рівні 1,38 голів (1000 га)⁻¹, що на 40% нижче за оптимальний рівень, але в 1,7 рази перевищує середньообласні показники. Незважаючи на високу придатність лісових угідь для лося, відносно низька чисельність цього виду в угіддях даної групи господарств, ймовірно, пов'язана з тим, що основна діяльність зосереджена на веденні лісового господарства, тоді як мисливське господарство має другорядне значення.

Із часу внесення лося європейського до переліку видів тварин, занесених до Червоної книги України (2018 рік) його щільність зросла із 0,85 до 0,97 голів (1000 га)⁻¹, що становить майже 14% зростання. Водночас таке збільшення чисельності за п'ять останніх років є доволі незначним, що не відповідає очікуванням від надання виду охоронного статусу. Ймовірно, що окрім охоронних заходів, необхідно впроваджувати додаткові державні програми, спрямовані на стимулювання зростання популяції лося. Одним із таких кроків могла б стати розробка державної програми співпраці органів влади з користувачами мисливських угідь – приватними, громадськими та іншими організаціями, які займають близько 34% угідь Житомирської області та 28% мисливських угідь України загалом [1].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Власюк В.П., Кратюк О.Л., Климчук О.О. Основні тенденції просторово-часової динаміки основних видів мисливських тварин Житомирщини. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія»*. 2022. Вип. 48 (2). С. 36–45. DOI <https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.2.6>
2. Волох А. Екологічне регулювання чисельності лося у південній частині України. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. 2002. Вип. 30. С. 49–54.
3. Домніч В.І., Малеванова М.О., Делеган І.В. Деякі причини зміни чисельності лося в Україні у системі «хижак-жертва» *Науковий вісник НЛТУ України*. 2008, Вип. 18.7. С. 53–63. URL: https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2008/18_7/53_Domnicz_18_7.pdf
4. Євтушевський М.Н., Маменко О.М. Чисельність лося (*Alces alces* L.) та сировина для його живлення в Україні. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2013. Вип. 23.16. С. 31–36. URL: https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2013/23_16/30_Jew.pdf
5. Жила С. Лось (*Alces alces*) на південній межі ареалу: стан популяції Центрального Полісся, хижацтво вовка та вразливість до потепління клімату. *Theriologia Ukrainica*. 2023. Vol. 25. С. 173–186. URL: <http://jnas.nbuiv.gov.ua/article/UJRN-0001501241>
6. Ковальчук О. Лось (*Alces alces* L.) у складі минулої та сучасної фауни Сумщини: зміни чисельності та їх причини. *Праці Теріологічної школи: Моніторинг теріофауни*. 2010. Вип. 10. С. 128–134. DOI <http://doi.org/10.15407/ptt2010.10.128>
7. Настанова з упорядкування мисливських угідь. Київ : Вид-во Держкомлісу України, 2002. 113 с.
8. Про внесення змін до Переліку видів тварин, що заносяться до Червоної книги України (тваринний світ) : наказ Міністерства екології та природних ресурсів України від 19 грудня 2017 р. № 481. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1573-17#Text> (дата звернення: 26.05.2025).
9. Про затвердження переліків видів тварин, що заносяться до Червоної книги України (тваринний світ), та видів тварин, що виключені з Червоної книги України (тваринний світ) : наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 19 січня 2021 р. № 29. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0260-21#n19> (дата звернення: 26.05.2025).
10. Смаголь В. М., Гаврись Г. Г., Салганський О. О. Поширення та чисельність лося, *Alces alces* (Mammalia, Artiodactyla), в Україні на початку XXI століття. *Vestnik zoologii*. 2012. Т. 46. № 2. С. 161–166. URL: http://mail.izan.kiev.ua/vz-pdf/2012/2/09_Smagol.pdf
11. Соболев О. М. Динаміка видового складу та використання мисливської копитної фауни Херсонської області. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2021. Вип. 118. С. 368–376. DOI <https://doi.org/10.32851/2266-0099.2021.118.47>
12. Dou H., Jiang G., Stott P., Piao R. Climate change impacts population dynamics and distribution shift of moose (*Alces alces*) in Heilongjiang Province of China. *Ecological Research*. 2013. Vol. 28, No. 4. P. 625–632. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11284-013-1054-9>
13. Severud W. J., Berg S. S., Ernst C. A. et al. Statistical population reconstruction of moose (*Alces alces*) in northeastern Minnesota using integrated population models. *PLOS ONE*. 2022. Vol. 17, No. 9. e0270615. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0270615>
14. Wallin K., Bergstrom R., Vikberg M. Population density and inbreeding effect on moose (*Alces alces*) reproduction. *Wildlife Biology*. 1995. Vol. 1. P. 225–231. DOI: <https://doi.org/10.2981/wlb.1995.0027>

УДК 639.3.338.432

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.39>

ВИКОРИСТАННЯ ОБ'ЄКТІВ АКВАКУЛЬТУРИ В ЯКОСТІ КОМПОНЕНТІВ СУБСТРАТУ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ГРИБІВ ГЛИВА

Головко А.А. – асистент кафедри водних біоресурсів та аквакультури,
Херсонський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/0009-0001-8841-8510

Чернишов І.В. – к.с.-г.н., доцент,
доцент кафедри технологій виробництва та переробки сільськогосподарської
продукції імені академіка В.Г. Пелиха,
Херсонський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/0000-0002-8988-6404

Козичар М.В. – к.с.-г.н., доцент,
доцент кафедри водних біоресурсів та аквакультури,
Херсонський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/0000-0001-9976-2555

Казанок О.О. – к.с.-г.н., доцент,
доцент кафедри технологій виробництва та переробки сільськогосподарської
продукції імені академіка В.Г. Пелиха,
Херсонський державний аграрно-економічний університет
orcid.org/0000-0002-6817-4985

В статті наведено дослідження можливості використання відходів переробки аквакультури в якості поживної добавки до композицій синтетичного ферментованого субстрату для вирощування гливи звичайної. Досліджувались відходи, що представляють низьку цінність для використання в інших галузях сільського господарства та промисловості і в основному утилізуються як тверді відходи шляхом поховання.

В сучасних економічних умовах важливим є зменшення собівартості субстрату, одним з можливих шляхів досягнення цієї мети є використання більш дешевої сировини. Для балансування субстрату за вмістом азоту традиційно використовують шроту та висівки. Ці продукти є відходами переробки сільськогосподарських культур і також класично використовуються для балансування раціонів сільськогосподарських тварин, птиці і риби. Це створює конкуренцію між галузями виробництва і підвищує ціну на сировину, що в кінцевому результаті спричиняє ріст цін на продукцію. Тому пошук і дослідження альтернативних балансуючих компонентів для приготування субстрату гливи, таких, що не є конкурентними для тваринництва і рибництва є актуальним. Аналіз отриманих результатів дозволив сформулювати наступні висновки: використання в якості добавок для приготування субстрату дозволить використати їх в подальшій переробці, з отриманням додаткової продукції грибовиробництва, дослідження росту колоній гливи звичайної з використанням обраних добавок дозволив визначити найкращі варіанти: так, додавання подрібненого роголистнику не гальмує колонізацію цих добавок, а, навпаки, збільшує швидкість росту колоній в порівнянні з колоніями, що розвивались без додаткового живлення; отримані дані лабораторного дослідження можна вважати за первинні та такі, що потребують подальшого дослідження, в тому числі при використанні інших способів підготовки добавок (стерилізації, твердотільної ферментації), а також перевірки в науково-господарських дослідах з визначення технологічних властивостей в композиціях субстрату та розрахунку біологічної результативності і урожайності гливи та інших сапрофітів.

Ключові слова: відходи, хітин, роголистник, зостера, технологія, гриби, глива.

Holovko A.A., Chernyshov I.V., Kozychar M.V., Kazanok O.O. Use of aquaculture facilities as substrate components for growing oyster mushrooms

The article presents a study of the possibility of using aquaculture processing waste as a nutritional supplement to synthetic fermented substrate compositions for oyster mushroom cultivation. Wastes that are of low value for use in other sectors of agriculture and industry and are mainly disposed of as solid waste by burial were investigated.

In modern economic conditions, it is important to reduce the cost of the substrate, one of the possible ways to achieve this goal is to use cheaper raw materials. To balance the substrate in terms of nitrogen content, traditionally, meal and bran are used. These products are waste products from crop processing and are also classically used to balance the diets of farm animals, poultry and fish. This creates competition between production sectors and increases the price of raw materials, which ultimately leads to an increase in product prices. Therefore, the search and study of alternative balancing components for the preparation of oyster mushroom substrate, such as those that are not competitive for livestock and fish farming, is relevant. Analysis of the results obtained allowed us to form the following conclusions: using them as additives for the preparation of the substrate will allow us to use them in further processing, with the receipt of additional mushroom production products. The study of the growth of oyster mushroom colonies using selected additives allowed us to determine the best options: for example, the addition of crushed hornbeam does not inhibit the colonization of these additives, but, on the contrary, increases the growth rate of colonies compared to colonies that developed without additional nutrition; the obtained laboratory experiment data can be considered primary and require further research, including using other methods of preparing additives (sterilization, solid-state fermentation), as well as verification in scientific and economic experiments to determine technological properties in substrate compositions and calculate the biological effectiveness and yield of oyster mushrooms and other saprophytes.

Key words: waste, chitin, hornwort, zoster, technology, mushrooms, oyster mushroom.

Актуальність теми досліджень. В субстратних композиціях для вирощування гливи традиційно використовують макухи та шроти. Ці продукти є відходами переробки сільськогосподарських культур і також класично використовуються для балансування раціонів сільськогосподарських тварин, птиці і риби. Це створює конкуренцію між галузями виробництва і підвищує ціну на сировину, що в кінцевому результаті спричиняє ріст цін на продукцію. Тому пошук і дослідження альтернативних балансуючих компонентів для приготування субстрату гливи, таких, що не є конкурентними для тваринництва і рибництва є актуальним.

Постановка проблеми. При виборі і складанні субстратної композиції для вирощування грибів гливи устричної до складових ставляться наступні вимоги:

- компонент не повинен погіршувати фізичний склад субстрату: повітрепроникність, абсорбування і утримання вологи, не виділяти шкідливі речовини, що погіршують ріст і розвиток міцелію;
- компонент не повинен містити шкідливих речовин, що може погіршити якість та вплинути на безпечність харчової продукції (товарного грибу гливи);
- компонент повинен бути легкодоступним до заготівлі (закупівлі) та використання, не потребувати ускладнень технології при його використанні;
- компонент повинен легко і рівномірно змішуватись з іншими компонентами субстрату, не утворюючи грудок і не перешкоджаючи роботі обладнання для формування субстрату;
- компонент повинен бути дешевим та розповсюдженим на всій території країни, не потребувати особливих та витратних умов зберігання;
- використання компоненту повинно покращувати екологічну ситуацію та не допускати забруднення навколишнього середовища (принцип 5R). Бажано, щоб це був один з відходів виробництва, що можна використати для подальшого виробництва (принцип Recycle) [1].

Враховуючи зазначені вимоги, серед великої кількості можливих варіантів нами було обрано наступні можливі альтернативні компоненти:

- хітинові відходи від переробки ракоподібних,
- зостера (камка) – вища морська рослинність,
- роголистник – прісноводна вища рослинність.

Технологія переробки ракоподібних передбачає видалення їстівних частин і утилізацію неїстівних частин (панцирі з шлунково-кишковим трактом). На плаву-чих рибкомбінатах утилізацію проводять безпосередньо скидаючи відходи в воду, де вони споживаються хижаками і донними деструкторами. В якості сировини для виробництва кормових компонентів дані відходи майже не використовуються, оскільки містять велику кількість полісахариду хітину, що не перетравлюється у шлунково-кишковому тракті сільськогосподарських тварин і птиці. В той же час хітин є однією з будівельних сполук структурних елементів клітин грибів (0,52% в с.р. грибів гливи), що виконує захисну функцію [2, 6]. Тому існує теоретична передумова того, що додавання хітинмісткої сировини до субстрату грибів буде підвищувати швидкість росту гіфів міцелію. Зовнішній вигляд відходів переробки ракоподібних наведений на рис 1, а хімічний склад в таблиці 1.



Рис. 1. Зовнішній вигляд відходів переробки ракоподібних (ліворуч), зостери і роголистника (праворуч)

Таблиця 1

Хімічний склад продукції аквакультури

Показники	Відходи переробки ракоподібних	Зостера (камка)	Роголистник
Білок, % в с.р.	8,0-11,0	14	17,9
Вологість, %	64,0-73,0	79	90,18
Вміст мінеральних речовин, % в с.р.	9,0-14,0	13,2	23,12
Вміст жиру, % в с.р.	0,5-2,0	2,2	1,22
Вміст хітину, % від білку	7,0-9,0	-	-
Вміст вуглеводів, % в с.р.	-	4,9	11,81

Зостера морська – це багаторічна морська вища рослинність з розгалуженою кореневою системою і високим травостоєм. Її ще називають взморник або камка. Зостера використовується як утеплювач будинків, наповнювач для подушок, матраців, існують дані, що її можна частково використовувати як замітник зеленої маси в раціонах жуйних [3].

Заготівля зостери проводиться після штормових викидів на узбережжі морів, причому збір таких викидів не лімітується та не оподатковується [4]. Стебла зостери тонкі та легко подрібнюються і ущільнюються, мають значні водоутримуючі властивості, тому, враховуючи легкодоступність і дешевизну, можуть бути перспективним компонентом субстратів для вирощування грибів-сапрофітів.

Прісноводна рослина роголистник є однією з найбільш поширених представників вищої рослинності річок та озер України. Особливістю є те, що в сприятливих умовах у водоймі значно розростається та витісняє інші види рослин та водоростей. Слугує кормом для риби та водоплавних птахів. Використовується в якості зеленого добрива та як сировина для приготування кормів для риби штучного вирощування (урожайність 50–90 т/га) [5, 7]. Дуже швидко відновлює масу після скошування, тому є перспективним видом для використання у якості компоненту субстратів для вирощування грибів.

Методика дослідження. Дослідження виконувались в умовах лабораторного комплексу кафедри технологій виробництва та переробки сільськогосподарської продукції імені академіка В.Г. Пелиха. Робота була складовою частиною науково – дослідної роботи «Розробка і удосконалення технологій виробництва, переробки, експертизи та контролю якості продукції тваринництва з використанням кращого вітчизняного і світового генофонду в господарствах Південного регіону України» біолого-технологічного факультету.

Відбір та підготовку зразків субстрату здійснювали за загальноприйнятими методиками зоотеханалізу [8, 9, 10].

Зважування зразків проводили на квадрантних лабораторних вагах ВЛТК-500 з точністю до 0,01 г.

Приготування поживного середовища (картопляного агару) та власне техніку посіву міцелію гливи виконували за методикою [11].

Для оцінки росту культури гриба використовували метод, заснований на дослідженні та аналізі динаміки збільшення радіусу колоній від часу культивування. Швидкість радіального росту (V_r) розраховували за формулою [12]:

$$V_r = a - b / t_1 - t_0, \quad (1)$$

де: a – радіус колонії наприкінці росту, мм;

b – радіус колонії на початку фази лінійного росту, мм;

$t_1 - t_0$ – тривалість лінійного росту, діб.

Вплив добавки на швидкість росту міцелію визначали шляхом висівання на одній чашці Петрі двох точок росту, одна з яких до кінця експерименту залишалась без додаткового живлення, біля іншої розмішували одну з обраних добавок. Повторність зразків трикратна.

Одним з важливих біохімічних показників, що впливає на технологічну цінність продукції є вологість сировини. Від значення цього показника залежать умови заготівлі (закупівлі), зберігання, подрібнення, термообробки, внесення і змішування компонентів. Для визначення масової частки вологи в добавках було обрано арбітражний метод аналізу, оскільки летких сполук в обраних продуктах не міститься. Результати наведено в таблиці 2.

Результати досліджень. Середню пробу відходів переробки ракоподібних і зостеру набирали у відвалах виробництва (зостеру на узбережжі як штормовий викид), тому їх природня вологість в межах 22...25%. Пробу роголистника брали безпосередньо з водойми, в свіжому вигляді, тому вологість висока, на рівні 89.1%

Після формування експерименту чашки Петрі з поживним середовищем, міцелієм та добавками були розміщені в термостаті з постійною температурою 18°C. Перші дві доби відбувалась адаптація міцелію до змінених умов росту та живлення. Наприкінці другої доби (через 40 годин від засіву) було проведено мікроскопування дослідних зразків. Результати наведені на фото (рис. 2).

Таблиця 2

Масова частка води у відходах аквакультури

Вид добавки	Маса порожнього бюкса	Маса бюкса з наважкою, г		Вологість, $W \pm \sigma$, %
		до висушування	після висушування	
Відходи переробки ракоподібних	20,4	27,2 $\pm$ 8,82	25,5 $\pm$ 0,15	24,7 $\pm$ 1,47
Зостера	19,4	20,9 $\pm$ 8,87	20,5 $\pm$ 0,09	22,8 $\pm$ 2,29
Роголистник	19,3	28,7 $\pm$ 14,53	20,3 $\pm$ 0,15	89,1 $\pm$ 1,37



Рис. 2. Наближення гіфів міцелію до поживних добавок хітинових відходів (ліворуч), зостери (по центру) та роголистнику (праворуч) на 40 год росту

Як видно з наведених фото, швидкість росту міцелію гливи на даному, початковому, етапі була однаковою, оскільки умови живлення та росту були однакові, що і вимагалось за умовами експерименту.

Другим етапом росту міцелію є проникнення гіфів на поверхню поживних добавок, колонізація поверхні добавок та споживання додаткових поживних речовин. Фото через 72 години від початку експерименту наведено на рис. 3.

Як видно з наведених фотоматеріалів, міцелій грибів добре колонізував та активно ріс на рослинних компонентах. Колонізація хітинових відходів відбувалась значно повільніше, що може свідчити про неоптимальні умови для засвоєння поживних речовин добавки. Попередньо, можна припустити недостатню аерацію наважки подрібнених відходів, хоча це припущення потребує подальшого лабораторного дослідження.



Рис. 3. Проникнення гіфів міцелію до поживних добавок хітинових відходів (ліворуч), зостери (по центру) та роголистнику (праворуч) на 72 год росту

За зміною інтенсивності росту гіфів можна робити висновки про здатність ферментної системи гливи розщепити поживні речовини добавок; або, у випадку однакової інтенсивності росту з контрольною точкою росту, неможливість розщеплення і споживання додаткових поживних речовин; або сповільнення росту гіфів в порівнянні з контрольною точкою у випадку токсичної дії речовин добавок.

Для аналізу інтенсивності росту міцелію гливи в різних варіантах досліду згідно методики було проведено вимірювання величини колоній та порівняння їх з контрольними точками росту. Вимірювання проводили на 7-й день від початку експерименту. На фото видно бактеріальні колонії, що розвивались паралельно з інокульованою гливою, але це пояснюється тим, що дослід проводився не в стерильних умовах, розвиток міцелію був наближений до виробничих умов. Фото колоній наведено на рис. 4, 5, 6.



Рис. 4. Розмір колоній гливи звичайної з добавкою відходів переробки ракоподібних (зверху) та контрольними точками росту на 7-й день росту

Аналізуючи розвиток колоній гливи, вирощених з добавками на основі відходів аквакультури, можна зробити висновок, що спостерігалась швидка колонізація

добавок відходів переробки ракоподібних та вищої водної рослинності, але до суттєвого збільшення розміру колоній це не призвело, а у варіанті з роголистником навпаки, ріст навіть загальмувався. Але можна зробити припущення, що, враховуючи задовільну колонізацію добавок зостери міцелієм гливи, великий вміст білку в сухій речовині рослини, її можна використовувати як основний компонент при приготуванні субстратів для вирощування гливи. Але це потребує подальших досліджень.



Рис. 5. Розмір колоній гливи звичайної з добавкою зостери (зверху) та контрольними точками росту на 7-й день росту



Рис. 6. Розмір колонії гливи звичайної з добавкою роголистнику (зверху) та контрольною точкою росту на 7-й день росту

Висновки та перспективи подальших досліджень. Додавання зостери в якості добавки призводило до швидкої колонізації міцелієм, але не вплинуло на радіальний ріст колоній гливи. Також зостера містить значну кількість білків в порівнянні з класичними компонентами субстрату. Тому цю добавку можна рекомендувати як основний компонент при складанні композицій субстрату.

Отримані дані лабораторного дослідження можна вважати за первинні та такі, що потребують подальшого дослідження, в тому числі при використанні інших способів підготовки добавок (стерилізації, твердотільної ферментації), а також перевірки в науково-господарських дослідках з визначення технологічних властивостей в композиціях субстрату та розрахунку біологічної результативності і урожайності гливи та інших сапрофітів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Сімахіна Г., Гойко І., Стеценко Н. Переробка їстівних грибів для отримання блоківмісних напівфабрикатів. *Товари і ринки*. 2014. №2. С. 70-83.
2. Akram K., Kwon J. H. Food irradiation for mushrooms. *Areview. Journalof the Korean Society for Applied Biological Chemistry*. 2010. №53(3).R.257-265.
3. Морозов А. І. Культивування їстівних грибів як спосіб використання відходів лісової та деревообробної промисловості. *Проблеми сучасної екології: матеріали. міжнар. конф. Запоріжжя*, 2000. С. 52-56.
4. Склад субстрату для вирощування міцелію їстівних грибів. Пат. на корисну модель 122404 Україна, МПК A01G 1/04 (2006.01), C12N 1/14 (2006.01). № u201705990; заявл. 15.06.2017; опубл. 10.01.2018, Бюл. № 1.
5. Чернишов І. В. Використання відходів сільськогосподарського виробництва в технології вирощування дереворуйнівних грибів для невеликих фермерських господарств. *Вплив кліматичних змін на просторовий розвиток територій землі: Матеріали. міжнар. конф. Херсон*, 2021, С. 287.
6. Чернишов І.В. Використання відходів тваринництва в технології вирощування гливи устричної. *Таврійський науковий вісник. сільськогосподарські науки*. Вип 128, с. 315-321. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.128.43>
7. Гайденок О.М. Біоконверсія соломи із виробництвом гливи звичайної. *Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація: зб. наук. праць Кіровоградського національного технічного університету*. Кіровоград: КНТУ, 2006. Вип. 17. С. 95-99.
8. Методика агрохімічного обстеження тепличних ґрунтів та особливості застосування добрив / за ред. Д.М. Бенцаровського, С. І. Мельника, О. Г. Тараріко, В. А. Жилкіна. Київ: ДІА, 2005. С. 27.
9. Технічна мікробіологія: навч.-метод. посібник / Укл. Васіна Л.М., Чебан Л.М. Чернівці: Чернівецький національний університет, 2020. 124 с.
10. Бісько Н.А. Методичні рекомендації по вирощуванні їстівних грибів в зимових ґрунтових теплицях. Бровари, 1995. 26 с.
11. Бухало А.С., Дзигун Л.П., Ліновицька В.М. Виділення вищих базидіоміцетів, перспективних продуцентів біологічно активних речовин, у чисту культуру і їх довготривале зберігання. *Наук. вісти НТУУ «КПІ»*. 2013. № 3. С. 12-17.
12. Bandura I., Myronycheva O., Karlsson O. Assessment of raw plant material and substrate for efficient production of oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm.). *Technická univerzita vo Zvolene*, 2016. P. 27-33.

УДК 639.043.2:574.5:579.68

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.40>

МОНІТОРИНГ ВПЛИВУ ІННОВАЦІЙНИХ ДОБАВОК У КОРМАХ НА ГІДРОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ТА РІВЕНЬ МІКРОБНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ЗА ВИРОЩУВАННЯ КОРОПА ЗВИЧАЙНОГО (*CYPRINUS CARPIO*)

Гриневич Н.Є. – д.вет.н., професор,
завідувач кафедри іхтіології та зоології,
Білоцерківський національний аграрний університет
orcid.org/0000-0001-7430-9498

Шваб В.С. – PhD,
асистент кафедри іхтіології та зоології,
Білоцерківський національний аграрний університет
orcid.org/0000-0002-5823-9095

Слюсаренко А.О. – к.вет.н.,
доцент кафедри іхтіології та зоології,
Білоцерківський національний аграрний університет
orcid.org/0000-0002-1896-8939

Слюсаренко С.В. – к.вет.н.,
доцент кафедри безпечності та якості харчових продуктів,
сировини і технологічних процесів,
Білоцерківський національний аграрний університет
orcid.org/0000-0002-7724-2767

Присяжнюк Н.М. – к.вет.н.,
доцент кафедри іхтіології та зоології,
Білоцерківський національний аграрний університет
orcid.org/0000-0002-4737-0143

Хом'як О.А. – к.с.-г.н.,
доцент кафедри іхтіології та зоології,
Білоцерківський національний аграрний університет
orcid.org/0000-0003-3010-6757

Семанюк Н.В. – к.вет.н.,
доцент кафедри мікробіології та вірусології,
Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій
імені С.З. Гжицького
orcid.org/0000-0002-8860-6976

У статті викладено результати впливу інноваційних добавок у кормах на гідрохімічні показники та рівень мікробного забруднення водного середовища за вирощування коропа звичайного (*Cyprinus carpio*). Оцінка якості води за використання кормів з інноваційними добавками – ключовий елемент контролю екологічної безпеки та забезпечення здоров'я гідробіонтів. Встановлено, що показник рН змінювався, зокрема у період виконання досліду із введенням у корми інноваційних добавок і становив у контрольній групі 7,2. У першій дослідній групі, якій до корму додавали інулін, показник децю різнився, проте ця зміна не суттєва – 7,3, а у другій дослідній групі, якій до корму додавали пробіотики залишався на рівні показника контрольної групи – 7,2. Зміни кисневого режиму води після згодовування риби кормів, що містять інноваційні добавки вказують, що кисень у воді знаходиться на оптимальному рівні. Показник хімічного споживання кисню децю змінювався в процесі

годівлі риби за застосування інноваційних добавок і становив у контрольній групі 10 мг/л, першій і другій дослідних групах, яким до корму додавали інулін і пробіотики, 9 мг/л, але не відхиляється від показників норми для води для вирощування коропових риб у ставових господарствах. Встановлено, що твердість води за згодовування кормів, що містять інноваційні добавки знаходиться на оптимальному рівні. Рівень мікробного забруднення води, зокрема кількості коліформних бактерій, які належать до санітарно-показових мікроорганізмів, після згодовування кормів із добавками, показав, що у водоймах, де риба отримувала стандартний корм без добавок, їх рівень становив 5 КУО/100 мл. Це найвищий показник серед досліджуваних груп, і свідчить про інтенсивніше мікробне забруднення. Додавання інуліну та пробіотиків змінили рівень коліформних бактерій – 4 КУО/100 мл, що нижче на 20%, ніж у воді де утримувалася риба контрольної групи. Отримані результати підтверджують, що додавання інуліну та пробіотиків до корму може покращити санітарний стан водойм, що є важливим фактором для підтримки здоров'я риб і екологічної рівноваги.

Ключові слова: короп звичайний (*Cyprinus carpio*), лінійно-вагові показники, аквакультура, природні та штучні корми, інулін, пробіотики, мікробне забруднення, якість води, здоров'я риби, екологічна рівновага.

Hrynevych N.Ye., Shvab V.S., Sliusarenko A.O., Sliusarenko S.V., Prisjahnjuk N.M., Khomiak O.A., Semaniuk N.V. Monitoring of the effect of innovative feed additives on hydrochemical parameters and microbial contamination of the aquatic environment during the cultivation of common carp (*Cyprinus carpio*)

The article presents the results of the influence of innovative feed additives on hydrochemical parameters and the level of microbial contamination of the aquatic environment during the cultivation of common carp (*Cyprinus carpio*). Assessment of water quality when using feeds with innovative additives is a key element in monitoring environmental safety and ensuring the health of aquatic organisms. It was found that the pH value changed, in particular during the experiment with the introduction of innovative additives into the feed, and amounted to 7.2 in the control group. In the first experimental group, which was fed inulin, the index was slightly different, but this change was not significant – 7.3, and in the second experimental group, which was fed probiotics, it remained at the level of the control group – 7.2. Changes in the oxygen regime of water after feeding fish with feed containing innovative additives indicate that oxygen in the water is at an optimal level. The index of chemical oxygen consumption slightly changed in the process of feeding fish with the use of innovative additives and amounted to 10 mg/l in the control group, 9 mg/l in the first and second experimental groups, which were fed with inulin and probiotics, but did not deviate from the norm of water for carp rearing in ponds. It was found that the water hardness when feeding feed containing innovative additives is at the optimal level. The level of microbial contamination of water; in particular the number of coliform bacteria, which belong to sanitary indicator microorganisms, after feeding feed with additives, showed that in the reservoirs where fish received standard feed without additives, their level was 5 CFU/100 ml. This is the highest figure among the groups studied and indicates more intense microbial contamination. The addition of inulin and probiotics changed the level of coliform bacteria to 4 CFU/100 ml, which is 20% lower than in the water where the control group of fish were kept. These results confirm that the addition of inulin and probiotics to feed can improve the sanitary condition of water bodies, which is an important factor in maintaining fish health and ecological balance.

Key words: common carp (*Cyprinus carpio*), linear-weight parameters, aquaculture, natural and artificial feed, inulin, probiotics, microbial contamination, water quality, fish health, ecological balance.

Постановка проблеми. Рибне господарство має стратегічне значення для забезпечення населення продовольством, а галузей національної економіки – сировиною, зміцнення позицій країни на міжнародній арені, збереження просторової та національної цілісності України, відіграє значну роль у відтворенні природних ресурсів та підвищенні зайнятості населення [2].

Рибництво – важлива галузь аграрного сектору, що забезпечує населення високоякісними білковими продуктами, сприяє продовольчій безпеці та розвитку

сільських територій. У цій сфері коро́п (*Cyprinus carpio*) посідає одне з провідних місць завдяки своїй високій адаптивності до різних умов вирощування, швидкому росту та добрим смаковим якостям. Одним із ключових чинників, що визначають ефективність вирощування коро́па, є годівля. Склад, тип та якість кормів впливають на приріст маси риби, коефіцієнт конверсії корму, стан здоров'я популяції та загальну економічну ефективність виробництва. У сучасному рибництві застосовуються як штучні (екструдовані комбікорми), так і натуральні корми (зоопланктон, рослинність, мікроорганізми), проте питання їх оптимального поєднання та впливу на фізіологічний стан риби все ще залишаються відкритими [12, 17].

У контексті підвищення ефективності кормового раціону, дедалі більшого значення набуває використання інноваційних кормових добавок, пробіотиків та пребіотиків [26, 27].

Однак, механізми дії таких добавок, їх оптимальні дози та взаємодія з основними компонентами раціону коро́па потребують подальших наукових досліджень. Наразі бракує комплексних даних щодо впливу інноваційних добавок в умовах різних технологічних схем вирощування (інтенсивної та напівінтенсивної), з урахуванням водного середовища, температурного режиму та стану гідробіоценозу [30, 33].

Таким чином, актуальним є наукове обґрунтування ефективності використання різних типів кормів та кормових добавок у годівлі коро́па з метою оптимізації росту, поліпшення конверсії корму та забезпечення екологічної безпеки рибогосподарських систем.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У ставовому рибництві для досягнення високої продуктивності забезпечують оптимальні умови для утримання та вирощування риби [10].

Годівля коро́па є ключовим фактором, що визначає швидкість росту риби, її здоров'я, якість м'яса та економічну ефективність аквакультури. Оптимальна стратегія передбачає збалансований підхід, що враховує вид корму, режим годування, сезонні зміни та фізіологічні особливості коро́па. Коро́п є всеїдною рибою, яка в природних умовах живиться як рослинною, так і тваринною їжею. Для максимально ефективного росту використовують комбінацію природних і штучних кормів [13, 14].

Відомо, що потреби риб у поживних речовинах тісно пов'язані і залежать від їх виду, віку, маси тіла, вгодованості. Чим повніше норма годівлі відповідає фізіологічним та продуктивним потребам організму на фоні забезпечення оптимальної технології годівлі, адаптованої до відповідних умов, тим реальніше отримання максимальної, генетично обумовленої продуктивності риб у реальний термін [17, 35].

Залежно від технології вирощування риби різних вікових груп з урахуванням видоспецифічних особливостей конкретних об'єктів культивування використовують різні корми. Пропорційно підвищенню рівня інтенсифікації виробництва у раціоні риб має закономірно зростати частка пропонованих штучних кормів [12].

Штучні корми є найбільш популярними в рибництві (аквакультурі) через їх доступність, збалансованість та можливість зберігати поживні властивості тривалий час. Склад штучних кормів включає білки, жири, вуглеводи, вітаміни та мінерали, які забезпечують коро́пу повноцінну годівлю. Важливе значення має вміст протеїну для молоді і він повинен становити 30–40%, а для дорослої риби 25–30%.

Виходячи з цього, корм має бути доступним за розмірами і мати відповідну консистенцію, що дасть змогу рибі споживати його без значних витрат енергії. При

цьому корм має бути привабливим за смаком, кольором, запахом і мати хімічно оптимальний склад. За дотримання цих умов корм швидко перетравлюватиметься і засвоюватиметься, забезпечуючи енергетичні і пластичні потреби організму коропа, відповідно до умов вирощування [19].

Основними білковими компонентами штучних кормів є рибне та соєве борошно, м'ясо-кісткове борошно, дріжджі та рослинні білки. Жировий склад представлений рибним жиром, рослинними оліями, які забезпечують незамінними жирними кислотами [16, 20, 21]. Вуглеводи (енергетичні потреби) в кормах походять переважно з зернових культур (кукурудза, пшениця, ячмінь). Енергетичні потреби коропа задовольняють шляхом включення до основного раціону легкозасвоюваних кормових добавок, що мають високу поживну цінність [11]. Перспективною кормовою добавкою є рослина амарант (*Amaranthus*). Використання білків амаранту в годівлі риб робить корм більш повноцінним і збалансованим за амінокислотним складом, вмістом пектину, вітамінів і біологічно активних речовин. Встановлено, що амарант, завдяки наявності флаваноїдів, зокрема, рутину, та поліфенольних сполук проявляє антиоксидантну властивість [10].

Вітаміни (А, D, Е, В-група) та мінерали (кальцій, фосфор, залізо, цинк) в кормах необхідні для зміцнення імунітету та покращення загального стану організму риби [2, 4, 31].

Технологія виробництва штучних кормів складається з кількох основних етапів: приготування суміші, формування гранул (екструдкування), сушка, додавання вітамінів, мінералів, охолодження, упаковка. Деякі виробники додають пробіотики та ферменти, що сприяють кращому засвоєнню рибою корму [28, 29].

Переваги штучних кормів полягають у їхній стабільності, збалансованості та можливості контролю якості. Вони дозволяють точно дозувати кількість поживних речовин, що забезпечує оптимальний ріст і розвиток коропа. Штучні корми доступні впродовж усього року та можуть зберігатися тривалий час без втрати поживної цінності. Крім того, вони запобігають зменшенню ризику захворювань, оскільки проходять термічну обробку, що знищує патогенні мікроорганізми. Однак існують і недоліки штучних кормів – неправильний вибір або перевищення норми може призвести до ожиріння, погіршення якості води або навіть захворювань через дисбаланс поживних речовин. Їхнє використання пов'язане з фінансовими витратами, оскільки якісні корми можуть бути дорогими [3].

Живі корми, до яких належать водорості, зоопланктон, личинки комах, черв'яки та інші природні ресурси, є основою годівлі багатьох видів риб у природних умовах. Вони забезпечують риbam всі необхідні поживні речовини у найбільш доступній та природній формі. Водорості – джерело клітковини, мінералів і деяких вітамінів, які допомагають покращити травлення у риб. Синьо-зелені водорості містять значну кількість білка і є важливим елементом раціону багатьох видів риб. Однак вони потребують певних умов для культивування і збору, що може бути обмеженням у комерційному рибництві. Рослинні білки: соя, ріпак, люпин, гороховий білок є дешевшими і доступнішими, порівняно із тваринними, їхня якість і засвоюваність є недостатньою для забезпечення повноцінного та збалансованого раціону [11].

В останні роки значна кількість досліджень була зосереджена на використанні рослин або їх екстрактів у годівлі риб, завдяки наявності в них антиоксидантів [9].

У раціоні коропа частка природних кормів тваринного походження має становити не менше 20–30% залежно від віку, фізіологічного стану і призначення певних груп риб. Такі корми мають високий вміст протеїну, жиру, макро- та

мікроелементів. На відміну від кормів рослинного походження, вони позбавлені клітковини, що значно підвищує їх поживну цінність [27].

Зоопланктон є джерелом білка і жирів для риб, особливо для молодих особин. Це натуральне джерело годівлі забезпечує високу біологічну цінність і легко засвоюється рибами. Збір зоопланктону в природних умовах може бути обмежений сезонними факторами, а також залежить від екологічних умов води [2, 7].

Личинки комах і черв'яки використовуються для годівлі риб у періоди їх активного росту. Личинки мух, комарів, черв'яки (наприклад, дощові) містять важливі амінокислоти і мікроелементи, які стимулюють швидкий ріст риб. Проте такі корми можуть бути обмежені в кількості та потребують спеціальних умов для розведення або збору [22].

Науковцями [1] було доведено, що масштабне виробництво протеїнів із ASI-джерел є економічно вигідним. Отриманий продукт за амінокислотним складом і поживною цінністю не поступається рибному борошну. Комахи, як і одноклітинні організми, розглядаються як перспективна сировина для кормів, оскільки містять не лише цінні нутрієнти, а й додаткові компоненти, які позитивно впливають на здоров'я риб порівняно з традиційними кормами.

Технології виробництва білка з комах перебувають на ранніх етапах освоєння. Результати пілотних досліджень свідчать про їх високу ефективність.

У Європі перші дослідження ефективності використання борошна комах здійснено при введенні повножирного борошна львинки чорної (*Hermetia illucens* Linnaeus, 1758) до раціону райдужної форелі (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792). Наступні дослідження були більш ґрунтовними і передбачали введення комах до повнораціональних збалансованих кормів із використанням різних способів їхньої обробки, а також відповідно до потреб видової групи риб і стадії онтогенезу [4].

Виробництво ASI-продуктів завдає значно меншого екологічного навантаження, включно зі зменшеними викидами парникових газів та зниженим споживанням води й енергії.

У Європі спостерігається стрімкий розвиток промислового виробництва ASI-продуктів. Регламент ЄС (2015/2283), який регламентує використання комах і одноклітинних організмів у тваринництві, суттєво розширив можливості їх застосування. Водорості та комахи дедалі більше розглядаються як реалістична глобальна альтернатива або доповнення до традиційних кормів у сфері аквакультури [22, 25].

Огляд наукової праці [7] виявив, що види малощетинкових червів: аулофорус (*Dero furcata*), трубочник звичайний (*Tubifex tubifex*), білий енхітрей (*Enchytraeus albidus*), гриндаль (*Enchytraeus buchhoizi*) доцільно використовувати в якості високобілкових добавок до основного корму та у переднерестовий період через їх високу калорійність. Втім, останній показник та бідний мінеральний склад унеможливує годівлю ними коропа на постійній основі.

Як зазначалося, перевагою живих кормів є їх висока засвоюваність, вони найкращий варіант для молоді коропа, оскільки легко перетравлюються і містять всі необхідні поживні речовини. Використання натуральних кормів сприяє зміцненню імунної системи риби, зменшенню ризику хвороб та покращенню якості м'яса. Крім того, у водоймах з високою природною продуктивністю живі корми можуть значно знизити витрати на вирощування риби, оскільки їх можна використовувати без додаткових фінансових вкладень.

Недолік живих кормів – залежність від природних умов водойми, температури води, сезону та рівня забрудненості. Наприклад, у зимовий період кількість

природного корму значно зменшується, що ускладнює забезпечення риби необхідними поживними речовинами. Контроль за якістю та поживною цінністю натуральних кормів є складним, оскільки їх склад змінюється залежно від екологічного стану водойми. У разі недостатньої кількості натурального корму можливе уповільнення темпів росту коропа, що негативно позначається на ефективності вирощування [22].

Живі корми, в свою чергу, є менш концентрованими за енергетичною цінністю, але їх природний склад дозволяє рибі отримувати поживні речовини в найбільш доступній і легко засвоюваній формі. Однак їх використання потребує більш ретельного контролю за якістю і кількістю, оскільки вони можуть містити паразитів або забруднювачі, які можуть негативно впливати на здоров'я риби.

Кормова база водойм відіграє важливу роль на перших етапах розвитку, забезпечуючи рибу необхідними білками, жирами та мікроелементами. Однак, із підвищенням щільності посадки коропа природних кормів стає недостатньо, і тому застосування штучних кормів стає необхідністю [15].

Введення в корм пребіотиків, пробіотиків, ферментів, вітамінних комплексів та імуномодуляторів сприяє засвоюваності поживних речовин, підвищенню стійкості до хвороб і скороченню термінів вирощування [18, 23].

Особливої уваги заслуговують пребіотики на основі мананових олігосахаридів (МОС), які чинять позитивний вплив на активність ферментів захисної мікрофлори кишечника та імунну систему риб, що веде до підвищення продуктивних показників та конверсії штучних кормів. Включення до раціону МОС може запобігти колонізації кишечника патогенними мікроорганізмами [5, 36].

Експериментальними дослідженнями науковців [5] встановлено позитивний вплив використання пребіотика на основі МОС в годівлі дволіток коропа. При згодовуванні у складі комбікорму середня маса була більшою на 11,5%, а рибопродуктивність – на 22,7% при цьому витрати корму на вирощування були нижчими на 20%.

До основного корму, як пребіотик згідно досліджень [6] додають препарат «Актіген», що посилює конкурентність природних нешкідливих (здебільшого коменсальних) або корисних (переважно мутуалістів) представників мікробіому кишечника. Відповідно, біднішає якісний та зменшується кількісний склад патогенних та умовно-патогенних мікроорганізмів. Згодовування цього пребіотика опосередковано зменшує чисельність грам-позитивних бактерій з групи протеобактерій (*Proteobacteria*) та відділу фірмікутів (*Firmicutes*), у тому числі й з класу клостридій (*Clostridia*), більшість представників якого є збудниками захворювань як риб, так і людини.

Збільшення техногенного навантаження на середовище призводить в першу чергу до погіршення екологічних умов вирощування та зниження резистентності організму риб. Слід зазначити, що при різних формах і способах вирощування з'являється можливість зменшити вплив чинників ендогенного та екзогенного походження за рахунок введення до раціону риб нових кормових добавок на основі рослинних компонентів із гепатопротекторними та антиоксидантними властивостями. Останні характеризуються позитивним впливом на рибопродуктивність, прирости в процесі вирощування та імунний статус організму риб. У даному контексті заслуговує на увагу олія розторопші плямистої (*Silybum marianum* L.), яка широко використовується у рибництві як гепатопротектор з антиоксидантними властивостями [8].

Дослідженнями [3] встановлено підвищення рибогосподарських показників за вирощування дволіток коропа в умовах ставів у результаті згодовування у складі

повнораціонального корму сірки кормової у кількості 0,04%. Після завершення вирощування у дослідній групі показник середньої маси коропа був більшим на 4,4% щодо контрольної групи, а рибопродуктивності – на 6,0%.

Не менш важливим є режим годівлі, оптимальна частота якої залежить від температури води та вікової групи коропа. У теплий період (температура води 22–28°C) молодняк годують 4–5 разів на день, а дорослу рибу 2–3 рази. За зниження температури до 10–15°C частоту зменшують, а за температури нижче 8°C годівля майже припиняється, оскільки обмін речовин у риби значно сповільнюється. Важливо годувати рибу в один і той же час, щоб уникнути перевитрат корму та зниження його засвоюваності.

Особливим аспектом є техніка роздачі корму. Використання автоматичних годівниць або рівномірний розподіл корму у воді запобігає конкуренції між рибами та сприяє рівномірному росту поголів'я. Важливо контролювати залишки корму, їх наявність свідчить про надмірне годування, що може призвести до забруднення водойми, зниження якості води та розвитку патогенних мікроорганізмів.

Оптимальне поєднання живих і штучних кормів залежить від типу водойми, щільності посадки риби та технології вирощування. В умовах екстенсивного рибиництва короп здебільшого живиться природними кормами, а штучні корми використовуються лише як доповнення в періоди зниження природної кормової бази. У напівінтенсивних системах комбіноване годування дозволяє підтримувати високі темпи росту, зменшуючи витрати на корми [24, 32].

Важливим фактором є сезонність: навесні та влітку, коли у водоймах активно розвивається зоопланктон і бентос, кількість штучного корму можна зменшити, дозволяючи рибі живитися природним кормом. Восени, коли природні ресурси виснажуються, слід підвищувати частку штучного корму, збагаченого жирами, щоб підготувати рибу до зимівлі. Крім того, комбінований підхід до годівлі має екологічні переваги. Надмірне використання штучних кормів може призводити до забруднення водойм, зниження рівня кисню у воді та зростання концентрації аміаку, що негативно впливає на стан риби. Поєднання натурального та штучного годування допомагає підтримувати природний баланс екосистеми, зменшувати забруднення та покращувати якість води [37].

Розвиток сучасного рибиництва значною мірою залежить від ефективності годівлі, оскільки витрати на корми становлять найбільшу частку у загальній собівартості продукції. З урахуванням зростання попиту на рибу та необхідності підвищення продуктивності аквакультури, перспективи розвитку годівлі у промисловому рибистві пов'язані з удосконаленням кормових технологій, використанням інноваційних інгредієнтів, автоматизацією процесів годівлі та впровадженням екологічно безпечних методів. Крім того, застосування цифрових технологій, таких як системи моніторингу поведінки риби та аналізу її харчової активності, дозволяє оптимізувати графік годівлі та зменшити перевитрати корму. Використання штучного інтелекту у рибистві відкриває можливості для персоналізованої годівлі, яка враховує вік, розмір, фізіологічний стан та середовище проживання риб [31, 34].

Отже, годівля – це важливий етап в аквакультурі, оскільки правильний вибір корму впливає на темпи росту риби, її здоров'я, економічну ефективність виробництва та якість рибної продукції. Як природні, так і штучні корми мають свої особливості, переваги та недоліки, що визначають їх ефективність залежно від умов вирощування та цілей виробництва.

Мета роботи полягала у комплексному дослідженні впливу інноваційних добавок у кормах на гідрохімічні показники та рівень мікробного забруднення водного середовища за вирощування коропа звичайного (*Cyprinus carpio*).

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводили в умовах повносистемного коропоного господарства центральної України. Об'єктом досліджень слугували дворічки коропа звичайного (*Cyprinus carpio*). Для постановки досліду було відібрано 300 екземплярів риб у яких середня початкова маса становила ~250 г. Усі відібрані риби були розділені на три групи по 100 екземплярів у кожній: Контрольна група (К) одержувала стандартний корм без інноваційних добавок. Дослідна група 1 одержувала корм із пребіотиком інуліном. Дослідна група 2 одержувала корм із пробіотиками, що містили *Bacillus spp.* і *Lactobacillus spp.*

Виклад основного матеріалу дослідження. Оцінка стану води за згодовування кормів з інноваційними добавками – важлива складова для контролю екологічної безпеки та здоров'я водних організмів, таких як риба. Інноваційні добавки в кормах можуть змінити хімічний склад води. Вони можуть привести до зміни рівня розчинених речовин, таких як нітрати, фосфати, амоній, або змінити рівень органічних сполук, що може вплинути на якість води та її здатність підтримувати здорове середовище для риб. Оцінка стану води дозволяє вчасно виявити можливе накопичення шкідливих сполук, таких як аміак, нітрити, які можуть виникати в результаті розкладу корму або його неповного засвоєння рибами, надмірна кількість у воді може спричинити токсичний вплив на рибу.

Деякі інноваційні добавки можуть впливати на мікробіологічний склад води, що змінює процеси розкладу органічних речовин і окислення у воді, що є важливим для підтримки належного екологічного балансу у водному середовищі. Надмірні зміни в якості води можуть спричинити стрес у риб, погіршити їх здоров'я та призвести до загибелі. Оцінка стану води дозволяє безпечно коригувати фактори, які можуть негативно вплинути на рибу.

Інноваційні добавки, такі як пробіотики чи інулін, можуть покращити засвоєння поживних речовин рибами, але одночасно важливо оцінити, як ці добавки впливають на хімічний і біологічний стан води. Це дозволяє забезпечити, щоб згодований корм не порушував нормальні фізико-хімічні параметри води.

Оцінка стану води повинна забезпечити відповідність усім екологічним нормам і стандартам. Загалом, оцінка стану води за використання інноваційних добавок у кормах сприяє забезпеченню здоров'я риб, підтримці належних умов для розвитку та ефективності водного середовища.

Результати дослідження рН води після згодовування рибі кормів, що містять інноваційні добавки представлено на рис. 1.

Аналіз даних, представлених на рисунку вказує, що показник рН змінювався у процесі вирощування риби, зокрема у період виконання досліду із введенням на корми інноваційних добавок і становив у контрольній групі 7,2. У першій дослідній групі, якій до корму додавали інулін, показник дещо різнився, проте ця зміна не суттєва – 7,3, а у другій дослідній групі, якій до корму додавали пробіотики залишався на рівні показника контрольної групи – 7,2. Саме такий показник рН відповідає необхідним параметрам норми води, для вирощування коропових риб.

Результати дослідження кисневого режиму води після згодовування рибі кормів, що містять інноваційні добавки, представлено на рис. 2.

Аналіз результатів змін кисневого режиму води після згодовування рибі кормів, що містять інноваційні добавки вказує, що кисень у воді знаходиться на

оптимальному рівні. Таким чином можна стверджувати, що згодовування інноваційних добавок не впливає на цей показник.

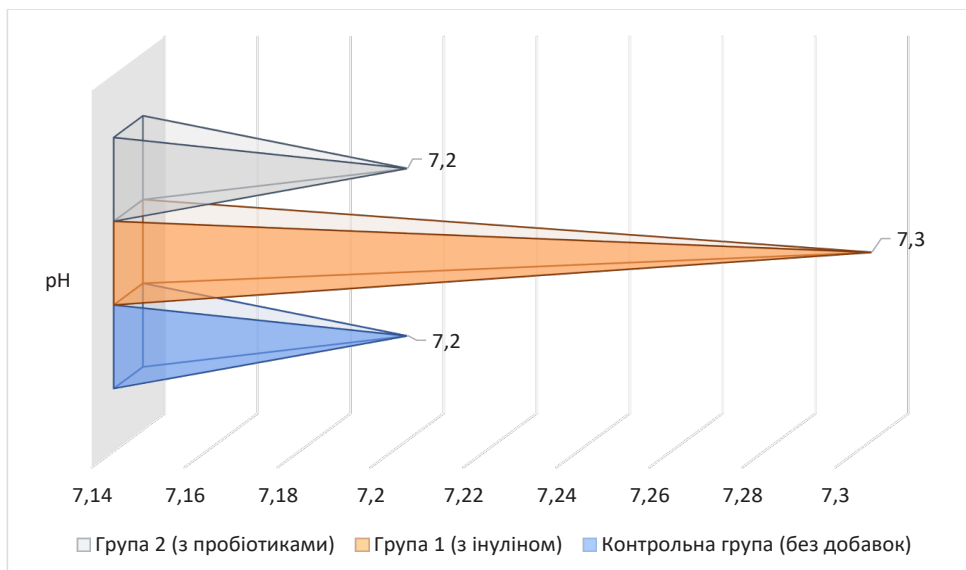


Рис. 1. Показник рН води після згодовування риби кормів, що містять інноваційні добавки

Результати дослідження хімічного споживання кисню у воді після згодовування риби кормів, що містять інноваційні добавки, представлено на рис. 3.

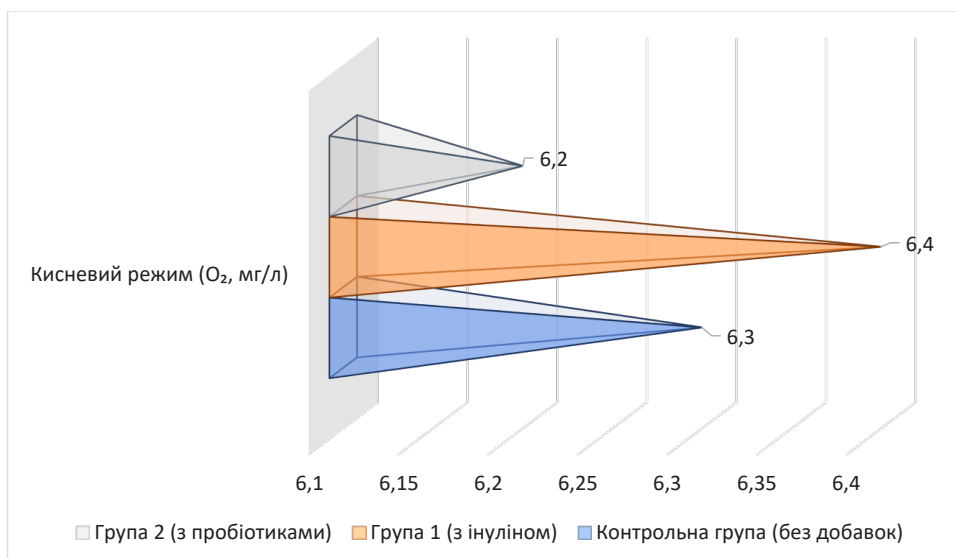


Рис. 2. Показник кисневого режиму води після згодовування риби кормів, що містять інноваційні добавки

Визначення хімічного споживання кисню (ХСК) у воді дозволяє оцінити рівень органічного та неорганічного забруднення, контролювати якість і стан водойм, прогнозувати дефіцит кисню, визначати токсичні речовини та ефективність очищення стічних вод, що є важливим для збереження екологічної рівноваги та запобігання негативним наслідкам для водних екосистем. Аналіз даних, які представлені на вище вказує, що показник хімічного споживання кисню дещо змінювався в процесі вирощування риб на кормах, які містять інноваційні добавки і становив у контрольній групі 10 мг/л, першій і другій дослідних групах, яким до корму додавали інулін і пробіотики, 9 мг/л, але не відхиляється від показників норми для води для вирощування коропових риб у ставових господарствах. Отже, додавання до корму інноваційних добавок не впливає на хімічне споживання кисню у воді. Нині актуальним стає питання підвищення імунітету ставової риби із використанням натуральних, вітамінних добавок, які вносяться до рецептури комбікормів. Саме такі поєднання сприяють перетравності корму, природних кормових ресурсів, що покращує як загальний стан риби так і сприяє темпу росту, впливає на зниження рентабельності під час вирощування.

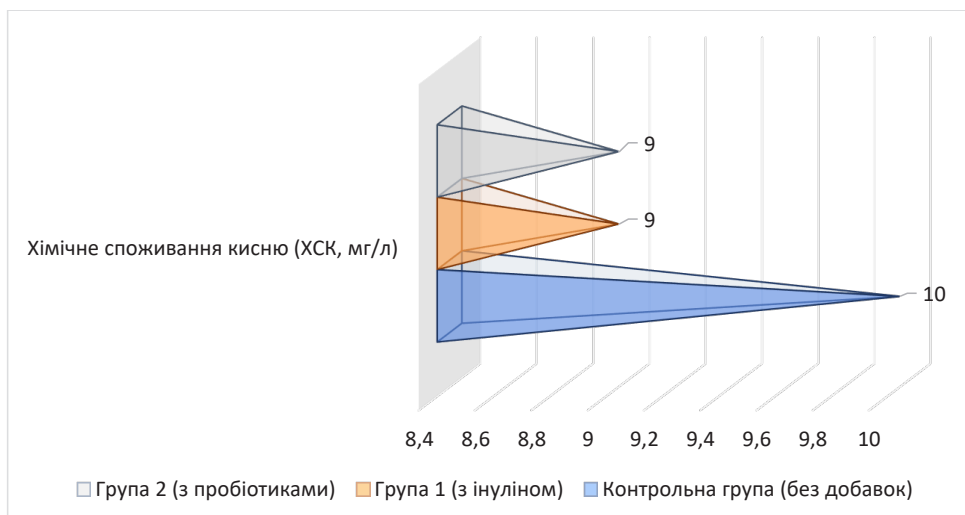


Рис. 3. Показник хімічного споживання кисню у воді після згодовування рибі кормів, що містять інноваційні добавки

Результати дослідження твердості води після згодовування рибі кормів, що містять інноваційні добавки, представлено на рис. 4.

Аналіз результатів змін твердості води за згодовування кормів, що містять інноваційні добавки показує, що твердість води знаходиться на оптимальному рівні. У контрольній групі риб, яких годували традиційними кормами, твердість води становила 180 мг/л CaCO_3 , у першій дослідній групі риб, яким до корму додавали інулін твердість води була така ж як і в контрольній групі і другій дослідній групі риб, яким до корму додавали пробіотики, твердість води становила 180 мг/л CaCO_3 . Отже, дослід використання дає можливість стверджувати, що згодовування інноваційних добавок не впливає на величину твердості води.

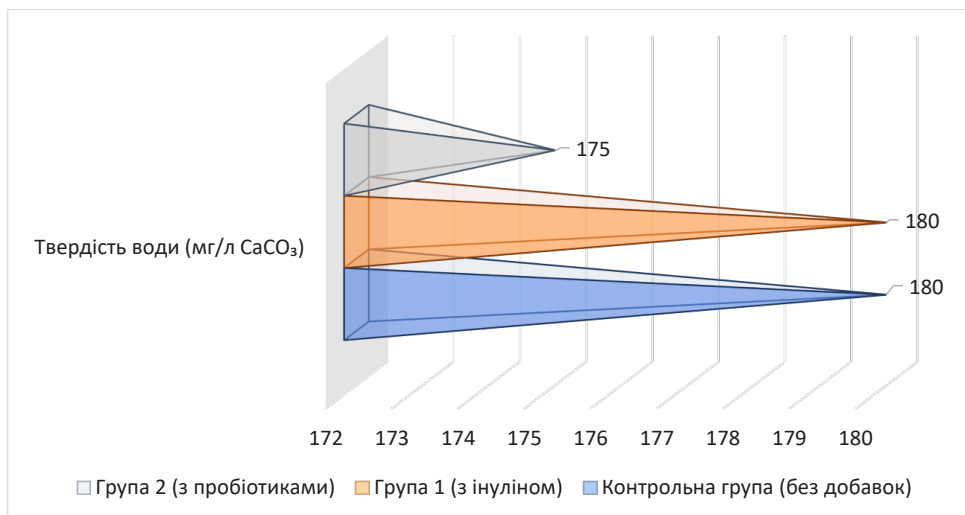


Рис. 4. Показник твердості води після згодовування риби кормів, що містять інноваційні добавки

Результати дослідження мікробного забруднення води після згодовування риби кормів, що містять інноваційні добавки, представлено на рис. 5.

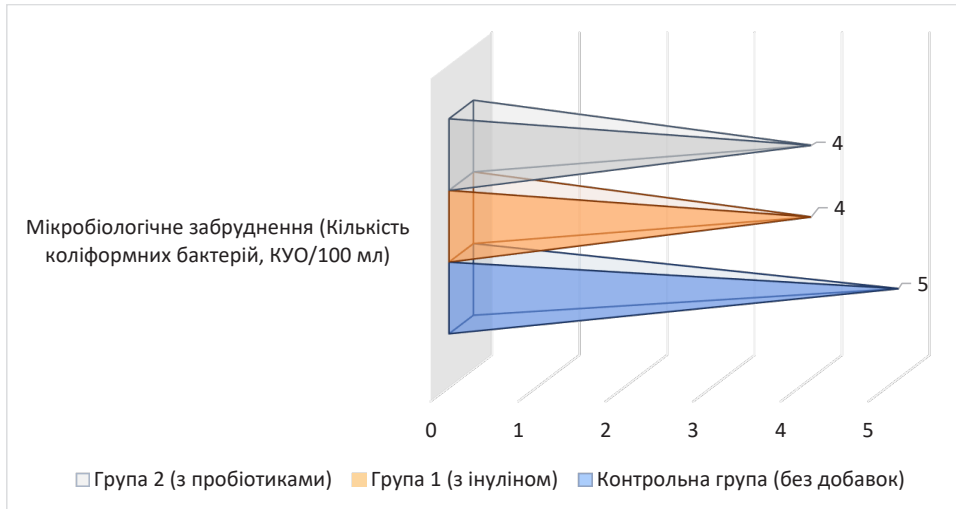


Рис. 5. Показник мікробного забруднення води після згодовування риби кормів, що містять інноваційні добавки

Аналіз даних рівнів мікробного забруднення води, зокрема кількості коліформних бактерій, які належать до санітарно-показових мікроорганізмів, після згодовування риби кормів із різними добавками, показав, що у водоймах, де риби отримували стандартний корм без добавок, їх рівень становив 5 КУО/100 мл.

Це найвищий показник серед досліджуваних груп, і свідчить про інтенсивніше мікробне забруднення.

У воді риб, яким до корму додавали інулін рівень коліформних бактерій становив 4 КУО/100 мл, що нижче на 20%, ніж у воді де утримувалася риба контрольної групи. Ми вважаємо, що інулін міг сприяти покращенню кишкової мікрофлори риб і зменшенню виділення ними органічних речовин, які є джерелом поживних речовин для бактерій.

Аналогічний рівень коліформних бактерій – 4 КУО/100 мл виявився у воді, де утримувалися риби, яким до корму додавали пробіотики. Ймовірно, пробіотики позитивно вплинули на кишкову мікрофлору риб, що сприяло зменшенню патогенних бактерій як у воді, так і в організмі риб.

Таким чином, використання кормів з інноваційними добавками (інуліном і пробіотиками) сприяє зниженню мікробного забруднення води, зменшуючи кількість коліформних бактерій у середньому на 20% порівняно з контрольною групою.

Висновки і пропозиції. Отже, отримані результати підтверджують, що додавання інуліну та пробіотиків може покращити санітарний стан водойм, що є важливим фактором для підтримки здоров'я риб і екологічної рівноваги. Обидві добавки демонструють схожий ефект щодо зниження мікробного забруднення, що свідчить про їхню ефективність у поліпшенні якості водного середовища.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бех В.В., Марценюк В.П., Тушницька Н.Й. Перспективи використання білкових компонентів нетрадиційного походження в комбікормах для аквакультури (огляд). *Рибогосподарська наука України*. 2020. Вип. 2(52). С. 53–64. <https://doi.org/10.15407/fsu2020.02.053>
2. Грициняк І.І., Шарко Д.П., Шкарбан В.В., Плічко В.Ф. Сучасний стан та розвиток рибної галузі України в кризовий час. *Рибогосподарська наука України*. 2015. Вип. 1(31). С. 5–15. <https://doi.org/10.15407/fsu2015.01.005>
3. Дерень О.В., Григоренко Т.В., Базаєва А.М., Чужма Н.П., Берсан Т.О. Підвищення ефективності вирощування коропа в умовах ставів шляхом удосконалення його раціону. *Рибогосподарська наука України*. 2024. Вип. 3(69). С. 110–129. <https://doi.org/10.61976/fsu2024.03.110>
4. Дерень О.В., Федоренко М.О. Обґрунтування та перспективи використання комах як джерела білка у кормах для риб (огляд). *Рибогосподарська наука України*. 2023. Вип. 4(66). С. 114–140. <https://doi.org/10.61976/fsu2023.04.114>
5. Добрянська О.П. Ефективність використання в годівлі коропа пребіотика на основі мананових олігосахаридів. *Рибогосподарська наука України*. 2021. Вип. 3(57). С. 60–71. <https://doi.org/10.15407/fsu2021.03.060>
6. Добрянська О.П., Дерень О.В., Симон М.Ю., Колесник Р.Р. Перспективи використання пребіотика «Актіген» у рибництві (огляд). *Рибогосподарська наука України*. 2022. Вип. 3(61). С. 53–70. <https://doi.org/10.15407/fsu2022.03.053>
7. Колесник Н.Л., Симон М.Ю., Маренков О.М., Нестеренко О.С., Тушницька Н.Й. Малоцетинкові черви (*Oligochaeta*): аулофлорус, трубочник звичайний, білий енхітрей та гриндаль – цінні кормові об'єкти у рибництві (огляд). *Рибогосподарська наука України*. 2019. Вип. 1(47). С. 28–47. <https://doi.org/10.15407/fsu2019.01.028>
8. Кориляк М.З., Бернакевич О.М., Добрянська О.П., Бобеляк Л.Й. Активність системи антиоксидантного захисту в організмі молоді коропа за згодовування олії розтропші плямистої. *Рибогосподарська наука України*. 2023. Вип. 4(66). С. 100–113. <https://doi.org/10.61976/fsu2023.04.100>
9. Намік К., Махмуд Ш.С., Абдулрахман Н.М., Гассан В.Р., Садраддін А.А., Рашид Р.М. Вплив годівлі коропа (*Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) азолою папоро-

теподібною (*Azolla filiculoides* Lam.) на якість його філе. *Рибогосподарська наука України*. 2021. Вип. 1(55). С. 94–111. <https://doi.org/10.15407/fsu2021.01.094>

10. Паламарчук Р.А., Дерень О.В., Качай Г.В. Вплив згодовування ама-ранту (*Amaranthus*) на рибницькі та деякі фізіолого-біохімічні показники дволі-ток коропа. *Рибогосподарська наука України*. 2016. Вип. 2(36). С. 73–81. <http://dx.doi.org/10.15407/fsu2016.02.073>

11. Романов Г.В., Дерень О.В. Особливості та перспективи використання рос-линного білка в годівлі коропа (*Cyprinus carpio* Linnaeus). *Рибогосподарська наука України*. 2023. Вип. 1(63). С. 108–140. <https://doi.org/10.15407/fsu2023.01.108>

12. Ahmed I., Jan K., Fatma S., Dawood M.A. Muscle proximate composition of various food fish species and their nutritional significance: A review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2022. Vol. 106. P. 690–719. <https://doi.org/10.1111/jpn.13711>

13. Ahmed I., Reshi Q.M., Fazio F. The influence of the endogenous and exogenous factors on hematological param-eters in different fish species: A review. *Aquaculture International*. 2020. Vol. 28. P. 869–899. <https://doi.org/10.1007/s10499-019-00501-3>

14. Bae J., Song Y., Moniruzzaman M., Hamidoghli A., Lee S., Je H., Choi W., Min T., Bai S.C. Evaluation of dietary soluble extract hydrolysates with or without supplementation of inosine monophosphate based on growth, hematology, non-specific immune responses and disease resistance in juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Animals*. 2021. Vol. 11(4). P. 1107. <https://doi.org/10.3390/ani11041107>

15. Baek S.I., Cho S.H. (2024). Effects of dietary inclusion of a crude protein source exhibiting the strongest attractiveness to red sea bream (*Pagrus major*) on growth, feed availability, and economic efficiency. *Animals*. 2024. Vol. 14(5). P. 771. <https://doi.org/10.3390/ani14050771>

16. Ha M.S., Cho S.H., Kim T. Dietary substitution of fish meal by meat meal: Effects on juvenile olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) growth performance, feed utilization, haematology, biochemical profile and disease resistance against streptococcus iniae. *Aquaculture Nutrition*. 2021. Vol. 27. P. 1888–1902. <https://doi.org/10.1111/anu.13326>

17. Hancz C. Feed efficiency, nutrient sensing and feeding stimulation in aquaculture: A review. *Acta Agraria Kaposváriensis*. 2020. Vol. 24. № 1. P. 35–54.

18. Hossain M.S., Koshio S., Kestemont P. Recent advances of nucleotide nutrition research in aquaculture: a review. *Reviews in Aquaculture*. 2019. Vol. 12. № 2. P. 1028–1053. <https://doi.org/10.1111/raq.12370>

19. Hua K., Cobcroft J.M., Cole A., Condon K., Jerry D.R., Mangott A., Praeger C., Vucko M.J., Zeng C., Zenger K., Strugnelli J.M. The future of aquatic protein: Implications for protein sources in aquaculture diets. *One Earth*. 2019. Vol. 1, № 3. P. 316–329. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2019.10.018>

20. Huang J., Zhou C., Xu F., Luo X., Huang X., Huang Z., Yu W., Xun P., Wu Y., Lin H. Effects of partial replace-ment of fish meal with porcine meat meal on growth performance, antioxidant status, intestinal morphology, gut microflora and immune response of juvenile golden pompano (*Trachinotus ovatus*). *Aquaculture*. 2022. Vol. 561, 738646. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738646>

21. Jannathulla R., Rajaram V., Kalanjiam R., Ambasankar K., Muralidhar M., Dayal J.S. Fishmeal availability in the scenarios of climate change: Inevitability of fishmeal replacement in aquafeeds and approaches for the utilization of plant protein sources. *Aquaculture Research*. 2019. Vol. 50. P. 3493–3506. <https://doi.org/10.1111/are.14324>

22. Jeong H.S., Cho S.H. Inclusion effect of jack mackerel meal as feed stimulants in diets replacing different levels of fish meal with various animal protein sources on growth performance of olive flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Aquaculture Reports*. 2023. Vol. 28. 101450. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2022.101450>

23. Jeong H.S., Choi D.G., Lee K.W., Cho S.H., Lim S.G., Lee B.J., Hur S.W., Son M.H., Lee S.H., Kim K.W. Attractiveness of various crude feed ingredients

to juvenile olive flounder (*Paralichthys olivaceus*, Temminck & Schlegel) and its application to aquaculture. *Aquaculture Research*. 2020. Vol. 51. P. 4517–4532. <https://doi.org/10.1111/are.14797>

24. Jeong H.S., Kim J., Olowe O.S., Cho S.H. Dietary optimum inclusion level of jack mackerel meal for olive flounder (*Paralichthys olivaceus*, Temminck & Schlegel, 1846). *Aquaculture*. 2022. Vol. 559. 738432. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738432>

25. Kim H.S., Baek S.I., Lee K.W., Jeong H.S., Cho S.H. Attractiveness of various protein sources to juvenile rockfish (*Sebastes schlegeli*, Hilgendorf 1880). *Journal of Applied Aquaculture*. 2020. Vol. 32. № 3. P. 205–220. <https://doi.org/10.1080/10454438.2019.1655516>

26. Kim H.S., Cho S.H. Dietary inclusion effect of feed ingredients showing high feeding attractiveness to rockfish (*Sebastes schlegeli* Hilgendorf 1880) on the growth performance, feed utilization, condition factor and whole body composition of fish (II). Comparative Biochemistry and Physiology Part A: *Molecular & Integrative Physiology*. 2019. Vol. 231. P. 66–73. <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2019.01.011>

27. Pasquale F. Sustainable food science : a comprehensive approach. Elsevier Inc., 2023. Print.

28. Peng D., Peng B., Li J., Zhang Y., Luo H., Xiao Q., Tang S., Liang X. (2022). Effects of three feed attractants on the growth, biochemical indicators, lipid metabolism and appetite of Chinese perch (*Siniperca chuatsi*). *Aquaculture Reports*. Vol. 23. 101075. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2022.101075>

29. Psafakis P., Karapanagiotidis I.T., Malandrakis E.E., Golomazou E., Exadactylos A., Mente E. Effect of fishmeal replacement by hydrolyzed feather meal on growth performance, proximate composition, digestive enzyme activity, haematological parameters and growth-related gene expression of gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*. 2020. Vol. 521. 735006. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735006>

30. Sim Y.J., Cho S.H., Kim T. Manipulation impacts of jack mackerel meal in low fish meal diets on growth, feed availability, and biochemical composition of olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) and economic analysis. *Journal of the World Aquaculture Society*. 2025. Vol. 56. № 1. e13096. <http://dx.doi.org/10.1111/jwas.13096>

31. Takakuwa F., Masumoto T., Haruhisa F. Identification of feeding stimulants for greater amberjack *Seriola dumerili* in muscle tissue of jack mackerel *Trachurus japonicus*. *Fisheries Science*. 2019. Vol. 85. № 2. P. 387–395. <https://doi.org/10.1007/s12562-018-01285-w>

32. Taştan Y., Salem M.O.A. Use of phytochemicals as feed supplements in aquaculture: A review on their effects on growth, immune response, and antioxidant status of finfish. *Journal of Agricultural Production*. 2021. Vol. 2. № 1. P. 32–43. <http://dx.doi.org/10.29329/agripro.2021.344.5>

33. Tola S., Sommit N., Seel-audom M., Khamtavee P., Waiho K., Boonmee T., Yungsoi B., Munpholsri N. Effects of dietary tuna hydrolysate supplementation on feed intake, growth performance, feed utilization and health status of Asian sea bass (*Lates calcarifer*) fed a low fish meal soybean meal-based diet. *Aquaculture Research*. 2022. Vol. 53. P. 3898–3912. <https://doi.org/10.1111/are.15894>

34. Twahirwa I., Wu C., Ye J., Zhou Q. The effect of dietary fish meal replacement with blood meal on growth performance, metabolic activities, antioxidant and innate immune responses of fingerlings black carp, *Mylopharyngodon piceus*. *Aquaculture Research*. 2021. Vol. 52. P. 702–714. <https://doi.org/10.1111/are.14927>

35. Yamamoto T., Matsunari H., Oku H., Murashita K., Yoshinaga H., Furuita H. Supplemental effects of histidine to fishmeal-based and low-fishmeal diets on the growth performance and tissue free amino acid levels of fingerling yellowtail *Seriola quinqueradiata*. *Aquaculture Sciences*. 2019. Vol. 67. № 4. P. 367–375. <https://doi.org/10.1123/aquaculturesci.67.367>

36. Ye J-D., Wang K., Li F-D., Sun Y-Z. Single or combined effects of fructo- and mannan oligosaccharide supplements and *Bacillus clausii* on the growth, feed utilization, body composition, digestive enzyme activity, innate immune response and lipid metabolism of the Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture Nutrition*. Vol. 17(4). e902–e911. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2011.00863.x>

37. Zaman M.F.U., Li R., Cho S.H. Evaluation of meat meal as a replacer for fish meal in diet on growth performance, feed utilization, chemical composition, hematology, and innate immune responses of olive flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Fishes*. 2022. Vol. 7(6). P. 343. <https://doi.org/10.3390/fishes7060343>

UDC 502.1/504.054:678

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.41>

BIODEGRADABLE PLASTIC: CURRENT TREND OR TODAY'S REQUIREMENT

Dudyayeva O.A. – Senior Lecturer at the Department of Ecology and Sustainable Development named after Professor Y.V. Pylypenko,
Kherson State Agrarian and Economic University
orcid.org/0000-0001-6252-5396

The article examines one of the main environmental problems of environmental pollution, which occurs due to the growth of fossil fuel use, increased greenhouse gas emissions into the atmosphere, and the deepening climate crisis, and requires the search for alternative solutions. One of the sources of environmental pollution, including increased greenhouse gas emissions, is plastic products. This is explained by the use of natural fossil resources for their production, their insufficient processing, slow decomposition in nature, which leads to the release of harmful substances into the atmosphere and the accumulation of plastic waste. In addition, plastic pollution negatively affects ecosystems, human health, and poses a direct threat to the preservation of biodiversity.

The development of the biodegradable plastic market has become an alternative solution to replace traditional plastics, including as packaging materials and other plastic products. Bioplastics are able to decompose under the influence of microorganisms, and at the same time turn into carbon dioxide, water and biomass.

Analysis of the global biodegradable plastics market predicts its growth, with 1.8 million tons of biodegradable polymers accounting for 2.87 million tons of bio-based plastics by the end of 2025. This will help reduce the amount of plastic waste that pollutes the environment, as when released into the environment, the materials decompose under the influence of microorganisms and natural processes, such as biodegradation, composting and aerobic processing.

Reducing the consumption of petroleum products for the production of biodegradable polymers will help reduce dependence on oil and reduce greenhouse gas emissions during its extraction and processing, reducing greenhouse gas emissions.

A regulatory framework has been developed at the international and European levels to regulate the development of the biodegradable plastics market.

Key words: fossil fuels, environmental pollution, greenhouse gases, greenhouse gas emissions, climate change, biodegradable plastic.

Дудяєва О.А. Біорозкладний пластик: сучасний тренд чи вимога сьогодення

У статті розглянуто одну з основних екологічних проблем забруднення довкілля, що відбувається через зростання обсягів використання викопного палива, збільшення викидів парникових газів в атмосферу, поглиблення кліматичної кризи та вимагає пошук альтернативних рішень. Одним із джерел забруднення навколишнього середовища, в тому числі збільшення емісії парникових газів, є пластикові вироби. Це пояснюється використанням природних викопних ресурсів для їх виробництва, недостатньою їх переробкою, повільним розкладанням в природі, що призводить до виділення шкідливих речовин в атмосферу та накопичення пластикових відходів. Крім того, пластикове забруднення негативно впливає на екосистеми, здоров'я людей, несе пряму загрозу збереженню біорізноманіття.

Розвиток ринку біорозкладного пластика стало альтернативним рішенням щодо заміни традиційних пластиків, у тому числі в якості пакувальних матеріалів та інших пластикових виробів. Біопластик здатний розкладатися під впливом мікроорганізмів, і водночас перетворюватися на вуглекислий газ, воду і біомасу.

Аналіз світового ринку біорозкладаних пластмас прогнозує його зростання, причому до кінця 2025 року з 2,87 млн тонн пластику на біологічній основі 1,8 млн тонн складатиме об'єм ринку біорозкладних полімерів. Це сприятиме зниженню кількості пластикових відходів, що забруднюють навколишнє середовище, так як при потраплянні в навколишнє середовище матеріали розкладаються під впливом мікроорганізмів та природних процесів, таких як біологічне розкладання, компостування та аеробна переробка.

Зниження споживання нафтопродуктів для виробництва біорозкладних полімерів сприятиме зниженню залежності від нафти та скорочуватиме викиди парникових газів при її видобутку та переробці, знижуючи емісію парникових газів.

На міжнародному та європейському рівні розроблено нормативно-правову базу з метою регулювання розвитку ринку біорозкладних пластмас.

Ключові слова: *викопне паливо, забруднення навколишнього середовища, парникові гази, емісія парникових газів, кліматичні зміни, біорозкладний пластик.*

Relevance of the research topic. Against the backdrop of the continuous growth of fossil fuel use, the intensification of the climate crisis, the increase in greenhouse gas emissions and other pollutants, the problem of environmental pollution is becoming increasingly acute, which requires the search for effective alternative solutions.

This problem is also exacerbated by the growing costs of maintaining old and creating new landfills. Today, there is an urgent need to use more environmentally friendly methods of processing and disposing of waste. The limited resources of fossil fuels and the problem of recycling certain items affect the production and use of new types of packaging and certain products [1].

One of the most promising solutions is the use of new modern materials, such as biodegradable plastic. Such an innovative solution has great potential to change a person's lifestyle, make it safer, and form an environmentally conscious and responsible society.

Problem statement. One of the sources of environmental pollution, including increased greenhouse gas emissions, is plastic products, which are an integral aspect of our lives. The use of such natural resources as oil, gas, coal for their production, their insufficient processing, slow decomposition in nature lead to the release of harmful substances into the atmosphere and the accumulation of plastic waste. This negatively affects ecosystems and human health, threatens the preservation of biodiversity.

Materials and research methods. To achieve the goals of the article, expert assessments, statistical data, literary sources on plastic pollution of the environment were analyzed, alternative solutions were found to reduce the impact and consequences of this pollution, the development of the global market and the Ukrainian market of biodegradable plastics and the regulatory framework for its regulation were considered.

Research results. The paper presents the results of the analysis of the plastic products market and experience in finding alternative solutions to reduce the negative impact of this sector on the environment.

A significant share of the plastic products market is occupied by packaging materials. The development and production of these materials with increased compost ability characteristics is directly related to the growth of costs for products from petrochemical raw materials. Moreover, the expectations of the consumer market for these products are supplemented by the requirements of society for packaging and products with improved environmental properties. Due to the emergence of a large number of new materials on the consumer market, understanding and needs for their compost ability have become more relevant.

Most polymers are made from such natural resources as oil, gas, coal. This production is extremely harmful, as a result of which a large amount of carbon dioxide is released, the emissions of which negatively affect the environment. In addition, the polymers used today have a very long decomposition period. For example, the decomposition period of a plastic bottle is 450 years, a plastic straw – 200 years, a toothbrush – 500 years [2].

Composting, as a method of recycling and/or disposal of waste, including at home, is now used in many leading countries of the world and, according to experts, the pace

of its implementation will increase over the next decade. The leader in this direction is the United Kingdom, where, thanks to an improved waste management infrastructure together with modern technologies for the production of compostable products, a closed cycle for packaging and products is being implemented.

One of the alternative solutions to the problem of environmental pollution by plastic, replacing conventional polymers used for packaging, has been the development of biodegradable materials [3, 4].

Biodegradable plastic is made from biological material, such as plants, biological waste, capable of decomposing under the influence of microorganisms, and at the same time turning into carbon dioxide, water and biomass.

An important difference between bioplastics and conventional polymers is that they can completely decompose into harmless substances in a short period of time (up to three months). There is a misconception that such materials decompose when released into nature and completely disappear in a matter of weeks. However, in reality, the process can last for different periods and require special conditions.

There are two types of biodegradable plastics, depending on the method of their decomposition.

The first type is biodegradable materials, which, under special conditions, decompose into water, carbon dioxide and organic compounds under the action of microorganisms. The decomposition occurs quickly, within a few months.

The second type is compostable materials. They decompose into water, carbon dioxide, as well as inorganic compounds and biomass in compost pits under the influence of microorganisms, as well as high temperature and pressure. This occurs at the same speed as the decomposition of conventional organic waste. As a result of the decomposition process, no toxic residues are created.

But, as noted above, any bioplastic needs the right conditions for rapid decomposition.

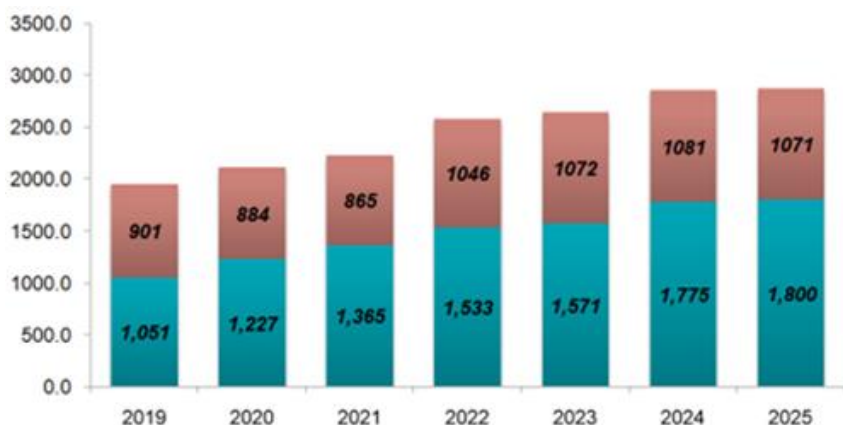
The environmental friendliness of bioplastics lies not only in the short period of its decomposition, but also in the fact that during its production many times less greenhouse gases are released into the atmosphere.

Although, the production and use of bioplastics also has disadvantages. These are:

- The production of biodegradable materials is much more expensive than the production of conventional plastics.
- Special conditions are required for the proper processing of bioplastics. Most often, they are created by high-temperature composting plants. Without them, bioplastics do not decompose in conventional landfills and even emit dangerous methane gas.
- Incorrectly processed bioplastics can contaminate an entire batch of properly processed conventional plastic.
- The successful use of bioplastics requires a strong environmental awareness of society and organized separate waste collection.
- Bioplastics are not recycled for reuse [5].

Analysis of the use of biodegradable plastic in Ukraine shows that its active growth occurred in 2020 – a period of spreading public awareness aimed at reducing the negative impact on the environment through rational consumption and increasing requirements for the environmental friendliness of packaging materials. With the adoption in 2021 of the Law of Ukraine “On Restricting the Circulation of Plastic Bags in Ukraine”, the development of the biodegradable plastic market at the state level was stimulated. Moreover, given the presence of a “rich” raw material base and the created favorable conditions, this market became attractive for investment. Unfortunately, the full-scale military invasion of Ukraine slowed down this process.

The international company European Bioplastics, in collaboration with Nova-Institute, conducted a marketing study of the global biodegradable plastics market and made a forecast of its growth, which is presented in the figure. By 2025, the world will have capacity to produce 2.87 million tons of bio-based plastic, of which the market volume of biodegradable polymers will be 1.8 million tons [4].



Biodegradable plastic market capacity, thousand tons

Market capacity of bio-based, non-biodegradable plastics, thousand tons

Fig. 1. Forecast capacity indicators of the global bioplastics market for 2021-2025 [6]

Promising areas of development of the biodegradable plastic market in the near future will be the segments of polylactic acid (PLA), bio-based polypropylene and polyhydroxyalkanoates (PHA).

According to the forecast of the consulting company Mordor Intelligence, the average annual growth rate of the global bioplastics market by the end of 2025 will exceed 15 %.

A significant share of the consumer market for plastic products is made up of disposable tableware and packaging materials.

The prospects for the use of biodegradable disposable tableware are great. Firstly, this will help reduce the amount of plastic waste that pollutes the environment. Today, this waste poses a serious threat to marine animals and birds, so the transition to biodegradable tableware can be a step towards solving this problem.

Secondly, biodegradable tableware decomposes naturally when it enters nature. It has the ability to decompose under the influence of microorganisms and natural processes such as biodegradation, composting and aerobic processing. In the presence of moisture and oxygen, it can completely decompose within several months or years, depending on the material. Thus, the use of biodegradable plastic tableware reduces the burden on landfills and helps reduce the volume of waste.

Thirdly, the use of biodegradable tableware will contribute to reducing the consumption of petroleum products used to produce plastic tableware. Such production requires a significant amount of oil, which is a raw material for production, which negatively affects its reserves. Oil is a limited fossil natural resource, the extraction and processing

of which have serious environmental consequences. Biodegradable materials used to create tableware are an alternative to petroleum products, thus reducing dependence on oil and reducing greenhouse gas emissions during its extraction and processing, reducing greenhouse gas emissions.

Another advantage of using biodegradable tableware is the possibility of increasing awareness and responsibility of consumers regarding the state of the environment, problems associated with waste, especially plastic, and their impact on ecosystems. Traditional plastic tableware takes hundreds of years to decompose, which leads to the accumulation of garbage in landfills, pollution of water and natural resources. Biodegradable tableware, in turn, decomposes faster and does not cause as much harm to the environment. In addition, the production of biodegradable tableware, as a new sector of the economy, can create new jobs and support economic growth in regions where there is access to raw materials for its production. Biodegradable disposable tableware, as an alternative to traditional plastic tableware, has a high degree of recycling. After use, it can be collected and composted, which will allow obtaining valuable organic fertilizer to restore soil fertility. This, in turn, will reduce the amount of waste going to landfills or landfills, will contribute to increasing the level of waste recycling and recycling. Biodegradable tableware does not contain toxic substances that can be released during the decomposition of plastic tableware and is safer for human health.

One of the key aspects of the environmental friendliness of biodegradable tableware is the reduction of greenhouse gas emissions. During the decomposition of organic materials used for its production, significantly fewer greenhouse gases are released than during the decomposition of plastic. This is an important solution to the problem of the deepening climate crisis. In addition, most manufacturers in the member states of the European Union prefer to implement sustainable production models based on the principles of the circular economy.

Today, increasingly on the shelves of supermarkets and in retail chains on the packaging you can find such terms as “biodegradable”, “compostable”.

The misleading nature of these terms, their insufficient understanding by the consumer, led to the development by the European Commission of the standard EN 13432:2000 Packaging – Requirements for packaging recoverable through composting and biodegradation – Test scheme and evaluation criteria for the final acceptance of packaging [7]. The standard defines the requirements for packaging that can be recycled through composting and biodegradation. Moreover, these requirements relate to the biodegradability of the material or packaging, but not to the origin of the raw materials from which they are obtained. Therefore, if the material is of plant origin (i.e. biodegradable), this does not mean that it does not necessarily have to be biodegradable or compostable.

At the same time, if the material or packaging meets the requirements of the standard, it is compostable, and under proper composting conditions it will turn into compost, CO₂ and water, and leave no traces of microplastics.

The purpose of EN 13432 is to demonstrate that the packaging is made of compostable material and is one hundred percent environmentally friendly. Thus, companies producing packaging materials and packaging assure their consumers of their environmental awareness and environmental responsibility.

The importance of this standard is further enhanced by the fact that the volume of conventional plastic waste is constantly growing and poses a significant threat to natural ecosystems. Such initiatives to create rules and specific actions to reduce plastic waste pollution accelerate the transition to more environmentally friendly materials.

EN 13432 defines the requirements and procedures for determining the compostability and aerobic processability of packaging (and its materials). According to this standard, a material can be defined as “compostable” if it meets the following characteristics:

- the decomposition of the material by at least 90 % occurs within 6 months when in contact with an environment rich in carbon dioxide;
- when in contact with organic materials, after 3 months the material must fragment into sizes less than 2 mm by at least 90 %;
- the material must not negatively affect or reduce the quality of the compost produced during the composting process;
- the material must have a low concentration of heavy metals;
- the pH value, content and concentration of nitrogen, magnesium, potassium, volatile solids must be within the established norms.

As already mentioned above, there are two types of composting: in industrial conditions and in home composting. The state of biodegradability in industrial composting conditions can be demonstrated at a temperature of 58 °C and a composting time of 6 months. Home composting is carried out at a temperature of 20 °C to 30 °C for 12 months.

EN 13432 is not mandatory, but its use by a company or brand of materials that comply with it demonstrates that they are environmentally responsible, which has a positive impact on the growth of their consumer market.

According to research conducted by leading European courier company Seven Senders, assessing the delivery of products purchased through e-commerce, the mentality of the end consumer has changed in recent years. Thus, seven out of ten European customers are willing to pay more for more environmentally friendly delivery, which is 16 percentage points more than in 2021.

Consumer demand for green and environmentally friendly packaging is extremely stable and resilient throughout the changes that have occurred in public life over the past few years. Today, 86 % of consumers under the age of 45 are willing to pay a higher price for environmentally friendly packaging.

The regulation of the packaging materials and waste market in the European market is carried out in accordance with EU legislation, including all materials and packaging in commercial, domestic, industrial and other sectors.

The first rules on packaging and packaging waste were set out in Directive 94/62/EC on packaging and packaging waste (PPWD). This law defines what types of packaging can be placed on the EU market and sets out measures for the management of packaging waste. All packaging must meet essential requirements relating to its production, composition and suitability for reuse or recovery.

In November 2024, the European Parliament reviewed and in December finally approved the text of the Regulation (EU) 2025/40 of the European Parliament and of the Council of 19 December 2024 on packaging and packaging waste, amending Regulation (EU) 2019/1020 and Directive (EU) 2019/904, and repealing Directive 94/62/EC. On 22 January 2025, the PPWR was officially published in the Official Journal of the EU and will enter into force 18 months after its publication [8].

Taking into account the challenges of today, the text of the Regulation establishes new definitions and legal obligations regarding bioplastics, their biodegradability and compostability. The main ones are:

“1. The Commission should adopt legislation to promote the use of bioplastics in packaging with a view to ensuring their use to replace recycled food contact materials

after consumption, where they are not available in sufficient quantities to achieve the minimum recycled plastic content targets.

2. There are new targets for the minimum percentage of recycled plastic in non-compostable plastic packaging. Packaging made from compostable materials is therefore exempt from these minimum percentage targets for recycled plastic in its composition, which in its final period, starting in 2040, will reach between 25 % and 65 % by weight depending on its composition and using.”

This Regulation, as a legal document, will be mandatory in all EU countries. All plastic packaging in the EU will be recyclable or reusable.

Today, the market for plastics in Europe, including packaging materials and packaging, is:

- 2,400 companies producing plastic packaging;
- 40 % of plastic is used for packaging;
- by 2030, mandatory compliance with European standards for 100 % reusable plastic packaging, recyclable or compostable.

Furthermore, Directive (EU) 2018/852 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 94/62/EC on packaging and packaging waste aims to improve “waste management in order to protect, preserve and improve the quality of the environment, protect human health, ensure a rational, efficient and sustainable use of natural resources, promote the principles of the circular economy, increase the use of renewable energy, increase energy efficiency, reduce the Union’s dependence on imported resources, create new economic opportunities and promote long-term competitiveness. More efficient use of resources will also bring significant net savings for businesses, public authorities and consumers in the Union, while reducing overall annual greenhouse gas emissions” [9].

According to this Directive, by 2030, the recycling industry of European countries is obliged to adapt the targets set in Directive 94/62/EC of the European Parliament and of the Council on the recovery and recycling of packaging and packaging waste to decisions on increasing the recycling of packaging waste. In this context, a new understanding of the plastics market is being created, corresponding to a more sustainable form of production using more sustainable materials, with an emphasis on reuse and extending the shelf life of products.

Conclusions. The increase in greenhouse gas emissions into the atmosphere is one of the problems of environmental pollution. Among the main sources of this pollution are plastic products. This is explained by the use of natural fossil resources for their production, their insufficient processing, slow decomposition in nature, which leads to the release of harmful substances into the atmosphere and the accumulation of plastic waste, which negatively affects ecosystems, human health, and the planet’s biodiversity.

The deepening of this problem requires the search for alternative solutions. One of such solutions is the development of the biodegradable plastic market. Bioplastic is able to decompose under the influence of microorganisms and natural processes under certain conditions, such as biodegradation, composting, and aerobic processing.

Analysis of the global biodegradable plastics market predicts its growth in the future. This will contribute to a reduction in the amount of plastic waste, a decrease in the consumption of petroleum products for the production of biodegradable polymers, which will reduce greenhouse gas emissions during their extraction and processing.

At the European level, the regulation of the biodegradable plastics market is carried out in accordance with European regulations, directives and standards. What is important for the production of biodegradable plastics and their recycling after their using.

REFERENCES:

1. Гринькевич О. С., Садова У. Я., Матковський С. О. та ін. Нова економіка пластмас: потенціал, технології, стимули: аналіт. доп. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, НУ «Львівська політехніка». 2022. 72 с.
 2. Дюдєєва О. А., Грицюк І. В. Розвиток ринку біорозкладного пластику, як віддзеркалення зростаючих витрат на продукцію нафтохімічної галузі: матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції [«Екологічний стан навколишнього середовища та раціональне природокористування в контексті сталого розвитку»]. (24–25 жовтня 2024. м. Херсон–Кропивницький). Херсон: Олді+, 2024. С. 81–84. URL: <https://www.ksau.kherson.ua/files/konferencii/2024/>
 3. Відмова від одноразового використання інструкція для національних лідерів щодо відмови від пластику одноразового використання. Альянс Rethink Plastic та Break Free From Plastic. Звіт. 2020, Київ. 30 с.
 4. European Bioplastics. Website. URL: <https://www.european-bioplastics.org/>
 5. Гавриленко О. М., Плішивий Б. М. Світові тенденції розвитку ринку біорозкладних пакувальних матеріалів. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. Випуск 47. 2023. С. 160–165.
 6. Pro-Consulting. URL: <https://pro-consulting.ua/ua/pressroom/rynok-biorazlagaemogo-plastika-v-ukraine-dannye-pro-consulting>
 7. EN 13432 certified bioplastics performance in industrial composting. *European Bioplastics*. URL: <https://www.european-bioplastics.org/en-13432-certified-bioplastics-performance-in-industrial-composting/>
 8. Regulation (EU) 2025/40 of the European Parliament and of the Council of 19 December 2024 on packaging and packaging waste, amending Regulation (EU) 2019/1020 and Directive (EU) 2019/904, and repealing Directive 94/62/EC (Text with EEA relevance).
 9. Directive (EU) 2018/852 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 94/62/EC on packaging and packaging waste (Text with EEA relevance)
-

UDC 574.589 (477.74)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.42>

MODERN CLIMATIC CHANGES WITHIN THE NORTH-WESTERN BLACK SEA REGION AS A FACTOR IN THE GROWTH OF ICHTHYOPATHOLOGICAL AND INVASIVE THREATS

Korzhov Ye.I. – PhD in Geography,

Associate Professor at the Aquatic Bioresources and Aquaculture,

Kherson State Agrarian and Economic University

orcid.org/0000-0003-2677-5296

Honcharova O.V. – PhD in Agriculture,

Associate Professor at the Aquatic Bioresources and Aquaculture,

Kherson State Agrarian and Economic University

orcid.org/0000-0002-9702-7458

The article presents the impact of climate warming in the North-Western Black Sea Coast region on the possible exacerbation of the ichthyopathological situation in the region's water bodies. The virulence of pathogens in the aquatic environment depends on several factors, including water flow, organic matter, and physical and chemical conditions. The most important factor is the temperature, which determines the development of helminths, fungal pathogens, viruses and affects the physiological and immune properties of fish.

Climate warming in the region leads to an increase in critical water temperatures in the summer and autumn, which complicates the sanitary and epidemiological situation and causes disease outbreaks among the fish fauna during these periods of the year. According to the analysis of long-term observation data from the main monitoring stations in the North-Western Black Sea Coast region, stable manifestations of climate warming began to be observed here after 1988.

The method made it possible to identify two main periods: before climate warming (from the beginning of instrumental observations until 1987) and the current (man-made) warming period – from 1988 to the present. In the first period, negative deviations of average annual air temperatures from the long-term norm were observed, ranging from -0.29° to -0.66° depending on the observing location. The period of modern warming is characterised by sharply positive deviations of average annual temperatures from the long-term norm, ranging from $+0.6$ to $+1.2^{\circ}$, indicating a stable increase in temperature from year to year. The average annual temperature in the region before climate warming was in the range of $9.7-10.3^{\circ}$, after warming – $11.0-12.0^{\circ}$ and in some years can reach 13.8°C .

An increase in water temperature above $20-25^{\circ}\text{C}$ increases the risk of epizootics in fish. In particular, due to climate warming and an increase in water temperatures during critical periods throughout the year, an increase in infectious, helminthic, invasive, fungal and bacterial diseases can be expected.

Among the water bodies that, under the influence of the factor of increasing air and water temperatures, have conditions of increased ichthyopathological and invasive hazard are water bodies located within the lower reaches of the Danube (Izmail, Bilhorod-Dnistrovskiy districts of Odesa region) and water bodies in the southern part of Kherson region (Skadovsk, Henichesk districts, Syvash), as these regions are currently experiencing the greatest manifestation of climate warming.

Key words: fish diseases, species invasion, climate warming, land water bodies, North-Western Black Sea Coast region.

Коржов Є.І., Гончарова О.В. Сучасні кліматичні зміни в межах Північно-Західного Причорномор'я як фактор зростання іхтіопатологічних та інвазійних загроз

В статті розглянуто вплив потепління клімату в межах Північно-Західного Причорномор'я на можливе загострення іхтіопатологічної обстановки на водних об'єктах регіону. Вірулентність патогенів у водному середовищі залежить від кількох факторів, зокрема проточності води, органічних речовин та фізико-хімічних умов. Найважливішим

є температурний фактор, який визначає розвиток гельмінтів, грибкових патогенів, вірусів та впливає на фізіологічні й імунні властивості риби.

Потепління клімату в регіоні призводить до збільшення критичних температур води в літньо-осінній період, що ускладнює санітарно-епідеміологічну ситуацію і викликає спалахи хвороб серед іхтіофауни саме в ці періоди року. Згідно аналізу даних спостережень за багатолітній період по основним моніторинговим станціям в межах Північно-Західного Причорномор'я стабільні прояви потепління клімату тут почали спостерігатись після 1988 року.

Метод дозволив виділити два основні періоди: до потепління клімату (від початку інструментальних спостережень до 1987 року) та сучасний (техногенний) період потепління – з 1988 р. по нинішній час. У першому періоді спостерігалися від'ємні відхилення середніх річних температур повітря від багаторічної норми, які коливались від $-0,29^{\circ}$ до $-0,66^{\circ}$ залежно від місця спостереження. Період сучасного потепління характеризується різко достатніми відхиленнями середніх річних температур від багаторічної норми, які коливаються від $+0,6$ до $+1,2^{\circ}$, що вказує на стабільне підвищення температури від року в рік. Середні значення річної температури повітря у період до потепління клімату в регіоні знаходились в межах $9,7-10,3^{\circ}$, після потепління – $11,0-12,0^{\circ}$ та в окремі роки можуть сягати $13,8^{\circ}$.

Підвищення температури води вище $20-25^{\circ}\text{C}$ збільшує ризик епізоотій у риб. Зокрема, через потепління клімату і збільшення температур води у критичні періоди впродовж року, можна очікувати збільшення інфекційних, гельмінтозних, інвазійних, а також грибкових і бактеріальних захворювань.

Серед водних об'єктів, які, під дією фактору збільшення температур повітря та води, мають умови підвищеної іхтіопатологічної та інвазійної небезпеки є водойми розташовані в межах нижньої течії Дунаю (Ізмайльський, Білгород-Дністровський райони Одеської області) та водойми південної частини Херсонської області (Скадовський, Генічеський райони, Сивахи), оскільки саме у цих регіонах на сучасному періоді відмічається найбільший прояв потепління клімату.

Ключові слова: хвороби риб, інвазія видів, потепління клімату, водні об'єкти суші, Північно-Західне Причорномор'я.

Problem statement. The regional manifestations of global warming have a wide range of impacts on biotic and abiotic components of aquatic ecosystems. The increase in average annual air and water temperatures, the expansion of the boundaries of the autumn and spring seasons, which together form a long warm period of the year within the North-Western Black Sea Coast region, directly affect the deterioration of the ichthyopathological situation in natural water bodies of the region and their general ecological condition [1, 5, 8, 12]. Due to the close dependence of the development of pathogens and vectors of fish diseases on the temperature factor of the environment, climate warming within the study area significantly worsens the sanitary and epidemiological state of water bodies. Such processes are especially active in water bodies with low flow and low self-purification potential [4, 7, 13], which, along with the temperature factor, are also favorable for the development of epizootics in natural water bodies.

Analysis of recent research and publications. The virulence of pathogens in the aquatic environment depends on a number of factors, such as the flow of a water body, the saturation of water with organic matter, physicochemical resistant conditions for the reproduction and existence of pathogens and viruses, etc. [2-4, 7, 8, 13]. Among these factors, the temperature factor is crucial. According to a number of studies, water temperature is not only the limit of the beginning and end of the development of helminths, fungal pathogens, infusoria, flagellates, viruses and other pathogens, but also affects the state of the fish body itself, its physiological and immune properties [1, 2, 8, 10, 12].

A direct consequence of climate warming in water bodies in the study area is an increase in the frequency of critical water temperatures in the summer and autumn. Under the influence of elevated temperatures in certain water bodies during this period, not only

does the sanitary and epidemiological situation become more complicated, but outbreaks of diseases are also frequent, leading to the death of a significant number of fish fauna. For this reason, the study of the impact of climate warming on the development of ichthyopathological processes in natural reservoirs is becoming an increasingly urgent issue among specialists and scientists in the field of fisheries and veterinary medicine.

Materials and methods of research. In analyzing the changes in the temperature field within the North-Western Black Sea Coast region, we used data from long-term observations at the main hydrometeorological stations in the region: Odesa, Mykolaiv, Kherson, Henichesk – 1899-2021, Izmail – 1946-2021, Sarata – 1948-2021, Vylkove – 1951-2021 and Khorly – 1951-2021.

The periodization of climate change was carried out based on the data of atmospheric air temperature within the North-Western Black Sea Coast region by constructing integral curves of annual deviations of air temperature (T_i , °C) from the normal annual temperature (T_n , °C) separately for each of the main ground points of the hydrometeorological observation network in the South of Ukraine.

Statistical data processing was performed according to generally accepted methods and guidelines [6, 11].

Summary of the main research material. The first manifestations of global climate warming in the North-Western Black Sea Coast region began to appear in the 1980s [15, 18]. This is clearly demonstrated by the integrated deviation curves of long-term air temperature series at the main observation stations, which we have constructed (Fig. 1).

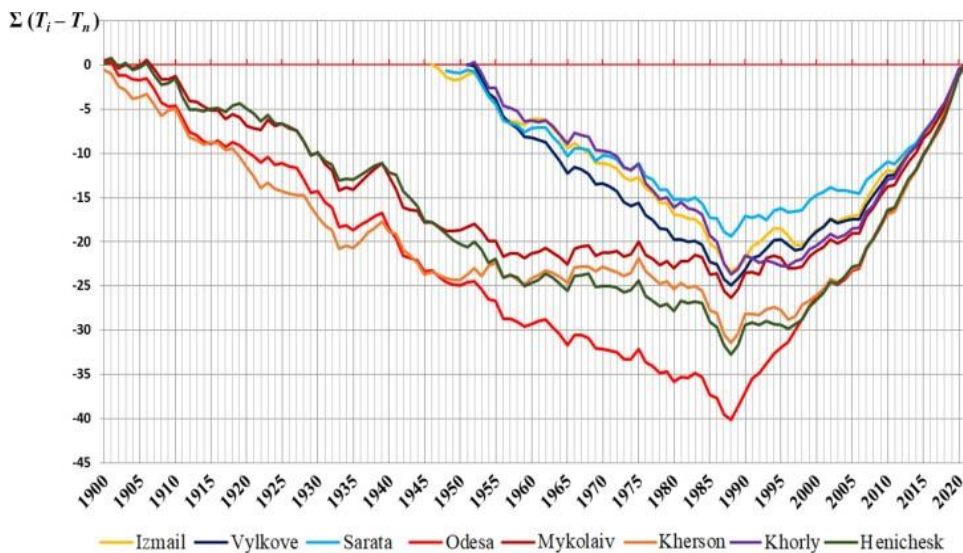


Fig. 1. Integral curves of changes in annual air temperatures within the North-Western Black Sea Coast region

The data analysis shows that at Odesa, Mykolaiv, Kherson, Izmail, Sarata and Vylkove stations, the transition of mean annual air temperature values to the phase of steady increase was quite clear. The steady transition to the phase of climate warming according to the presented integral curves occurred in 1988. At Genichesk and Khorly stations,

the beginning of the warming period also falls on this year, but the gradients of annual temperature changes are unclear until the end of the 1990s, which is explained by the geographical features of the locations of the observation points and the influence of local weather conditions on large-scale synoptic processes. Therefore, it can be argued that the year of the transition of the temperature regime within the North-Western Black Sea Coast region towards warming is 1988.

Thus, using the method of constructing integral curves for temperature indicators within the North-Western Black Sea Coast region, we have identified two climatic periods [18]:

1) the period before climate warming – from the beginning of instrumental observations at a particular site until 1987;

2) modern (anthropogenic) warming period – from 1988 to the present.

The first period is characterised by a predominance of negative deviations of average annual air temperatures from the long-term average at all hydrometeorological observation stations in the region. The average value of the deviations ranged from -0.29° to -0.66° , depending on the location of the individual observation point (Table 1).

Table 1

Some characteristics of the periods of atmospheric air temperature regime in the North-Western Black Sea Coast region

Observation points	Period before climate warming			Modern (technogenic) period		
	$\frac{T}{T_{mn} - T_{mx}}$	$(T_i - T)_{mid}$	n , years	$\frac{T}{T_{mn} - T_{mx}}$	$(T_i - T)_{mid}$	n , years
Odesa	$\frac{9.9}{8.2-11.5}$	-0.44	89	$\frac{11.5}{9.8-13.0}$	+1.16	34
Kherson	$\frac{9.7}{7.7-11.8}$	-0.34	89	$\frac{10.9}{9.0-12.5}$	+0.90	34
Mykolaiv	$\frac{9.8}{7.9-11.9}$	-0.29	89	$\frac{10.9}{9.0-12.5}$	+0.75	34
Henichesk	$\frac{10.1}{8.4-12.2}$	-0.36	89	$\frac{11.4}{9.5-12.9}$	+0.93	34
Izmail	$\frac{10.6}{9.1-11.8}$	-0.54	42	$\frac{11.8}{10.0-13.4}$	+0.66	34
Sarata	$\frac{10.2}{8.8-11.6}$	-0.47	40	$\frac{11.2}{10.1-13.0}$	+0.60	34
Vylkove	$\frac{11.0}{9.6-12.4}$	-0.66	37	$\frac{12.4}{11.0-13.8}$	+0.71	34
Khorly	$\frac{10.3}{8.5-12.2}$	-0.61	37	$\frac{11.6}{9.7-12.9}$	+0.66	34

Notes: T , T_{mn} , T_{mx} – values of the average long-term, lowest and highest mean annual air temperature at a particular point, $^{\circ}\text{C}$; n – length of the observation series

The average annual air temperature in the period before climate warming in the region was in the range of $9.7-10.3^{\circ}$ and in the southernmost observation points (Izmail, Vilkovo) reached values of about 11.0° .

The current warming period, which began in the North-Western Black Sea Coast region in 1988 and continues to the present day, is characterised by sharply positive

deviations of average annual air temperatures from the long-term average. Their values at certain locations are in the range of 0.6-1.2°, which indicates a sharp increase in air temperature during the second period from year to year.

The average annual air temperature in the current period of climate warming is in the range of 11.0-12.0° and above, which in some years can reach 13.8° with maximum absolute values of up to +42°C (see Table 1). Such periods in the annual context are particularly dangerous for the development of epizootics and ichthyopathological threats.

Analysing the absolute values of the average temperature deviations for individual periods, it is clear that their values in the current period, which lasts 34 years, exceed the same values for the previous period, which was longer and lasted 37-89 years. At the same time, at some stations, the deviation of temperatures from the long-term average in the current period is about 2.6 times higher than in the previous period. Such a rapid increase in air temperature in the modern period is explained by the fact that natural cyclical changes in the temperature regime in the current period are further exacerbated by active negative anthropogenic impact on the atmosphere. For this reason, the current period of climate warming can also be fairly called man-made.

These climatic changes, which have been observed within the study area for almost 40 years, can create a deterioration in the ichthyopathological and sanitary-epidemiological situation in regional water bodies.

The development and extinction of epizootics occurs in a certain sequence. Several stages are distinguished: pre-epizootic, developmental, maximum growth, extinction, and post-epizootic period. This sequence is most clearly observed in natural reservoirs and in cases where the epizootic is not interrupted by anti-epizootic measures. Between individual epizootics there is a more or less long dormant period, called the inter-epizootic stage, when sporadic cases of disease are observed, which maintains the presence of the pathogen in the water body. The duration of the inter-epizootic stage depends on the nature of the pathogen, its biology, the availability of conditions for its preservation in the environment, and the immune-physiological state of the fish organism, but in most cases, the temperature factor is decisive in the outbreak of certain diseases [3].

In the case of salmon furunculosis, the pathogen *Aeromonas salmonicida* is shed from abscesses directly into the water environment, and in the intestinal form – with excrement. If the pathogen is found in the environment, the most favourable conditions for its preservation are water temperatures between 20° and 28°C. *Aeromonads* pathogenic to fish are often found in the intestines of carp or pond water in an avirulent form, without causing sporadic disease. In migratory salmonids, furunculosis is most common during spawning migrations to freshwater rivers. The most susceptible fish are over two years of age. The mortality rate of affected fish can reach 100%. The disease is triggered by non-compliance of the growing conditions with technological requirements, such as over-compacted plantings, inadequate feeding, reduced oxygen dissolved in water, organic pollution of water bodies and increased water temperature. The causative agent of furunculosis is found both in the body of sick fish and in contaminated water, actively multiplying as a saprophyte, the active phase of which also begins at 20-22° [3].

Fish mortality from yersiniosis can reach 55-65% and depends on a number of factors, including temperature, stocking density, and immune-physiological state of the organism. Thus, at water temperatures of 15-18°, the course of yersiniosis is complicated, and when it decreases to 10°, fish mortality decreases [9].

Unlike warm-blooded animals, the temperature optimum for the development of pathogens of infectious diseases of fish is quite wide. It starts from the limit of 10°C and

reaches 25°C and higher for some viruses. The virulence of pathogens decreases with decreasing air temperature, and, accordingly, water and fish body temperature.

Most often, outbreaks of spring viremia of carp are observed in the spring-summer period with an increase in water temperature to 13-17°, which subside at temperatures of 20°C and above. The virus is transmitted through water, silt, fish farming equipment, and can be carried by blood-sucking parasites of fish – leeches, argulus. It persists for more than a month in water at a temperature of 10° and in dry silt at temperatures of 4-20°.

Carp pox with subsequent infectious gill necrosis occurs in pond farms in most of Europe and Asia in the warm season at water temperatures of 19-22°, fish of all age groups are affected, but more often one- and two-year-olds.

Mass disease of fry and yearlings with ichthyobodosis is observed in spring and summer in spawning and rearing ponds, in pools, when the water temperature is most favorable for the mass development of parasites (16-25°). In the autumn period, the invasion gradually fades. Low temperatures negatively affect the development of the pathogen, but with a significant crowding of fish, enzootics of ichthyobodosis can also occur in wintering ponds and pools of wintering complexes at water temperatures of 2-7°C. The reproduction of the pathogen and the development of the disease are facilitated by an acidic environment (pH not higher than 5,0-5,5), deterioration of the hydrological, hydrochemical and gas regimes in ponds and pools, and the general zoohygienic condition of the reservoir. *Ichthyobodo necatrix*, as a specialized parasite, dies outside the fish body after 1-7 hours [9].

The course of myxosomiasis is affected by the temperature of the water in the reservoir. At relatively low water temperatures in coastal areas (14-16°), the disease lasts longer and is usually more severe. At higher temperatures, young trout grow intensively, as a result of which ossification and densification of its skeleton occurs faster, therefore the pathogenic effect of the parasite decreases. Enzootics of myxosomiasis are recorded mainly in the summer (June-early July). At this time, the greatest intensity of invasion and mass death of sick fish are observed. At the end of summer (August), the number of sick fish decreases, but they remain carriers of the pathogen and a potential reservoir of invasion.

The pathogen of branchiomycosis shows significant virulence at water temperatures above 20°, and at lower temperatures the disease has a chronic or subacute course. The development of outbreaks of the disease is facilitated by the saturation of water with organic compounds (according to the permanganate oxidation index $>20 \text{ mgO}_2/\text{dm}^3$), the presence of ammonia in a concentration higher than $10 \text{ } \mu\text{g}/\text{dm}^3$, significant silt deposits, significant overgrowth of the bed with aquatic vegetation and the lack of flow [9]. The decomposition of organic residues creates favorable conditions for nutrition, growth, development and reproduction of the pathogen of branchiomycosis.

The pathogens of saprolegniosis and achliosis are lower mold fungi (phycomycetes) from the genera *Saprolegnia* and *Achlia*. The most pathogenic are the following species: *S. parasitica*, *S. monica*, *S. mixta*, *S. ferax*, *A. flagelata*. All of them are saprophytes. They are distributed in slow-flowing water bodies whose waters are rich in organic matter. Development occurs at any time, individual species appear in different seasons depending on the temperature: *S. monica* occurs in October-December and in April-June at a water temperature of 5-16°, *S. mixta*, *S. ferax* in the autumn and spring at a temperature of 5-16°, and *S. parasitica* throughout the year.

Ichthyophonosis (drunken disease) is a dangerous disease that affects marine, fresh-water and aquarium fish. The causative agent is the fungus *Ichthyophonus hoferi* from the class of zygomycetes. The growth of the fungus is observed at a temperature of 23-26°. Rainbow trout is extremely susceptible to infection.

Protozoa are the most common group of invasive fish diseases, the causative agents of which are parasitic protozoa (over 500 species), usually unicellular organisms, which are classified as subkingdom Protozoa. Among fish parasites, there are representatives of all types of protozoa, including sarcomastigophora, apicomplexa, myxosporidia, microsporida, and ciliated ciliates.

Bothriocephalosis is a common helminthic disease of fish caused by the cestodes *Bothriocephalus acheiognathi* (B. gowkongensis) and *B. opsariichthydis* from the Bothriocephalidae family, which parasitize the intestinal tract of many fish species, including carp, common carp, grass carp, catfish, and silver carp. The increase in the number of helminths is facilitated by water temperatures above 25°, which accelerates its development. In this regard, a special problem arises when growing fish in warm waters of thermal power plants and nuclear power plants [9].

In addition to the dangerous ichthyological effect on aquatic organisms, climate warming also expands the distribution of dangerous and aggressive invasive species of flora and fauna [14, 16, 17].

Thus, the pathogens of almost all fish diseases have their own temperature optimum, and, mainly, these are elevated temperatures. The conditions for the course of epizootics are worsened by such accompanying factors as organic pollution of natural water bodies, an increase in their trophic level, a low content of dissolved oxygen in water, and low flow. In the context of the effect of climate warming within the North-Western Black Sea Coast region, additional warming of the water masses of the region above 22° can significantly complicate the sanitary and epidemiological state of natural water bodies. These processes are especially dangerous in the summer-autumn period, when waters in slow-flowing water bodies are maximally saturated with organic substances, deoxygenated, and have temperatures above 25°.

Conclusions. The close relationship between the temperature factor and the development of pathogenic flora and fauna in water bodies, invasion of alien species, increased virulence of the environment and the likelihood of epizootics indicates that climate warming is a factor that complicates the ichthyological situation in places of its active manifestation.

An increase in water temperature above 20-25°C creates an increased threat to the occurrence of epizootics associated with infectious, helminthic, invasive diseases of fish, as well as fungal and bacterial invasions. The virulence of infectious pathogens decreases with a decrease in water and fish body temperature.

Analysis of long-term series of air temperature observations in the North-Western Black Sea Coast region showed that the most potentially pathogenic and invasively dangerous for aquatic fauna are water bodies located within the lower reaches of the Danube (Izmail and Bilhorod-Dniester districts of Odessa region) and water bodies in the southern part of Kherson region (Skadovsk, Genichesk districts, Syvash). During the modern warming period, the beginning of which we took 1988, it was in these areas that the greatest increase in air and surface water temperature was noted.

REFERENCES:

1. Білик Г. В., Коржов Є. І. Огляд основних аспектів впливу кліматичних змін на сучасний стан іхтіофауни Дніпровсько-Бузької гирлової області. *Наукові читання, присвячені Дню науки. Екологічні дослідження Дніпровсько-Бузького регіону*. 2019. Вип. 12. С. 3-10.
2. Воліченко Ю. М., Безпалова Л. Е., Оліфіренко В. В. Сезонні зміни гельмінтофауни деяких промислових риб дельти Дніпра. *Таврійський науковий вісник*. 2011. Вип. 77. Т. 2. С. 191-194.

3. Іхтіопатологія: конспект лекцій для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 207 «Водні біоресурси та аквакультура» / Н. Є. Гриневич та ін. Біла Церква. 2021. 127 с.
4. Коржов Є. І., Кучерява А. М. Формування кількісних показників бактеріопланктону заплавлених водойм пониззя Дніпра з різною інтенсивністю зовнішнього водообміну. *Водні і наземні екосистеми та збереження їх біорізноманіття* – 2019: Збірник наукових праць. Житомир: ЖНАЕУ. 2019. С. 236-237.
5. Коржов Є. І., Гончарова О. В. Формування режиму солоності вод Дніпровсько-Бузької гирлової області під впливом кліматичних змін у сучасний період. *Actual problems of natural sciences: modern scientific discussions: Collective monograph*. Riga: Izdevniecība «Baltija Publishing». 2020. P. 315-330.
6. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / О. М. Арсан та ін.; за ред. В. Д. Романенка. Київ. 2006. 108 с.
7. Овечко С. В., Коржов Є. І., Гільман В. Л. Науково-практичні рекомендації щодо покращення екологічного стану слабопроточних водойм пониззя Дніпра. Херсон. 2015. 28 с.
8. Оліфіренко В. В. Залежність гельмінтофауни риб від екологічних особливостей водойми. *Таврійський науковий вісник*. 2011. Вип. 77. Т. 1. С. 195-199.
9. Орехова Г. А. Кишковий ієрсиніоз тварин (актуальність, епізоотологія, діагностика) (огляд літератури). *Ветеринарна медицина*. 2015. Вип. 101. С. 125-129.
10. Цуркан Л. В., Воліченко Ю. М., Кутіщев П. С., Шерман І. М. Динаміка змін основних рибничо-біологічних показників рибопосадкового матеріалу коропа та рослиноїдних риб як реакція на клімат сучасної зими півдня України. *Таврійський науковий вісник*. Вип. 109. 2019. С. 225-232.
11. Школьнік Є. П., Лосєва І. Д., Гончарова Л. Д. Обробка та аналіз гідрометеорологічної інформації : підручник. Київ. 1999. 538 с.
12. Honcharova O., Korzhov Ye. Transformation of the climatic factor influence on the parameters of the fish organism in ontogenesis. *Scientific progress: innovations, achievements and prospects: Proceedings of the 5th International scientific and practical conference*. February 6-8, 2023. Munich, Germany. 2023. P. 40-46.
13. Korzhov Ye. I. Ecohydrological investigation of plain river section in the area of small hydroelectric power station influence. *Collective monograph: Current state, challenges and prospects for research in natural sciences*. Lviv-Torun. 2019. P. 135-154.
14. Krasnovyd V., Kvach Yu., Drobinia O. The Parasite Fauna of the Gobiid Fish (Actinopterygii, Gobiidae) in the Sukhyi Lyman, Black Sea. *Вестник зоологии*. 2012. Т. 46, № 6. С. 483-490.
15. Kutishchev P. S., Korzhov Ye. I., Honcharova O. V. Retrospective analysis and forecast of the main abiotic factors of the environmental conditions of ichthyofauna of the Dnipro-Buh estuary ecosystem. *Topical issues of the development of veterinary medicine and breeding technologies: Scientific monograph*. Riga, Latvia. 2022. P. 476-497.
16. Kvach Yu., Kutsokon Yu., Stepien C., Markovych M. Role of the invasive Chinese sleeper *Perccottus glenii* (Actinopterygii: Odontobutidae) in the distribution of fish parasites: New data and a review. *Biologia*. Vol. 71. 2016. P. 941-951.
17. Rudik V. A., Korzhov Ye. I., Chebotar S. V. Assessment of overwintering and local reproduction conditions of the epidemiologically dangerous mosquito species *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in south of Ukraine. *SWorldJournal* (Svishtov, Bulgaria). 2024. Issue 26, Part 1. P. 99-109.
18. Rudik V. A., Korzhov Ye. I. Dynamics of climatic predictors of a possible invasion of epidemiologically dangerous blood-sucking mosquitoes (Diptera: Culicidae) into North-Western Black Sea Coast areas. *Biological sciences and education in the context of European integration: Scientific monograph*. Riga, Latvia. 2024. P. 63-80.

УДК 502.3:351.777(477)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.43>

ОЦІНОЧНИЙ МОНІТОРИНГ ЕКОЛОГІЧНОЇ ПОЛІТИКИ В ГАЛУЗІ ЗМЕНШЕННЯ ЗАБРУДНЕНOSTІ ПОВІТРЯ ПРОМИСЛОВИХ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ

Костенко І.А. – к.т.н.,

доцент кафедри харчових технологій та екології,

Навчально-науковий інститут природокористування та гуманітарних наук

Національного університету «Чернігівська політехніка»

orcid.org/0000-0003-1195-5163

Проблема забруднення атмосферного повітря в Україні продовжує залишатися критично важливою, особливо в регіонах із високою концентрацією промислових підприємств, таких як Дніпропетровська, Запорізька, Донецька та Харківська області. Ці території історично зазнавали інтенсивного техногенного навантаження через переважання металургійної, хімічної, гірничодобувної та енергетичної галузей. Попри зусилля в розвитку державної екологічної політики, Україна продовжує відчувати значний вплив численних проблем у сфері скорочення викидів та покращення якості повітря. Актуальність розв'язання цієї проблеми значно зростає через наслідки воєнних дій, що спричинили руйнування інфраструктури, неконтрольовані викиди та послаблення екологічного контролю. У цьому контексті оцінка ефективності екологічних заходів стає не лише своєчасною, але й стратегічно важливою для сталого розвитку та післявоєнного відновлення України.

Метою статті є дослідження сучасного стану екологічної політики, спрямованої на зменшення забруднення атмосферного повітря в промислових регіонах України, оцінка фактичної ефективності державних і регіональних програм, а також аналіз динаміки викидів забруднювальних речовин у контексті прийнятих екологічних ініціатив. На основі аналізу національних та регіональних стратегій, статистичних даних та результатів екологічної модернізації на окремих підприємствах у дослідженні визначено як досягнення, так і системні проблеми, що впливають на успішність реалізації заходів з охорони атмосферного повітря. Дослідження показує, що попри загальну тенденцію до скорочення викидів упродовж останнього десятиліття, ці зміни часто зумовлені падінням рівня промислового виробництва або зовнішніми чинниками, а не є результатом послідовної та ефективною реалізації політики. Зафіксовано позитивні приклади скорочення викидів завдяки модернізації виробництва та впровадженню систем моніторингу, зокрема на підприємствах, які мали доступ до інвестицій та підлягали посиленому контролю регуляторних органів.

У висновках наголошено на необхідності посилення інституційної спроможності на регіональному рівні, розширення доступу до «зелених» технологій та підвищення прозорості моніторингу довкілля. Рекомендації передбачають створення єдиної національної системи збору даних про якість повітря, фінансові стимули для підприємств, що інвестують у скорочення викидів, та посилення участі громадськості в екологічному управлінні. Дослідження акцентує на важливості поширення успішних регіональних практик та інтеграції принципів сталого розвитку в стратегії післявоєнної відбудови України для забезпечення довгострокового покращення якості повітря та здоров'я населення.

Ключові слова: антропогенне навантаження, атмосферне повітря, сталий розвиток, екологічна політика, технологічна модернізація, державне регулювання.

Kostenko I.A. Evaluative monitoring of environmental policy to reduce air pollution in industrial regions of Ukraine

The air pollution problem in Ukraine continues to be critical, especially in regions with a high concentration of industrial enterprises, such as Dnipro, Zaporizhzhia, Donetsk and Kharkiv regions. These areas have historically experienced intense anthropogenic pressure due to the predominance of the metallurgical, chemical, mining and energy sectors. Despite efforts

to develop the state environmental policy, Ukraine continues to be significantly affected by numerous problems in reducing emissions and improving air quality. The urgency of addressing this problem is growing significantly due to the consequences of military actions that have caused the destruction of infrastructure, uncontrolled emissions and weakened environmental control. In this context, assessing the effectiveness of environmental measures becomes both timely and strategically important for sustainable development and the post-war recovery of Ukraine.

The article aims to study the current state of environmental policy aimed at reducing air pollution in the industrial regions of Ukraine, assess the effectiveness of state and regional programmes, and analyse the dynamics of pollutant emissions in the context of the adopted environmental initiatives. Based on the analysis of national and regional strategies, statistical data and the results of environmental modernisation at individual enterprises, the study identifies achievements and systemic problems that affect the success of air protection measures. The study shows that despite a general downward trend in emissions over the past decade, these changes are often driven by a decline in industrial production or external factors rather than being the result of consistent and effective policy implementation. Positive examples of emission reductions due to the modernisation of production and implementation of monitoring systems are documented, particularly in enterprises that had access to investment and were subject to increased regulatory control.

The conclusions emphasise the need to strengthen institutional capacity at the regional level, expand access to green technologies, and increase transparency in environmental monitoring. The recommendations include creating a unified national air quality data collection system, financial incentives for companies investing in emission reductions, and increased public participation in environmental governance. The study emphasises the importance of disseminating successful regional practices and integrating sustainable development principles into Ukraine's post-war reconstruction strategies to ensure long-term air quality and public health improvements.

Key words: anthropogenic load, atmospheric air, sustainable development, environmental policy, technological modernisation, state regulation.

Постановка проблеми. Забруднення повітря залишається однією з найактуальніших екологічних загроз в Україні, особливо в регіонах із високим рівнем промислової активності. Концентрація металургійних, хімічних, енергетичних та гірничодобувних підприємств у Дніпропетровській, Запорізькій, Донецькій та Харківській областях упродовж тривалого часу призводила до значного забруднення атмосфери, що негативно впливає на екосистеми, здоров'я населення та загальну якість життя. Попри існування національної екологічної політики та зобов'язань України за міжнародними угодами, фактична ефективність цієї політики в досягненні сталого скорочення викидів залишається предметом критичного аналізу. Складність проблеми посилюється застарілою промисловою інфраструктурою, недостатніми інвестиціями в «зелені» технології та незавершеним процесом упровадження систем моніторингу та контролю якості повітря. Збереження «гарячих точок» забруднення повітря наголошує на необхідності ґрунтовного аналізу ефективності сучасної екологічної політики в контексті специфічних регіональних реалій [1].

Актуальність цього дослідження посилюється значними екологічними ризиками, спричиненими як промисловою діяльністю, так і наслідками воєнних дій на сході України. Пошкодження інфраструктури, неконтрольовані викиди та порушення екологічного управління на постраждалих від конфлікту територіях істотно погіршили ситуацію з якістю повітря. Водночас післявоєнне відновлення України дасть можливість переглянути та вдосконалити екологічну політику через призму сталого розвитку та технологічної модернізації. Аналіз ефективності інструментів політики на регіональному рівні сприятиме визначенню найбільш успішних підходів, виявленню інституційних недоліків та наданню науково обґрунтованих рекомендацій для посилення заходів з охорони атмосферного повітря. Результати

таких досліджень є важливими для формування майбутніх стратегій, спрямованих на зниження рівня забруднення атмосфери, просування екологічної рівноваги та збереження безпечного довкілля для здоров'я населення промислових центрів України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У межах дослідження ефективності екологічної політики щодо зниження рівня забруднення повітря в промислових регіонах України важливим є аналіз сучасного наукового доробку в цій галузі. У роботі Н. Б. Новицької, А. М. Новицького та Д. В. Приймаченка [2] розглянуто ретроспективу правового забезпечення екологічної політики в Україні, зокрема акцентовано на формуванні законодавчої бази в галузі охорони довкілля, що є передумовою ефективної реалізації сучасних екополітик.

Є. Жадан [3] проаналізував економіко-правові інструменти адміністративно-правового механізму регіональної екологічної політики. Автор доводить, що ефективність її реалізації залежить від узгодженості між економічними важелями та правовим регулюванням, що особливо актуально для промислових регіонів.

У дослідженні М. С. Ярошенка [4] розкрито організаційні аспекти реалізації сервісно орієнтованої екологічної політики, що передбачає активну взаємодію органів влади з громадськістю та підприємствами. Такий підхід сприяє підвищенню рівня відповідальності та екологічної свідомості на регіональному рівні.

Хоча стаття С. Г. Мельниченко, Л. М. Богадьорової й А. В. Маркелюк [5] присвячена вивченню екологічного стану водних ресурсів, автори акцентують на методологічному підході до моніторингу довкілля, зокрема використанні статико-географічних методів. Ці підходи можуть бути адаптовані також і для дослідження якості атмосферного повітря.

О. Карпенко, Н. Васюк і Н. Федірко [6] аналізують досвід Європейського Союзу в реалізації екологічної політики, зокрема його імплементацію в українське правове та адміністративне поле. Автори наголошують на важливості децентралізації екополітики та залучення місцевих громад до процесів прийняття рішень.

Т. Павлюк, Ю. Полусмяк та М. Ситников [7] досліджують імплементаційні можливості українських підприємств у контексті екологічної політики. Вони розглядають не лише законодавчі аспекти, а й практичні бар'єри, які стоять на шляху дотримання екологічних стандартів, зокрема в промисловому секторі.

В. І. Осадчий [8] у своїй роботі розглядає кліматичну програму України як базовий елемент комплексної державної екологічної політики. Автор зазначає, що сучасна кліматична політика має бути інтегрована в усі галузі управління, зокрема в індустріальні стратегії, що безпосередньо впливає на рівень забруднення повітря.

Постановка завдання. Метою статті є дослідження сучасного стану екологічної політики, спрямованої на зниження рівня забруднення атмосферного повітря в промислових регіонах України, оцінка фактичної ефективності державних та регіональних програм, а також аналіз динаміки викидів забруднювальних речовин у зв'язку з прийнятими екологічними ініціативами.

Відповідно до мети, перед нами було поставлено такі завдання: проаналізувати нормативно-правову базу екологічної політики у сфері охорони атмосферного повітря; вивчити особливості реалізації екологічних програм у промислових регіонах України; дослідити основні джерела забруднення повітря та їхній вплив на екологічну ситуацію; проаналізувати статистичні дані щодо динаміки викидів забруднювальних речовин; узагальнити ефективні практики та сформулювати рекомендації щодо вдосконалення політики в цій сфері.

Виклад основного матеріалу дослідження. Забруднення повітря залишається однією з найважливіших екологічних проблем в Україні, особливо в регіонах із високою концентрацією промислових підприємств. Донецька, Дніпропетровська, Запорізька та Харківська області вже давно перебувають у фокусі уваги через стійке екологічне навантаження, спричинене діяльністю металургійної, хімічної, енергетичної та гірничодобувної галузей промисловості. Масштаби промислового розвитку цих регіонів призвели до формування значного антропогенного тиску на атмосферу, який ще більше посилюється через соціально-політичні проблеми останніх років.

Донецька область, історично відома як центр вугільної та металургійної промисловості України, є одним із найбільш забруднених регіонів за якістю атмосферного повітря. До 2014 року на цей регіон припадала значна частка загальнодержавних викидів шкідливих речовин в атмосферу. Основними джерелами забруднення були вугільні теплоелектростанції, коксохімічні підприємства та металургійні заводи. З початком воєнних дій та часткової втрати контролю над окремими територіями відбулося скорочення промислової активності, що тимчасово зменшило офіційні обсяги викидів. Водночас екологічна ситуація погіршилася через неконтрольоване спалювання сміття, руйнування промислової інфраструктури та призупинення моніторингу стану довкілля на окупованих територіях. Повний масштаб збитків залишається невідомим через обмежений доступ для науковців та природоохоронних установ [9, с. 23].

У Дніпропетровській області, яка залишається однією з найбільш індустріалізованих в Україні, забруднення атмосфери значною мірою спричинене діяльністю підприємств чорної металургії, хімічного виробництва та гірничодобувної промисловості. Дніпро, Кривий Ріг та Кам'янське найбільше потерпають від високого рівня викидів. Попри певний прогрес у модернізації виробничих потужностей та часткове впровадження технологій контролю за викидами, регіон продовжує демонструвати високий рівень щорічних викидів шкідливих речовин, зокрема діоксиду сірки, оксидів азоту, вуглецю та суспендованих частинок. Близькість житлових районів до промислових зон становить істотну загрозу для здоров'я населення та екологічної безпеки.

Запорізька область, де розташовано великі металургійні та машинобудівні підприємства, теж має значні проблеми з якістю повітря. «Запоріжсталь», один із найбільших металургійних комбінатів в Україні, упродовж десятиліть був основним джерелом забруднення. Останніми роками на підприємстві докладають зусиль для зменшення викидів шляхом модернізації доменних печей та встановлення газоочисного обладнання. Однак сукупний вплив на навколишнє середовище залишається значним. До того ж, крім промислових викидів, транспорт і виробництво енергії спричиняють погіршення якості повітря, особливо в міських регіонах.

Харківська область, хоча й менш індустріалізована порівняно з іншими зазначеними областями, також потерпає від забруднення повітря через наявність машинобудівних заводів, електростанцій та хімічної промисловості. Харків, великий обласний центр, страждає від наслідків поєднання промислових викидів та високого рівня забруднення повітря, пов'язаного з автомобільним рухом. Руйнування, спричинені воєнними діями з 2022 року, спричинили значне погіршення стану довкілля. Пожежі, вибухи та пошкодження інфраструктури призвели до додаткових викидів токсичних речовин та їхнього потрапляння в атмосферу [10].

Статистичні дані свідчать про помітні зміни в динаміці викидів забруднювальних речовин упродовж останнього десятиліття. З 2012 по 2021 рік спостерігалася

загальна тенденція поступового зниження загальних обсягів викидів, що значною мірою пов'язано з деіндустріалізацією окремих територій, заходами з енергоефективності та падінням обсягів промислового виробництва після початку збройного конфлікту на сході України. Водночас повномасштабне вторгнення у 2022 році порушило цю тенденцію, створивши нові екологічні ризики та перешкоджаючи ефективному моніторингу. У табл. 1 наведено офіційні дані про викиди забруднювальних речовин в атмосферу стаціонарними джерелами в чотирьох аналізованих областях за окремі роки (табл. 1).

Таблиця 1
Забруднення атмосферного повітря в промислових областях України [11–12]

Область	2012 рік, тис. тонн	2016 рік, тис. тонн	2021 рік, тис. тонн	2022* рік, тис. тонн
Донецька	820,4	452,1	392,8	230,0
Дніпропетровська	521,6	420,7	371,5	340,0
Запорізька	393,2	298,5	254,7	210,0
Харківська	136,4	112,9	96,3	85,0

**Оцінні значення для 2022 року є приблизними й ґрунтуються на неповних даних через війну та порушення роботи систем моніторингу довкілля*

Згідно з даними, наведеними в табл. 1, всі регіони демонструють тенденцію до скорочення викидів у період з 2012 по 2021 рік. Водночас інтерпретація показників за 2022 рік потребує врахування викривлень, спричинених тривалими воєнними діями, що істотно впливають як на промислову активність, так і на надійність механізмів звітності. У регіонах, де промислові об'єкти було пошкоджено або зруйновано, викиди могли зменшитися через припинення діяльності, проте екологічні ризики зросли через неконтрольовані пожежі, вибухи та викиди небезпечних речовин.

Останніми десятиліттями Україна постала перед актуальною потребою реформування екологічної політики у відповідь на високий рівень забруднення атмосферного повітря, особливо в промислово розвинутих регіонах. У межах своїх зобов'язань за міжнародними природоохоронними угодами та в контексті європейської інтеграції країна ініціювала та реалізувала низку програм і стратегій, спрямованих на скорочення викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря. До них належать національні плани дій, державні програми охорони навколишнього природного середовища, регіональні екологічні стратегії та галузеві ініціативи, спрямовані на моніторинг викидів, технологічну модернізацію та гармонізацію законодавства.

Важливою подією в розвитку екологічної політики стало прийняття Концепції державної політики у сфері зміни клімату на період до 2030 року, а також її подальший генезис – Стратегії формування та реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2035 року. Вони окреслили стратегічні напрями скорочення викидів парникових газів та покращення якості атмосферного повітря. В плані подальшого розвитку євроінтеграційних прагнень був прийнятий та вступив в дію з 30 жовтня 2024 року Закон України «Про основні засади державної кліматичної політики». Одночасно з цим, практичною основою для обмеження викидів діоксиду сірки, оксидів азоту та пилу від теплоелектроцентралей став Національний план скорочення викидів від великих спалювальних установок,

розроблений згідно з вимогами Договору про заснування Енергетичної Спільноти. Цей документ передбачав конкретні граничні рівні викидів та графік їхнього поступового досягнення, що спонукало підприємства впроваджувати чистіші технології або закривати застарілі потужності.

На регіональному рівні обласні програми охорони довкілля стали механізмами адаптації національних цілей до місцевих реалій. Наприклад, Дніпропетровська обласна екологічна програма визначила пріоритетами модернізацію промислових систем очищення повітря, просування маловідходних технологій та підтримку екологічного моніторингу. Запорізька область зосередилася на переході металургійних підприємств на екологічні практики, у Харкові стратегія наголошувала на скороченні викидів міського транспорту водночас з удосконаленням систем промислової фільтрації.

Оцінка ефективності впроваджених технологій скорочення викидів свідчить про неоднозначні, але загалом позитивні результати. Низка провідних підприємств доклала значних зусиль для модернізації своїх виробничих процесів. Наприклад, «Запоріжсталь» реалізувала масштабний проект екологічної модернізації, що передбачав реконструкцію аглофабрики та встановлення високоефективних газоочисних систем. Це призвело до значного скорочення викидів пилу та діоксиду сірки, що покращило якість повітря в прилеглих міських районах. Також «АрселорМіттал Кривий Ріг» інвестував у модернізацію доменного виробництва, упровадження технології сухого газоочищення та автоматизацію контролю за викидами, що сприяло значному зниженню викидів твердих частинок [13].

Іншим показовим кейсом є діяльність «ДніпроАзоту», хімічного підприємства, що зазнало значного тиску громадськості через викиди. У відповідь на це підприємство впровадило комплекс технічних та організаційних заходів, зокрема заміну застарілого обладнання та встановлення систем безперервного моніторингу, що підвищило прозорість та дало змогу оперативніше реагувати на зміни в регулюванні. Наведені приклади засвідчують, що в тих випадках, де екологічна модернізація підтримувалася регуляторним тиском та інвестиційними стимулами, було досягнуто відчутних покращень.

Упровадження автоматизованих систем моніторингу якості повітря є ще одним важливим заходом у сфері контролю за викидами. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів у співпраці з місцевими органами влади та міжнародними партнерами працює над розширенням національної мережі моніторингу якості повітря в Україні. Сучасні станції, здатні вимірювати концентрацію твердих частинок (PM10, PM2.5), діоксиду азоту, озону та інших забруднювачів у режимі реального часу, було встановлено в таких містах, як Київ, Дніпро, Львів та Маріуполь та інші. Початок встановлення цих станцій був здійснений в рамках програми «Чисте повітря для України», яка реалізується з 2018 року неурядовою організацією Arnika (Чеська Республіка) у співпраці з місцевими громадськими ініціативами з різних регіонів України за фінансової підтримки Transition Promotion Program Міністерства закордонних справ Чеської Республіки.

Ця програма була спрямована на об'єднання громадян та громадських ініціатив у промислових містах України, які потерпають від забруднення повітря. В межах цієї програми здійснюється проект EcoCity. Проект EcoCity є мережею автоматизованих станцій для моніторингу якості повітря в громадських місцях, реалізованою ГО Free Arduino та партнерами.

У регіонах із високим рівнем промислових викидів, таких як Кривий Ріг та Запоріжжя, було запроваджено станції моніторингу на базі підприємств, що

надають як природоохоронним органам, так і громадськості дані для аналізу та прийняття рішень [14].

Водночас ефективність реалізації екологічної політики часто обмежується низкою системних викликів. Серед них – недостатнє фінансування модернізації на багатьох підприємствах, відсутність належного дотримання природоохоронного законодавства, обмежена координація між різними рівнями влади, а також потреба в кращому доступі громадськості до екологічних даних. Повномасштабна війна, що триває з 2022 року, завадила багатьом ініціативам і пошкодила інфраструктуру, необхідну як для моніторингу, так і для технологічної модернізації.

У табл. 2 наведено огляд окремих підприємств в Україні, які реалізували масштабні проєкти екологічної модернізації, та відображено їхні результати у сфері скорочення викидів (табл. 2).

Розробка та реалізація екологічної політики в Україні відображає постійні спроби держави зменшити антропогенне навантаження на довкілля та адаптувати нормативно-правову базу до європейських стандартів. Водночас ефективність такої політики істотно відрізняється в різних регіонах через складну взаємодію екологічних, економічних, інституційних та соціально-політичних чинників. Порівняльний аналіз регіональних стратегій охорони атмосферного повітря показує не лише нерівномірність розподілу екологічного навантаження, а й відмінності в спроможності реагувати на нього за допомогою політичних інструментів та технологічних рішень [15, с. 81–82].

Таблиця 2

Екологічна модернізація на промислових підприємствах України [11–14]

Підприємство	Регіон	Заходи з модернізації	Зареєстроване скорочення викидів
Запоріжсталь	Запоріжжя	Капітальний ремонт аглофабрики, системи газоочищення	Вміст пилу скоротився на 40 %, вміст SO ₂ знизився на 30 %
АрселорМіттал Кривий Ріг	Дніпро	Модернізація доменної печі, сухе газоочищення	Вміст РМ скоротився на 35 %, NO _x – на 20 %
ДніпроАзот	Дніпро	Модернізація обладнання, моніторинг викидів	Вміст SO ₂ скоротився на 25 %, NH ₃ – на 15 %
Харківська ТЕЦ-5	Харків	Модернізація котла, електрофільтри	Зниження викидів пилу на 50 %
Миколаївцемент (CRH Україна)	Миколаїв	Заміна печі, оптимізація процесу випалу клінкеру	Зменшення викидів пилу на 60 %

У центральних та східних регіонах України, де концентрація промисловості є найвищою, реалізація екологічної політики зазнає значних проблем. Наприклад, у Дніпропетровській та Запорізькій областях, що характеризуються щільними кластерами металургійних та хімічних підприємств, стратегії скорочення викидів часто ускладнюються технічними та фінансовими обмеженнями підприємств, особливо малих та середніх. Попри те, що ці регіони прийняли місцеві екологічні програми відповідно до національних пріоритетів, рівень упровадження та практичної реалізації цих програм залежить від місцевої політичної волі, наявності інвестицій та співпраці з промисловими стейкхолдерами. На противагу цьому, західні області, такі як Львівська та Івано-Франківська, де промислове

навантаження є меншим, а громадськість більш активна в екологічних питаннях, продемонстрували значний успіх у створенні ефективних моделей екологічного управління. Розвиток мереж моніторингу якості повітря, участь громадськості в прийнятті екологічних рішень, запровадження зон з низьким рівнем викидів у містах є прикладами прогресивних практик, які дали позитивні результати.

Основними чинниками, що впливають на ефективність екологічної політики, є інституційна спроможність місцевих органів влади, економічний стан регіональних галузей, якість систем моніторингу довкілля, рівень участі громадськості та ступінь політичної стабільності [16, с. 197–198]. Регіони з добре розвиненими адміністративними структурами, активною співпрацею з міжнародними організаціями та доступом до екологічного фінансування демонструють відчутний прогрес у скороченні викидів. Наприклад, такі міста, як Львів і Вінниця, отримали користь від фінансованих ЄС проєктів, спрямованих на сталу мобільність та енергоефективність, що опосередковано сприяло покращенню якості повітря. На противагу цьому, у регіонах, постраждалих від воєнних дій або постконфліктної відбудови, таких як окремі райони Донецької та Луганської областей, реалізація політики є або частковою, або взагалі призупинена через ризики для безпеки, руйнування інфраструктури та інституційний колапс.

Позитивний досвід, який можна поширити на національному рівні, полягає в інтеграції автоматизованих систем моніторингу якості повітря та платформ відкритих даних. Наприклад, у Львівській області створено мережу датчиків якості повітря, доступних для громадськості в режимі реального часу, що сприяє прозорості та екологічному плануванню на основі даних. Іншою перспективною практикою є запровадження систем екологічного менеджменту (СЕМ) на рівні підприємств, як це зробили деякі компанії в Київській та Хмельницькій областях, що дає змогу бізнесу систематично скорочувати викиди та дотримуватися екологічних стандартів. Державно-приватне партнерство в екологічному секторі, особливо у сфері поводження з відходами та енергоефективності, також є важливим інструментом залучення бізнесу до досягнення екологічних цілей [17].

Для забезпечення послідовної та ефективної реалізації екологічної політики в Україні можна запропонувати декілька рекомендацій. По-перше, важливим є посилення інституційної спроможності місцевих природоохоронних органів, що потребує навчання персоналу, забезпечення стабільного фінансування та юридичної автономії регіональних структур у впровадженні та дотриманні екологічних норм. По-друге, розбудова єдиної національної мережі моніторингу якості повітря зі стандартизованими методологіями та сумісними системами даних значно підвищить прозорість і сприятиме проведенню ефективніших порівняльних оцінок. По-третє, необхідно розширити механізми фінансової та технічної підтримки підприємств, які бажають інвестувати в технології скорочення викидів, особливо в економічно депресивних промислових районах. Це може передбачати державні кредитні програми, податкові пільги та доступ до міжнародного «зеленого» фінансування. По-четверте, екологічна освіта та інформаційні кампанії для громадськості мають стати невіддільними елементами політики, сприяючи формуванню культури екологічної відповідальності та заохочуючи громадський контроль за виконанням екологічних зобов'язань. Зрештою післявоєнна відбудова створює унікальну можливість упровадження принципів сталого розвитку у відбудову промислової інфраструктури. Політика, що надає пріоритет екологічній модернізації та принципам циркулярної економіки, може перетворити раніше екологічно обтяжливі регіони на моделі «зеленого» переходу.

Висновки і пропозиції. Дослідження дало змогу встановити, що екологічна політика України у сфері охорони атмосферного повітря в промислових регіонах має значний потенціал, однак її фактична ефективність залишається обмеженою через низку чинників. Серед них – фрагментарність реалізації нормативно-правових актів, недостатній рівень фінансування заходів з модернізації промислових підприємств, слабкий контроль за дотриманням екологічних стандартів, а також обмежений доступ до якісної інформації про стан атмосферного повітря. Аналіз регіональних програм показав істотні відмінності в підходах до реалізації екологічної політики, що зумовлено нерівномірністю економічного розвитку, технічним станом виробничих об'єктів та інституційною спроможністю органів влади. Водночас зафіксовано позитивні зрушення, такі як модернізація окремих підприємств, упровадження систем моніторингу якості повітря, а також зниження рівня викидів у певних регіонах, що дає змогу говорити про потенціал масштабування успішних практик.

Зіставлення динаміки викидів з упровадженими екологічними ініціативами свідчить, що політичні рішення можуть давати відчутний екологічний ефект лише за умов системного підходу, стабільного фінансування, прозорого управління та активної участі громадськості. Ефективність екологічної політики прямо залежить від узгодженості дій на державному та регіональному рівнях, інтеграції європейських стандартів, а також упровадження сучасних технологій очищення викидів. Подальше вдосконалення потребує переосмислення стратегічних пріоритетів, посилення контролю за їхньою реалізацією, розвитку екологічної освіти й мотивації бізнесу до переходу на екологічно безпечне виробництво. Перспективами подальших наукових досліджень є розробка індикаторів оцінки ефективності екологічної політики на регіональному рівні та моделювання сценаріїв її розвитку в умовах післявоєнної відбудови країни.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Мельниченко С. Г., Богадорова Л. М., Охременко І. В. Динаміка викидів забруднюючих речовин стаціонарними та пересувними джерелами забруднення в межах України. *Людина і довкілля. Проблеми неоекології*. 2023. № 40. С. 42-52. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2023-40-04>
2. Новицька Н. Б., Новицький А. М., Приймаченко Д. В. Історичні аспекти правового забезпечення екологічної політики в Україні. *Аналітично-порівняльне правознавство*. 2024. № 4. С. 769-774. DOI: <https://doi.org/10.24144/2788-6018.2024.04.124>
3. Жадан Є. Економіко-правові інструменти адміністративно-правового механізму забезпечення цілей регіональної екологічної політики в Україні. *Law. State. Technology*. 2024. № 1. С. 26-33. DOI: <https://doi.org/10.32782/LST/2024-1-4>
4. Ярошенко М. С. Організаційний механізм реалізації сервісно-орієнтованої екологічної політики в Україні. *Дніпровський науковий часопис публічного управління, психології, права*. 2021. № 3. С. 78-81. DOI: <https://doi.org/10.51547/ppr.dp.ua/2021.3.13>
5. Мельниченко С. Г., Богадорова Л. М., Маркелюк А. В. Використання статико-географічних методів при дослідженні екологічного стану водних ресурсів Херсонської області. *Водні біоресурси та аквакультура*. 2021. № 1. С. 235-246. DOI: [10.32851/wba.2021.1.18](https://doi.org/10.32851/wba.2021.1.18)
6. Карпенко О., Васюк Н., Федірко Н. Реалізація державної екологічної політики в країнах Європейського Союзу: досвід для України. *Аспекти публічного управління*. 2023. № 11 (4). С. 28-34. DOI: <https://doi.org/10.15421/152349>

7. Павлюк Т., Полусмяк Ю., Ситников М. Імплементація норм екологічної політики: завдання та можливості для українських підприємств. *Management and Entrepreneurship: Trends of Development*. 2023. № 2 (24). С. 70-81. DOI: <https://doi.org/10.26661/2522-1566/2023-2/24-07>
 8. Осадчий В. І. Кліматична програма України як основа цілісної екологічної політики держави в умовах зміни клімату. *Вісник НАН України*. 2021. № 6. С. 81-84. DOI: <https://doi.org/10.15407/vissn2021.06.081>
 9. Верстяк А. Детермінанти регулювання еколого-економічного зростання України. *Сталий розвиток економіки*. 2023. № 2 (47). С. 22-28. DOI: <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2023-47-3>
 10. Несветов О. О., Поліщук В. Г., Стеченко Д. М., Хвесик М. А., Царенко О. М., Черчик Л. М., Шубалий О. М. Аналіз економіко-екологічного стану регіонів України. *Вісник НУВГП. Серія: Економічні науки*. 2020. № 4 (92). С. 334-347. DOI: <https://doi.org/10.31713/ve4202030>
 11. Національна доповідь про стан навколишнього середовища в Україні. URL: <https://surl.li/izoihu> (дата звернення: 04.04.2025)
 12. Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря. Державна служба статистики України. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 04.04.2025)
 13. Які вже кроки зроблено для запровадження в Україні системи торгівлі викидами? URL: <https://ecolog-ua.com/news/yaki-vzhe-kroky-zrobleno-dlya-zaprovadzhennya-v-ukrayini-systemy-torgivli-vykydamy> (дата звернення: 04.04.2025)
 14. Шлях до чистого майбутнього: як Україна може подолати забруднення повітря. URL: <https://www.chesno.org/post/5966/> (дата звернення: 04.04.2025)
 15. Михайловська О. В. Державна політика в екологічній сфері: безпекова складова. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: *Актуальні проблеми розвитку українського суспільства*. 2023. № 2. С. 79-84. DOI: <https://doi.org/10.20998/2227-6890.2023.2.14>
 16. Жадан Є. В. Показники ефективності впровадження ідеї сталого розвитку як базису регіональної екологічної політики: адміністративно-правовий аспект. *Право і суспільство*. 2023. № 6. С. 195-200. DOI: <https://doi.org/10.32842/2078-3736/2023.6.28>
 17. Сич К., Романов Є. Формування та реалізація державної екологічної політики в умовах євроінтеграції. *Економіка та суспільство*. 2022. № 45. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-45-40>
-

УДК 631:173

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.44>

ЗАСТОСУВАННЯ ГІС ІНСТРУМЕНТІВ В ОРГАНІЧНОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ ЯК ЗАСОБУ ВІДНОВЛЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ РІВНОВАГИ

Кузьменко І.С. – аспірант, асистент кафедри геоінформатики

і аерокосмічних досліджень Землі,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

orcid.org/0000-0002-7607-9435

Земля є основним багатством держави, що забезпечує продовольчу безпеку населення. На державному рівні у більшості країн продовольча безпека є пріоритетним завданням сільського господарства. Від обайливого відношення до стану родючості та до моніторингу змін якості ґрунтового покриву угідь залежить потенціал родючості не тільки нинішнього, а і наступних поколінь.

Останніми роками екологічний напрям набув своєї актуалізації через зростання цін та зниження якості сільськогосподарської продукції, а, відповідно, і якості здоров'я населення. Вдосконалення законодавчих норм щодо обігу органічної продукції в Україні зміцнило довіру споживачів та збільшило попит на екологічно якісну продукцію.

Щороку кількість аграріїв, які обирають перехід на органічне землеробство збільшується. Актуальність органічного землеробства аргументується також впровадженням еколого безпечного господарювання з метою збереження родючості ґрунтів. Покращення екосистеми – головний пріоритет як аграріїв, так і суспільства в цілому.

Перехід на органічне землеробство – це тривалий, але досить необхідний процес в умовах військової агресії.

Питання глобального потепління, виснаження ресурсів та забруднення ґрунтового покриву внаслідок бомботурбацій – головні фактори стурбованості фермерів та населення.

Війна уповільнила процеси розвитку органічного сектору в Україні, так як значні площі земель опинились або в окупації, або зазнали наслідків бойових дій, що значно погіршило їх якість. Часто систематичність обстрілів унеможливило відновлення їх стану. Незважаючи на виклики та складнощі органічне товариство продовжило свою діяльність не втрапивши довіри населення.

Технології точного землеробства з використанням даних дистанційного зондування Землі – це комплексний засіб вирішення завдань щодо підвищення врожайності екологічно безпечних сільськогосподарських культур.

Використання геоінформаційних систем забезпечує створення електронних карт з внесеними показниками спеціальних сировинних зон придатних для вирощування органічної продукції рослинництва.

Законодавче забезпечення, створення бази даних з показниками агрохімічної паспортизації, розподіл на сировинні зони відповідних угідь стимулюватиме розвиток виробництва органічної продукції та споживчому потенціалу.

Ключові слова: база даних агрохімічної паспортизації, геоінформаційні системи і технології, технології, органічне виробництво, органічне землеробство, супутники, органічна продукція, дистанційне зондування землі, ДЗЗ, ЦМР, цифрові карти.

Kuzmenko I.S. Application of GIS tools in organic farming as a means of restoring ecological balance

Land is the main wealth of the state, which ensures the food security of the population. At the state level, in most countries, food security is a priority task of agriculture. The potential of fertility not only of the present but also of subsequent generations depends on the care of fertility and monitoring of changes in the quality of soil cover.

In recent years, the ecological direction has gained its actualization due to the increase in prices and a decrease in the quality of agricultural products, and, accordingly, the quality of

the population. Improvement of legislative standards for the circulation of organic products in Ukraine has strengthened the confidence of consumers and increased demand for environmentally friendly products.

Every year, the number of agrarians that choose the transition to organic agriculture increases. The relevance of organic agriculture is also argued for the introduction of ecological safe management in order to preserve soil fertility. Ecosystem improvement is the main priority of both agrarians and society as a whole.

The transition to organic agriculture is a long but quite necessary process in the face of military aggression.

The issues of global warming, depletion of resources and soil contamination due to bombardment are the main factors of concern of farmers and the population.

The war slowed down the processes of organic sector development in Ukraine, as large areas of land were either in occupation or the consequences of hostilities, which significantly impaired their quality. Often, the systematic shelling makes it impossible to restore their condition. Despite the challenges and difficulties, the organic society continued its activity without losing the trust of the population.

Accurate agriculture technologies using remote grounding data are a comprehensive means of solving the problems of increasing the yield of environmentally friendly crops.

The use of geoinformation systems ensures the creation of electronic maps with the indicators of special raw materials suitable for the cultivation of organic crop products.

Legislative support, the creation of a database with indicators of agrochemical certification, the division into raw materials areas of the respective lands will stimulate the development of production of organic products and consumer potential.

Key words: *database of agrochemical certification, geoinformation systems and technologies, technologies, organic production, organic agriculture, satellites, organic products, remote sensing of Earth, RSE, CMR, digital maps.*

Актуальність. Сільське господарство є основою багатьох світових економік. Використання агрохімічних добрив призвело до знищення організмів, які були критично важливими для екологічної рівноваги та збереження навколишнього середовища. Зменшення прибутків від сільського господарства відбувається через згубну технологію, яка не була перевірена і зараз має катастрофічні наслідки. Органічне землеробство відноситься до сільськогосподарського виробництва, яке уникає синтетичних матеріалів, таких як добрива, гормони росту та пестициди. Воно значною мірою покладається на органічні матеріали, такі як гній (компостовані відходи тварин і рослинні залишки), дотримання сівозмін та природні способи захисту рослин. Органічне землеробство спрямоване на підтримку природного балансу та здорового біорізноманіття.

Захист навколишнього середовища та екологічне землеробство, засноване на органічних принципах ведення сільського господарства є пріоритетним напрямом, який поєднує екологічні концепції родючості ґрунтів, економічну масштабованість та прибутковість, а також соціальну справедливість доступності якісних продуктів харчування.

Ведення органічного землеробства безумовно ускладнилося з початку бойових дій. За дослідженнями Кравченка та Василюка, Україна вважається однією з найбільш замінованих держав світу [1, с. 118–123]. В наукових працях Козубенка досліджено питання підрахунку площ угідь, які потребують обстеження та подальшого розмінування. На кінець 2022-ого року таких земель налічувалось вже понад 1,2 млн га [2, с. 118–125].

Вовком та Лінкевичем піднімалися питання наслідків застосування зброї різного типу, вибухових речовин та снарядів, а також руйнівний вплив вибухів та пожеж на функціонування АПК [3, с. 25].

В роботах Федченка зауважено, що врахування просторової прив'язки та можливість графічного представлення даних в умовах військової агресії дозволяє

приймати якісні комплексні рішення завдяки швидкості обробки та аналізу отриманої інформації, відображаючи дані в реальному часі [4, с. 25–29].

Завдяки наповненню шарами бази просторових даних, стає більш опційним військовий моніторинг з публічною та непублічною підсистемою. Запровадження моніторингу пошкоджених територій дозволяє робити відповідні прогнози та приймати оперативні рішення щодо подальшого їх відновлення з урахуванням топології місцевості. ГІС широко застосовується для розмінування та мінування території.

В ґрунтах насичених нафтопродуктами та паливно-мастильними матеріалами фіксується зниження водопроникності та порушення мікробіологічних процесів. Нині важливо зафіксувати всі зміни для подальшого відновлення та збереження екосистем. Чим більше різноманітних даних введено в систему, тим більше можна створити шарів та виконати безліч видів моніторингу та аналізу.

Геоінформаційні системи (ГІС) стали незамінними інструментами в сучасному сільському господарстві. Для фермерів, що займаються органічним землеробством, ГІС надає велику кількість просторових даних, які можуть інформувати про все, від стратегії зміни сівозмін до методів боротьби зі шкідниками.

Інтегруючи дані ГІС із супутниковими зображеннями в реальному часі, фермери отримують обширну та достовірну інформацію про їхні землі та посіви. Цей рівень деталізації дозволяє мікронизувати елементарні ділянки всередині полів, гарантуючи, що кожна земельна ділянка отримує догляд, необхідний для поліпшення показників врожайності.

На думку Лісової під час війни екологічна освіта населення та фермерів набуває особливого значення [5, с. 165–173]. Фермери, які мають розуміння наслідків екологічних загроз, можуть вчасно змінити підходи до обробітку угідь, застосовувати екологічно-безпечні методи для відновлення пошкоджених земель та швидше адаптуватися до нових умов.

Екологічна освіта населення допомагає людям підготуватися до ймовірних загроз та захистити себе. Застосування принципів раціонального використання природних ресурсів допомагає зберегти та відновити їх для забезпечення продовольчої безпеки країни.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В праці Ковальчука досліджується потенціал органічного землеробства у боротьбі з кліматичними змінами, завдяки екологічним практикам, що допомагають зменшувати негативний вплив на навколишнє середовище [6, с. 17–24]. Також ним досліджений дисбаланс працівників сільськогосподарського сектору внаслідок кризи, спричиненої Covid-19. Основними проблемами, викликаними пандемією були порушення ланцюгів поставок продукції, зростання цін, негативний вплив на міжнародну економіку, скорочення робочої сили та падіння світового попиту на імпортовану сільськогосподарську продукцію.

Наступним викликом аграрному сектору України стало військове вторгнення РФ. Зважаючи на ці фактори, приймається низка законодавчих рішень, щодо збереження та відновлення сільськогосподарських угідь.

Гончарук зауважує, що аграрний сектор країни не є екологічним, відповідно це негативно впливає на проблеми зміни клімату [7, с. 18–29]. Впровадження стійких агрономічних практик, що сприяють покращенню екологічної ситуації має значний потенціал у боротьбі зі зміною клімату та створює основу для сталого розвитку сільського господарства.

В своїх дослідженнях Берсуцька зазначає, що в Україні значно нижчий попит на еколого безпечну продукцію порівняно з показниками інших розвинених країн світу [8, с. 172]. Але останнім часом споживачі більш свідомо підходять до пошуку здорових альтернатив у всіх аспектах свого життя, особливо в продуктах харчування. Збільшення органічних виробників впливає на зниження вартості органічної продукції, відповідно більше споживачів обирають екологічно безпечну продукцію.

Серед останніх публікацій велике значення та практичне обґрунтування мають роботи Н. Прокопчук щодо сучасного стану та розвитку органічного руху в Україні [9, с. 406]. Україна має величезний потенціал для розвитку органічного землеробства завдяки сприятливому клімату, великим територіям сільськогосподарських угідь та родючим ґрунтам. Серед фермерів зростає зацікавленість до інтегрованих та агроекологічних практик, в яких органічні методи ведення сільського господарства поєднуються з іншими еколого безпечними методами ведення сільського господарства.

В дослідженнях В. Лупенка піднімаються питання економічної доцільності збільшення площ сільськогосподарських земель для впровадження органічного землеробства [10, с. 3–9]. До військового вторгнення площі органічних земель перевищували 500 тис. гектарів.

Впровадження органічного землеробства сприяє створенню нових робочих місць для населення, нові можливості для малого та середнього бізнесу, розвитку екотуризму, збільшенню та розвитку сільськогосподарських територій, що значно впливає на підвищення економічної активності в регіонах.

В працях Шульги зазначено, що оцінка придатності угідь для вирощування органічної продукції рослинництва повинна базуватись як на показниках агрохімічної паспортизації, так і на врахуванні розташування та віддаленості таких ділянок від джерел забруднення [11, с. 236–240]. Агрохімічна паспортизація забезпечує контроль якості ґрунтів та підтверджує відповідність земель органічним стандартам, що є важливим фактором для виробника на внутрішньому та міжнародному ринку органічної сільськогосподарської продукції.

В дослідженнях Писаренка важливу увагу займає питання місць розташування угідь для ведення органічного землеробства [12, с. 22–23]. Врахування віддаленості від джерел забруднень, наявності водних ресурсів та екологічних бар'єрів впливає на забезпечення стійкості виробничих процесів та підвищення ефективності впровадження органічного землеробства.

Незначна віддаленість земельних ділянок, залучених у виробництво органічної продукції, до ринків збуту значно знижує витрати на логістику та підвищує конкурентоспроможність виробників.

ГІС дає змогу об'єднувати агрохімічні та фізичні характеристики ґрунтів. За допомогою візуалізації даних агрохімічної паспортизації на тематичних картах можна дослідити та визначити оптимальні ділянки придатні для ведення органічного землеробства.

Кустовська зазначила у своїй праці, що ключовим етапом планування ефективної стратегії органічного землекористування є аналіз наявних ресурсів та можливостей їх використання, а також екологічного стану навколишнього середовища в якому розміщено сільськогосподарське підприємство [13, с. 15–19].

Органічний сектор зазнав руйнівних змін під час російської агресії. Органічна комунікаційна кампанія, запущена у 2021 році була призупинена внаслідок повномасштабного вторгнення, впровадження органічної продукції в систему

державних заціпівель для дитячих дошкільних навчальних закладів та закладів середньої освіти було відтерміноване на невизначений термін [14].

Статті у вітчизняних збірниках наукових праць, присвячені ГІС в органічному землеробстві. здебільшого розглядають науково-технічні аспекти створення та використання ГІС, зокрема загальної архітектури розподіленої системи для обробки геопросторових даних і представлення результатів, метою якого є моніторинг довкілля, аналіз та наслідки надзвичайних ситуацій, а також компонентний склад ГІС в екологічному моніторингу [15, с. 21–28].

Дані, отримані за допомогою дистанційного зондування Землі, дають можливість створити детальну ГІС будь-якої території або господарства та отримати статистичну інформацію щодо усіх досліджуваних та наявних просторових об'єктів.

В. Зацерковний опрацював всі етапи та розробив функціональну схему Агро-ГІС, яка дає можливість використання складних багатовимірних та багатокритеріальних моделей під час дослідження процесів землекористування і оцінки негативних наслідків антропогенного впливу [16, с. 14–21].

С. Трускавецький, Т. Биндич створили концепцію інформаційної системи моніторингу та охорони ґрунтів за використання методів та інструментів ДЗЗ. Використання інноваційних технологій виробниками сільськогосподарської продукції в рослинництві набуває дедалі більшої популярності [17, с. 60].

Активно впроваджувати точне та органічне землеробство стали як великі агрохолдинги країни так і фермери-початківці. За допомогою даних ДЗЗ фермери в стислі терміни збирають та аналізують інформацію про стан ґрунтового покриття навіть великого земельного банку, розробляють рекомендації щодо посівної кампанії, захисту рослин, збору врожаю та приймають ефективні рішення. Для цього використовують супутникові карти, ДЗЗ, БПЛА та дані відкритого доступу.

Мета дослідження – обґрунтування переваг впровадження та застосування геоінформаційних систем для подальшої оцінки передумов та планування реалізації розвитку екологічно безпечного землеробства як способу підтримки екологічної безпеки в Україні.

Матеріали і методи дослідження. У дослідженні застосовано камеральні методи з використанням програмного забезпечення для подальшого геопросторового представлення та моніторингу, QGIS, ArcGis та ArcGis Pro (рис. 1).

Для створення бази даних та наповнення картографічних матеріалів використовувалися документи агрохімічної паспортизації, надані Державною установою «Інститут охорони ґрунтів України», щорічні звіти підприємств та растри надані у користування Броварським відділом земельних.

Використання даних ДЗЗ забезпечило наповненість ГІС для подальшої точності обробки геопросторових даних.

Виклад основного матеріалу. Органічне землеробство займає важливе місце в сучасному аграрному секторі в умовах кризового еколого-ресурсного стану України. Загалом органічне виробництво визнається одним із основних елементів переходу до екологічно орієнтованої економіки.

Впровадження інноваційних методів та технологій у процеси ведення органічного землеробства сприяють оптимізації процесів у органічному землеробстві: покращенню показників врожайності, та зменшенню антропогенного навантаження на довкілля. Використання дронів для моніторингу полів дозволяє визначити об'єм внесення мікродобрив та засобів захисту рослин. Застосування методу компостування органічних відходів та рослинних рештків сприяє оновленню мікрофлори, що покращує біологічні процеси в ґрунті.

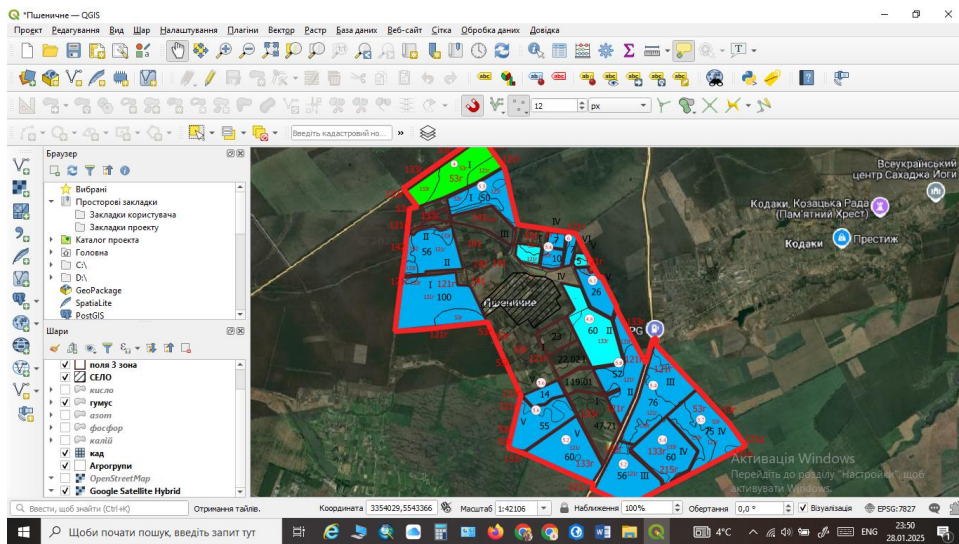


Рис. 1. Приклад використання QGIS для створення інтерактивної карти

Актуальності набуло комплексне застосування органічних біостимуляторів та інноваційних органічних гранульованих добрив, які покращують ріст коренів, родючість ґрунту та підвищують агронічну ефективність використання добрив.

Нині органічний сектор – це єдиний у світі законодавчо врегульований вид сільського господарства, що ґрунтується на інтегрованій сталості (рис. 2). Міністерство економіки України продовжує співпрацювати з міжнародними проектами, які займаються розвитком органічного виробництва та його поширення серед працівників аграрного сектору.

Луганська Т. у своїх працях відмітила важливість використання ArcGIS у якості базової платформи дослідження. ArcGIS та ArcGIS Pro забезпечують можливість створення на порталі ArcGIS Online інформаційних ресурсів у вигляді картографічних веб-додатків та веб-карт, що будуть надавати узагальнену інформацію про область вивчення [18, с. 348–350]. Комплексний підхід застосування ДЗЗ в екологічному землеробстві дозволяє здійснювати безперервний моніторинг досліджуваної території та допомагає у вирішенні більшої частини екологічних завдань на основі контролю та оцінки змін в навколишньому середовищі.

Картографічні матеріали – це кінцевий продукт створеної бази даних з необхідними показниками та точними координатами дослідженої елементарної ділянки (рис. 3).

Створення та функціонування інтерактивної карти дозволяє користуватись даними в автономному режимі через планшет або мобільний пристрій, що значно спрощує роботу в полях, коли потрібно оперативно внести інформацію для подальшого опрацювання.

Картографічні матеріали відіграють важливу роль в екологічно безпечному землеробстві, так як їх використання сприяє покращенню агронічних практик, підвищенню ефективності ресурсів та забезпечення раціонального землекористування. Картографічні матеріали є інструментом проведення детального аналізу характеристик ґрунтового покриття на різних ділянках поля, відображають фізичні

та хімічні властивості ґрунтів, зображують рельєф, що дозволяє запобігати ерозії. Оптимізація розміщення культур, враховуючи специфіку ґрунтів спрощує реалізацію сівозмін. Чітке зонування сформоване на основі даних картографічних матеріалів є основою створення функціональних агросистем, що сприяє збереженню біорізноманіття.

ЕКОЛОГО-БЕЗПЕЧНЕ (ОРГАНІЧНЕ) СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО			
Економічні завдання	Соціальні завдання	Екологічні завдання	Енергетичні завдання
1. Використання внутрішніх ресурсів агросистеми	1. Забезпечення потреб населення якісною продукцією	1. Врівноваження розвитку агроекосистеми	1. Забезпечення замкнутого циклу землеробства
2. Економічна аргументація діяльності	2. Сталий розвиток с/г земель, підтримка	2. Відтворення та збереження біорізноманіття	2. Раціональне використання
3. Моніторинг та прогнозованість врожайності с/г культур	та збереження природного середовища	3. Збереження природної родючості ґрунтів	ресурсів
4. Залучення інвестицій в сільське господарство	3. Регіональна цілісність у виробництві органічної продукції	4. Безпечність для населення, особливо для дітей	рослинництва
5. Економія затрат на виробництво	4. Налагодження виробничих процесів та облаштування нових робочих місць		
6. Застосування економіко-землепорядних механізмів	5. Перспектива розвитку та підтримки малих господарств		
	6. Підвищення рівня здоров'я населення		

Рис. 2. Місце органічного землеробства в системі комбінованого аграрного виробництва

Картографічні матеріали забезпечують наочність для агрономічних рішень і сприяють сталому розвитку агросектору, що особливо важливо в умовах зміни клімату та сучасних викликів пов'язаних з наслідками військових дій на території України.

Без дослідження рельєфу неможливо проводити моніторинг жодного антропогенного чи природного процесу. Макети існуючих природних об'єктів створюються на основі ЦМР (цифрова модель рельєфу) (рис. 4).

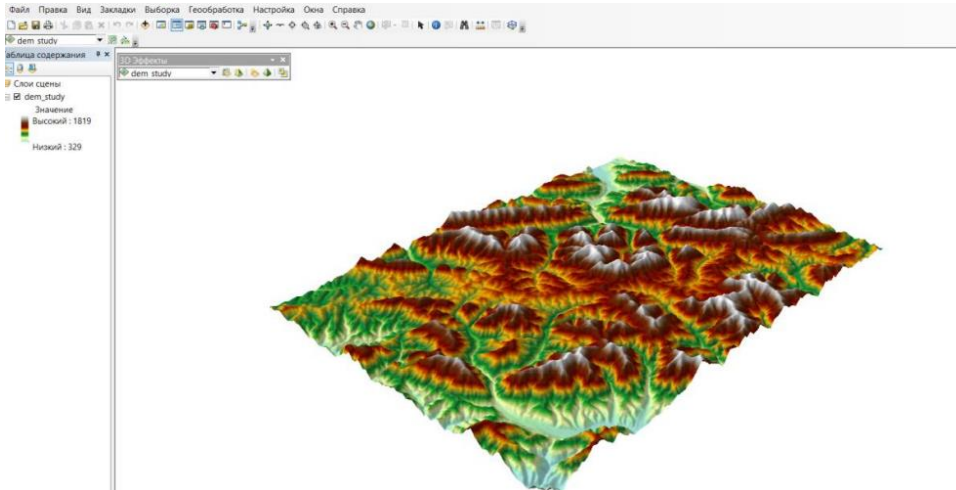


Рис. 4. 3D візуалізація рельєфу місцевості

Дешифрування знімків це основний етап у створенні топографічних карт. У своїй науковій праці Боголюбов В. стверджує, що порівняння різночасових космічних знімків здійснюється за допомогою математичних методів. Інструмент Confusion Matrix розраховує матрицю помилок у програмі для візуалізації та обробки даних ДЗЗ ENVI. Застосування математичних операцій – найпростіша технологія дешифрування змін на космічних знімках [20, с. 30].

В. Замлинський в статті зауважує, що впровадження новітніх технологій в сільському господарстві може сприяти прогресу у розвитку аграрного сектору, забезпечивши продовольчу безпеку країни в умовах військової агресії [21, с. 53–61]. Створення єдиної концепції моделі бази даних в органічному сільському господарстві відкриває нові можливості для автоматизації органічного землеробства.

Результати дослідження та їх обговорення. За результатами наземних досліджень та даним ДЗЗ була створена база даних угідь придатних для вирощування органічної продукції рослинництва, використання інструментів геоінформаційних технологій, були внесені наступні дані: координати земельних ділянок, контури земельних ділянок, площа угідь, площа наявних агрогруп в одній елементарній ділянці з її зонуванням, запроектовані сівозміни, агровиробничі групи ґрунтів, вміст гумусу в ґрунті, азоту, фосфору, калію, рН, внесені дані про наявність сертифікації ґрунтів та відповідність екологічно безпечним показникам землекористування з можливістю в подальшому використовувати та доповнювати такі картографічні матеріали як агрономам, так і ґрунтознавцям.

Високоточні технології в обладнанні та якісне програмне забезпечення мають позитивний вплив на роботу фермерів та на навколишнє середовище. У результаті реалізації державної програми впровадження ГІС інструментів в органічному землеробстві як засобу відновлення екологічної рівноваги буде створена спільна

система інформаційного забезпечення АПК на основі загальної архітектури та єдиного інформаційного простору, забезпечення реалізації необхідних державних послуг на основі інформаційних технологій для державних, обласних та районних органів влади, а також сільськогосподарських організацій та населення. Цифрові канали зв'язку, які є основою транспортної мережі, можуть бути використані для організації взаємодії між органами АПК на всіх рівнях системи.

Висновки і перспективи. Зважаючи на погіршення екологічної ситуації в світі – перехід на органічне землеробство набуває актуальності. Використання геоінформаційних систем та зміна свідомості агровиробників прискорює переорієнтацію в аграрному секторі.

Впровадження органічного землеробства з використанням даних ДЗЗ дає змогу виконувати технологічно складні операції у встановлені строки, що в свою чергу створює можливість збільшити виробництво, зменшити ціну продукції, зберігаючи якість без шкоди навколишньому середовищу.

Автоматизація завдань та перехід до автономних фермерських господарств – це майбутнє для точного та органічного землеробства. Мобільні додатки та хмарні сервіси забезпечують доступ до даних з будь-якої точки світу в режимі реального часу. Використання ГІС дозволяє агровиробникам підвищити екологічну стійкість господарства, покращивши фінансову складову та знизивши витратну частину закладеного бюджету.

Підприємствам рекомендовано впроваджувати геоінформаційні технології в нинішній ситуації, залучати та навчати професійні кадри, які вмітимуть працювати із новими технологіями та допомагатимуть зберегти прийнятну для виживання агробізнесу маржинальність. Підтримка державними програмами та доступність хмарних рішень сприяє цифровізації навіть малих господарств. Онлайн-сервіси сприяють не тільки збору даних, а і можливості провести якісний аналіз та інтерпретувати завдяки інструментам обробки даних.

Подяка. Дослідження було проведено завдяки Державній установі «Інститут охорони ґрунтів України» за надання матеріалів агрохімічної паспортизації, та картографічних матеріалів на основі яких було виконано векторизацію полів з подальшим створенням бази даних.

Конфлікт інтересів. Немає.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Кравченко О., Василюк О., Войціховська А., Норенко К. Дослідження впливу військових дій на довкілля на Сході України. *Аналітично-інформаційний журнал «Схід»*. 2015. № 2(134). С. 118–123.
2. Козубенко Ю. Радіаційне забруднення навколишнього середовища в контексті глобальних соціально-екологічних проблем ХХІ століття. *Scientia et Societas*. 2022. Vol. 2(2). Р. 118–125. doi: 10.31470/2786-6327/2022/2/118-125
3. Екологічні наслідки війни. Екоцид України / упоряд. В. І. Вовк, Н. М. Лінкевич. – Київ : ДБУ для юнацтва, 2022. – 25 с.
4. Fedchenko O., Pampukha I., Savkov P., Loza V., Nikiforov M., Koltsov R. Geographic Information Systems in Management Activity. *Theoretical and Applied Aspects*. XVIIIth International Conference on Geoinformatics, 13–16 May 2019. Kyiv, Ukraine, 2019. P. 25–29. doi: 10.3997/2214-4609.201902118
5. Лісова Н.О. Вплив військових дій в Україні на екологічний стан території. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Географія*. 2017. № 43(2). С. 165–173. URL: <http://nzs.tnpu.edu.ua/article/view/157493>

6. Ковальчук С. Я. Органічне виробництво в системі сталого розвитку сільських територій. *Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2020. № 4. С. 17–24.
7. Гончарук І. В. Виробництво біогазу в аграрному секторі – шлях до підвищення енергетичної незалежності та родючості ґрунтів. *Агросвіт*. 2020. № 15. С. 18–29.
8. Берсуцька С. Я., Козичева Т. О. Сучасний стан і перспективи розвитку ринку органічної продукції. *Економічний вісник Донбасу*. 2020. № 2(60). С. 165–172.
9. Органік бізнес–довідник України / авт.–упоряд. Н. Прокопчук та ін. – Швейцарсько-український проект «Розвиток органічного ринку в Україні» (2012–2016), 2014. – 406 с. URL: <http://www.ukraine.fibl.org/index.php?id=ua-publications> (дата звернення: 24.05.2025)
10. Лупенко Ю. О. Формування попиту та пропозиції на ринку органічної продукції. *Органічне виробництво і продовольча безпека* : матеріали Міжнар. наук.–практ. конф. Житомир : Полісся, 2013. С. 3–9.
11. Шульга М. В. Щодо правового режиму земель, які використовуються для органічного землеробства. *Правові засади ведення органічного землеробства* : зб. матеріалів Міжн. Науково–практ. конф., 29–30 вересня 2017 р. Харків : «Доміно», 2017. С. 236–240.
12. Писаренко П. В., Чайка Т. О. Якість ґрунтів в органічному землеробстві. *Дім, сад, город*. 2014. № 9. С. 22–23.
13. Кустовська О. В., Куценко Ю. А. Оцінка якості ґрунтового покриву сільськогосподарського підприємства як передумова впровадження органічного виробництва. *Землеустрій, кадастр і моніторинг земель*. 2014. Т. 3–4. С. 15–19.
14. Висоцький Т., Ремізов А., Прокопчук Н. Органічний сектор в Україні, 2023. URL: <https://organicinfo.ua/news/biofach2023-opened/> (дата звернення: 25.05.2025)
15. Куссуль Н. М., Скакун С. В., Шелестов А. Ю. Геоінформаційна інфраструктура моніторингу навколишнього середовища та надзвичайних ситуацій. *Наука та інновації*. 2010. № 6(4). С. 21–28.
16. Зацерковний В.І. Застосування геоінформаційних систем у задачах ефективного землекористування. *Наукові праці Чорноморського державного університету імені Петра Могили комплексу «Києво–Могилянська академія». Серія: Техногенна безпека. Радіобіологія*. 2015. № 261(249). С. 14–21.
17. Трускавецький С. Р., Биндич Т. Ю., Вяткін К. В. та ін. Концепція створення інформаційної системи ґрунтоохоронного моніторингу методами дистанційного зондування. Київ: Аграрна наука, 2017. 60 с.
18. Луганська Т. Ю. Роль геоінформаційних систем при дослідженні економіко-екологічної оцінки території Закарпатської області. *Регіональні екологічні проблеми*. 2002. С. 348–350.
19. Шевченко Р. Ю. Інновінг–інструментарій екологічного моніторингу довкілля-простору. *Екологічні науки*. 2020. № 1(28). С. 115–121.
20. Моніторинг довкілля: підручник / Боголюбов В. М. та ін. ; під ред. В.М. Боголюбова. Вінниця, 2010. 232 с.
21. Замлинський В. А., Щуровська А. Ю., Замлинська О. В. Особливості та характеристики business intelligence (BI)-систем як інструменту підвищення ефективності діяльності компанії. *Український журнал прикладної економіки та техніки*. 2023. № 8(1). С. 53–61. URL: http://ujae.org.ua/wpcontent/uploads/2023/04/ujae_2023_r01_a08.pdf (дата звернення: 25.05.2025)

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

Аверчев О.В.	3, 12	Казанок О.О.	318
Алмашова В.С.	302	Калинка А.К.	209, 219
Бабич О.А.	284	Карашук Г.В.	121
Базалій В.В.	19	Карпенко О.В.	234
Бакалова А.В.	81	Кирлиця А.О.	98
Басанець С.В.	113	Кілочок Т.П.	128
Безпалько В.В.	26	Кірович Н.О.	241
Бикін А.В.	291	Климчук О.О.	308
Біднина І.О.	172	Ключевич М.М.	139
Бойко Я.І.	291	Ковшакова Т.С.	302
Бондарева О.Б.	57	Козечко Вал.І.	128
Борщ О.В.	200	Козечко В.І.	128
Борщ О.О.	200	Козичар М.В.	318
Ведмеденко О.В.	192	Козіна Т.В.	145
Венгер О.В.	139	Корбич Н.М.	248
Вергелес П.М.	43	Костенко І.А.	357
Вигера С.М.	139	Кравченко В.С.	67
Вискуб Р.С.	57	Кратюк О.Л.	308
Вишневська Л.В.	67	Кривonos І.А.	113
Вінюков О.О.	57	Круковський Р.Д.	154
Власюк В.П.	308	Кузьменко І.С.	367
Вожегова Р.А.	172	Кукса С.О.	163
Ворона П.С.	12	Курдась П.І.	255
Гинга Д.Е.	67	Кушніров С.О.	270
Глеваський В.І.	73	Кушинський Е.С.	277
Головка А.А.	318	Лавриненко Ю.О.	90
Гончарова О.В.	3	Лапчинський В.В.	73
Гоцуляк В.Л.	200	Ларченко О.В.	19
Грановська Л.М.	172	Ластовська І.О.	200
Гриневич Н.Є.	326	Лесик О.Б.	219, 263
Грицюк Н.В.	81	Лиховид П.В.	172
Гуменюк О.В.	43	Любенко О.І.	270, 277
Дерев'янко І.О.	26	Марченко Т.Ю.	90
Дідур Л.І.	241	Міщенко С.В.	90
Донець А.В.	90	Можарівська І.А.	139
Єремко Л.С.	98	Нетребя О.О.	90
Жукова Л.В.	26	Нікітенко М.П.	12
Журавська І.А.	81	Овчарук В.І.	145
Заверталюк В.Ф.	106	Осипова Л.С.	26
Іванова І.Є.	113	Палінчак О.В.	106
Ільчук І.І.	255	Пендрак Я.І.	113

Піковський М.Й.....	154	Хом'як О.А.....	326
Пілярська О.О.....	90	Чабан В.О.....	172
Похивка М.В.....	263	Чернишов І.В.....	318
Присяжнюк Н.М.....	326	Шваб В.С.....	326
Пришєдько Н.О.	128	Шевченко С.М.	128
Семанюк Н.В.	326	Якубенко Ю.Л.....	128
Слюсаренко А.О.....	326	Boiko M.O.	34
Слюсаренко С.В.	326	Dyudyayeva O.A.....	341
Станкевич С.В.	26	Honcharova O.V.....	349
Тимошук Т.М.....	81	Korzhov Ye.I.	349
Тимчий К.І.	73	Mynkina G.O.	186
Томаш Л.В.....	263	Mynkin M.V.....	179

ЗМІСТ

ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО, ОВОЧІВНИЦТВО ТА БАШТАННИЦТВО	3
Аверчев О.В., Гончарова О.В. Ключові аспекти реалізації освітнього процесу та євроінтеграції в аграрних ЗВО Півдня України	3
Аверчев О.В., Нікітенко М.П., Ворона П.С. Гречка татарська – перспективна культура для біорізноманіття та агроекологічної стійкості (оглядова).....	12
Базалій В.В., Ларченко О.В. Вплив структурних елементів продуктивності на ефективність добору господарсько-цінних форм озимої пшениці.....	19
Безпалько В.В., Жукова Л.В., Станкевич С.В., Дерев'янко І.О., Осипова Л.С. Вплив сівби на формування продуктивності сафлору красильного за різних метеоумов вирощування в Харківській області.....	26
Boiko M.O. Prospects for sorghum cultivation as a niche crop in modern agribusiness	34
Вергелес П.М., Гуменюк О.В. Вплив параметрів мікроклімату теплиці за вирощування томатів на ефективність системи захисту проти фітофторозу	43
Вискуб Р.С., Вінюков О.О., Бондарева О.Б. Результати відбору сортів пшениці озимої за показниками адаптивності та продуктивності у 2022–2024 роках.....	57
Гинга Д.Е., Вишневська Л.В., Кравченко В.С. Удосконалення елементів технології вирощування кукурудзи на зерно у Правобережному Лісостепу України.....	67
Глеваський В.І., Тимчий К.І., Лапчинський В.В. Аналіз впливу біостимуляторів на підвищення врожайності сільськогосподарських культур за умов посухи.....	73
Грицюк Н.В., Тимошук Т.М., Бакалова А.В., Журавська І.А. Інсектицидний контроль фітофагів у агроценозі ячменю ярого.....	81
Донець А.В., Марченко Т.Ю., Пілярська О.О., Нетреба О.О., Міщенко С.В., Лавриненко Ю.О. Ефективність засобів захисту гібридів кукурудзи різних груп FAO від ураження бавовниковою совкою (<i>Helicoverpa armigera</i> Hbn.) за беззмінних посівів в умовах зрошення.....	90
Єремко Л.С., Кирлиця А.О. Формування продуктивності кукурудзи залежно від мінерального удобрення і густоти посіву.....	98
Заверталюк В.Ф., Палінчак О.В. Агробіологічна оцінка гібридів кавуна звичайного за адаптивними ознаками	106
Іванова І.Є., Кривонос І.А., Басанець С.В., Пендрак Я.І. Формування обсягів виробництва вишні за дії абіотичних чинників	113
Карашук Г.В. Вплив садивного матеріалу та сортового складу на ріст і розвиток рослин суніці садової в умовах зрошення Півдня України	121
Кілочок Т.П., Козечко В.І., Шевченко С.М., Якубенко Ю.Л., Козечко Вал.І., Прищедько Н.О. Ефективність застосування мікробного препарату ГЗх при вирощуванні гібридів соняшнику	128
Ключевич М.М., Вигера С.М., Можарівська І.А., Венгер О.В. Трофічні процеси різновидностей гексапод у плантоєкосистемах (фітоценозах).....	139
Козіна Т.В., Овчарук В.І. Особливості формування зеленого конвеєра озимих хрестоцвітих культур (ріпаку, суріпиці) в умовах Лісостепу Західного.....	145

Круковський Р.Д., Піковський М.Й. Стан вивчення заходів захисту рослин огірка від фузаріозного в'янення.....	154
Кукса С.О. Управління чисельності комах-фітофагів у агроценозах за no-till у Лісостепу України.....	163
Лиховид П.В., Вожегова Р.А., Грановська Л.М., Чабан В.О., Біднина І.О. Ukraine Crop Production Map – інтерактивна карта продуктивності сільськогосподарських культур та аналітичної оцінки агроекологічних умов України.....	172
Mynkin M.V. Energy substantiation of agrotechnical measures of sugar beet cultivation.....	179
Mynkina G.O. Protection of grape ampelocenoses from pests in the conditions of Southern Ukraine.....	186
ТВАРИННИЦТВО, КОРМОВИРОБНИЦТВО, ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ПЕРЕРОБКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ	192
Ведмеденко О.В. Аналіз екстер'єру та робочих якостей службових собак різних порід	192
Гоцуляк В.Л., Борщ О.В., Ластовська І.О., Борщ О.О. Продуктивність, якісний склад молока та динаміка вгодованості корів за використанням різних засобів механізації та автоматизації годівлі	200
Калинка А.К. Продуктивність телят нової популяції буковинського зонального типу м'ясного комолого сименталу жуйних з використанням в годівлі нового комплексного препарату мінеральної дії в Карпатському регіоні Буковини.....	209
Калинка А.К., Лесик О.Б. Вплив співвідношення клітковини та суми не структурних вуглеводів у рецепті раціонів на обмін ліпідів і жирних кислот в організмі лактуючих корів нової популяції м'ясного комолого сименталу жуйних на підсисі в умовах передгірської зони Карпатського регіону Буковини...219	
Карпенко О.В. Оцінка можливості виробництва м'яса перепелів в умовах фермерських господарств типових для південного регіону України.....	234
Кірович Н.О., Дідур Л.І. Сучасний стан галузі м'ясного скотарства в Україні.....	241
Корбич Н.М. Вплив звивистості вовни на показники продуктивності молодняка таврійського типу асканійської тонкорунної породи.....	248
Курдась П.І., Ільчук І.І. Амінокислоти з розгалуженим ланцюгом (BCAA) у годівлі курей	255
Лесик О.Б., Похивка М.В., Томаш Л.В. Молочність вівцематок і ріст ягнят буковинського типу асканійської м'ясо-вовнової породи в умовах Буковини	263
Любенко О.І., Кушніров С.О. Ефективність використання рідкої комбінації вітамінів, амінокислот і селену при вирощуванні курчат-бройлерів кросу Кобб-500	270
Любенко О.І., Кушинський Е.С. Застосування органічних мікроелементів у годівлі курей-несучок кросу ломанн браун в умовах фермерського господарства.....	277
МЕЛІОРАЦІЯ І РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТІВ	284
Бабич О.А. Вплив зрошення на урожайність сільськогосподарських культур Миколаївської області 2014–2023 років.....	284
Бікін А.В., Бойко Я.І. Особливості хімічної меліорації ґрунтів Полісся України.....	291

ЕКОЛОГІЯ, ІХТІОЛОГІЯ ТА АКВАКУЛЬТУРА	302
Алмашова В.С., Ковшакова Т.С. Моніторинг системи управління у сфері поводження з відходами в Миколаївській області	302
Власюк В.П., Кратюк О.Л., Климчук О.О. Ключові аспекти динаміки чисельності елементарних популяцій лося європейського (<i>Alces alces</i>) в умовах Житомирської області.....	308
Головко А.А., Чернишов І.В., Козичар М.В., Казанок О.О. Використання об'єктів аквакультури в якості компонентів субстрату для вирощування грибів глива.....	318
Гриневич Н.Є., Шваб В.С., Слюсаренко А.О., Слюсаренко С.В., Присяжнюк Н.М., Хом'як О.А., Семанюк Н.В. Моніторинг впливу інноваційних добавок у кормах на гідрохімічні показники та рівень мікробного забруднення водного середовища за вирощування коропа звичайного (<i>Cyprinus carpio</i>).....	326
Dyudyayeva O.A. Biodegradable plastic: current trend or today's requirement.....	341
Korzhov Ye.I., Honcharova O.V. Modern climatic changes within the North-Western Black Sea region as a factor in the growth of ichthyopathological and invasive threats	349
Костенко І.А. Оціночний моніторинг екологічної політики в галузі зменшення забрудненості повітря промислових регіонів України	357
Кузьменко І.С. Застосування ГІС інструментів в органічному землеробстві як засобу відновлення екологічної рівноваги	367

CONTENTS

AGRICULTURE, CROP PRODUCTION, VEGETABLE AND MELON GROWING.....	3
Averchev O.V., Honcharova O.V. Key aspects of the implementation of the educational process and eurointegration in agricultural institutions of higher education of Southern Ukraine.....	3
Averchev O.V., Nikitenko M.P., Vorona P.S. Tatar buckwheat – a promising crop for biodiversity and agroecological sustainability (review).....	12
Bazaliy V.V., Larchenko O.V. Influence of structural elements of productivity on the efficiency of selection of economic-valuable forms of winter wheat	19
Bezpal'ko V.V., Zhukova L.V., Stankevych S.V., Derevyanko I.O., Osypova L.S. Influence of sowing on the formation of the productivity of safflower beautiful under various growing conditions in the Kharkiv region	26
Boiko M.O. Prospects for sorghum cultivation as a niche crop in modern agribusiness	34
Verheles P.M., Humeniuk O.V. Influence of the parameters of the microclimate of the greenhouse for growing tomatoes on the effectiveness of the system of protection against late blight.....	43
Vyskub R.S., Vinyukov O.O., Bondareva O.B. Results of selection of winter wheat varieties by adaptability and productivity indicators in 2022–2024.....	57
Ginga D.E., Vyshnevskaya L.V., Kravchenko V.S. Improvement of maize grain cultivation technology elements in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine	67
Hlevaskiy V.I., Timchyi K.I., Lapchynskiy V.V. Analysis of the impact of biostimulants on increasing the yield of agricultural crops under drought conditions	73
Hrytsiuk N.V., Tymoshchuk T.M., Bakalova A.V., Zhuravska I.A. Insecticide control of phytophages in the agrocenosis of spring barley	81
Donets A.V., Marchenko T.Yu., Piliarska O.O., Netreba O.O., Mishchenko S.V., Lavrynenko Yu.O. The effectiveness of protection measures for maize hybrids of different FAO groups against damage caused by (<i>Helicoverpa armigera</i> Hbn.) under continuous maize cultivation conditions with irrigation.....	90
Yeremko L.S., Kyrlytsia A.O. Formation of corn productivity depending on mineral fertilizer and sowing density.....	98
Zavertaliuk V.F., Palinchak O.V. Agrobiological evaluation of watermelon hybrids by adaptive traits	106
Ivanova I.Ye., Kryvonos I.A., Basanets S.V., Pendrak Ya.I. Formation of cherry production volumes under the influence of abiotic factors.....	113
Karashchuk H.V. Effect of planting material and variety composition on the growth and development of garden strawberry plants under irrigated conditions in Southern Ukraine	121
Kilochok T.P., Kozechko V.I., Shevchenko S.M., Yakubenko Yu.L., Kozechko Val.I., Pryshedko N.O. Effectiveness of G3x biopreparation application in sunflower cultivation	128
Kliuchevych M.M., Vyhera S.M., Mozharivska I.A., Venher O.V. Trophic processes of hexapod species in plant ecosystems (phytocenoses)	139

Kozina T.V., Ovcharuk V.I. Features of the formation of the green conveyor of winter cruciflorescent crops (rape, oilseed) in the conditions of the Western Forest-Steppe	145
Krukovskiy R.D., Pikovskiy M.Y. The state of research of cucumber plant protection measures against fusarium wilt.....	154
Kuksa S.O. Management of phytophagous insect abundance in no-till agrocenoses in the Forest-Steppe of Ukraine	163
Lykhovyd P.V., Vozhehova R.A., Hranovska L.M., Chaban V.O., Bidnyna I.O. Ukraine Crop Production Map – an interactive map of crop productivity and analytical evaluation of agroecological conditions of Ukraine.....	172
Mynkin M.V. Energy substantiation of agrotechnical measures of sugar beet cultivation.....	179
Mynkina G.O. Protection of grape ampelocenoses from pests in the conditions of Southern Ukraine.....	186
ANIMAL HUSBANDRY, FEED PRODUCTION, STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTS	192
Vedmedenko O.V. Analysis of the exterior characteristics and working qualities of service dogs of different breeds	192
Gotsuliak V.L., Borshch O.V., Lastovska I.O., Borshch O.O. Productivity, milk quality composition and dynamics of cow fattening using various means of mechanization and automation of feeding.....	200
Kalinka A.K. Productivity of calves of a new population of the Bukovina zonal type of meat-combination Simmental ruminants with the use of a new complex mineral preparation in feeding in the Carpathian region of Bukovina.....	209
Kalinka A.K., Lesyk O.B. The influence of the ratio of cellulose and the amount of non-structural carbohydrates in the diet recipe on the exchange of lipids and fatty acids in the organism of lactating cows of a new population of meat commologous Simmental ruminants on footshot in the conditions of the footmountain zone of the Carpathian region of Bukovynya.....	219
Karpenko O.V. Assessment of the possibility of quail meat production in the conditions of farm typical for the Southern region of Ukraine	234
Kirovych N.O., Didur L.I. Current state of the beef cattle industry in Ukraine.....	241
Korbych N.M. The influence of wool curliness on the productivity indicators of young animals of the Tavrian type of the Ascanian fine-wool breed	248
Kurdas P.I., Ilchuk I.I. The relevance of using branched-chain amino acids (BCAA) in chicken feeding	255
Lesik O.B., Pohyvka M.V., Tomash L.V. Productivity characteristics of sheep of the Ukrainian mountain Carpatian breed in the conditions of Bukovyna	263
Liubenko O.I., Kushnirov S.O. Effectiveness of the use of a liquid combination of vitamins, amino acids and selenium in growing cobb-500 cross broiler chickens.....	270
Liubenko O.I., Kushchinskyi E.S. Application of organic microelements in feeding of laying hens of the lomann brown cross in farming conditions.....	277
MELIORATION AND SOIL FERTILITY	284
Babych O.A. The impact of irrigation on crop yields in the Mykolaiv region in 2014–2023	284

Bykin O.V., Boiko Ya.I. Features of chemical amelioration of soils in the Polissya region of Ukraine.....	291
ECOLOGY, ICHTHYOLOGY AND AQUACULTURE	302
Almashova V.S., Kovshakova T.S. Monitoring of the waste management system in the Mykolaiv region.....	302
Vlasiuk V.P., Kratiuk O.L., Klymchuk O.O. Key aspects of population dynamics of local populations of European elk (<i>Alces alces</i>) in the Zhytomyr region	308
Holovko A.A., Chernyshov I.V., Kozychar M.V., Kazanok O.O. Use of aquaculture facilities as substrate components for growing oyster mushrooms	318
Hrynevych N.Ye., Shvab V.S., Sliusarenko A.O., Sliusarenko S.V., Prisjajhnjuk N.M., Khomiak O.A., Semaniuk N.V. Monitoring of the effect of innovative feed additives on hydrochemical parameters and microbial contamination of the aquatic environment during the cultivation of common carp (<i>Cyprinus carpio</i>).....	326
Dyudyayeva O.A. Biodegradable plastic: current trend or today's requirement.....	341
Korzhov Ye.I., Honcharova O.V. Modern climatic changes within the North-Western Black Sea region as a factor in the growth of ichthyopathological and invasive threats	349
Kostenko I.A. Evaluative monitoring of environmental policy to reduce air pollution in industrial regions of Ukraine	357
Kuzmenko I.S. Application of GIS tools in organic farming as a means of restoring ecological balance	367

НОТАТКИ

НОТАТКИ

Таврійський науковий вісник

Випуск 143

Частина 1

Сільськогосподарські науки

Підписано до друку 27.06.2025 р.

Формат 70×100/16. Папір офсетний.
Умовн. друк. арк. 31,53. 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.