

# **АГРОБІОЛОГІЯ**

*Збірник наукових праць*

**№ 2 (191) 2024**

УДК 631/635(062.552):378.4(477.41)БНАУ

А 26

Агробіологія = Agrobiology: збірник наукових праць. № 2 (191) 2024. Білоцерківський національний аграрний університет. Біла Церква: БНАУ, 2024. 202 с. DOI 10.33245

Засновник, редакція, видавець і виготовлювач:  
Білоцерківський національний аграрний університет (БНАУ)Збірник розглянуто і затверджено до друку рішенням Вченої ради БНАУ  
(Протокол № 9 від 28.11.2024 р.)

«Агробіологія» («Agrobiology») – збірник наукових праць є фаховим виданням, який включено до Переліку наукових фахових видань України категорії «Б» (Наказ Міністерства освіти і науки України № 1643 від 28.12.2019 р.), і є продовженням «Вісника Білоцерківського державного аграрного університету», започаткованого 1992 року. Збірник представлено на порталі Національної бібліотеки України ім. В.І. Вернадського, включено до міжнародних наукометричних баз Index Copernicus, Google Scholar, Crossref.

**Редакційна колегія:**Головний редактор – **Карпук Л.М.**, д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, УкраїнаЗаступник головного редактора – **Єзерковська Л.В.**, канд. с.-г. наук, доц., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна**Члени редакційної колегії:****Базиль П.**, гол. інженер, Французька асоціація географічної інформації (AFIGEO), Сен-Манде, Франція**Біліченко А.М.**, канд. пед. наук, Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна**Белік П.**, д-р габіл., проф., Словацький сільськогосподарський університет, Нітра, Словачка Республіка**Вахній С.П.**, д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна**Грабовський М.Б.**, д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна**Демидась Г.І.**, д-р с.-г. наук, проф., Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна**Заячук В.Я.**, канд. с.-г. наук, доцент, Національний лісотехнічний університет України, Львів, Україна**Іщук Г.П.**, канд. с.-г. наук, доцент, Уманський національний університет садівництва, Умань, Україна**Іщук Л.П.**, д-р біол. наук, проф., Національний дендрологічний парк «Софіївка» НАН України, Умань, Україна**Копій Л.І.**, д-р с.-г. наук, проф., Національний лісотехнічний університет України, Львів, Україна**Лавров В.В.**, д-р с.-г. наук, проф., Комунальний заклад вищої освіти «Вінницька академія безперервної освіти», Вінниця, Україна**Литвиненко М.А.**, д-р с.-г. наук, проф., академік НААН, Селекційно-генетичний інститут Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення, Одеса, Україна**Марченко А.Б.**, д-р с.-г. наук, доц., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна**Малюга В.М.**, д-р с.-г. наук, проф., Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна**Осадчук Л.С.**, д-р с.-г. наук, проф., Національний лісотехнічний університет України, Львів, Україна**Примак І.Д.**, д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна**Рубік Х.**, д-р філософії, доц., Чеський університет природничих наук, Прага, Чехія**Сич З.Д.**, д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна**Ткаченко Н.**, д-р філософії, Університет Варвіка, Ковентрі, Великобританія**Фучило Я.Д.**, д-р с.-г. наук, проф., Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, Київ, Україна**Хахула В.С.**, канд. с.-г. наук, доц., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна**Шмідке К.**, д-р наук, проф., Науково-дослідницький інститут органічного землеробства, Фрік, Швейцарія**Юхновський В.Ю.**, д-р с.-г. наук, проф., Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна

**Editorial board:**

Editor-in-Chief – **Karpuk L.**, D.Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Deputy Editor-in-Chief – **Ezerkovska L.**, PhD, Assistant Professor, Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

**Members of editorial board:**

**Bazile P.**, Chief Engineer, French Association for Geographic Information (AFIGEO), Saint-Mandé, France

**Bielik P.**, Dr habil., Professor, Slovak University of Agriculture, Nitra, Slovak Republic

**Bilichenko A.**, Candidate of pedagogical Science, Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

**Demydas' G.**, Dr of Agriculture Science, Professor, National University of Life and Environmental Sciences, Kyiv, Ukraine

**Fuchylo Ya.**, Dr of Agriculture Science, Professor, Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of NAAN, Kyiv, Ukraine

**Grabovskyi M.**, Dr of Agriculture Science, Professor, Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

**Ishchuk H.**, Candidate of agricultural Science, Associate Professor, Uman National University of Horticulture, Uman, Ukraine

**Ishchuk L.**, Dr of Biological Scs, Professor, National denrological park “Sofiyivka” NAS of Ukraine, Uman, Ukraine

**Kopiy L.**, Dr of Agriculture Scs, Professor, Ukrainian National Forestry University, Lviv, Ukraine

**Khakhula V.**, Candidate of Agricultural Science, Associate Professor, Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

**Lavrov V.**, D.Sc., Prof., Public higher educational establishment «Vinnytsia academy of continuing education», Vinnytsia, Ukraine

**Lytvynenko M.**, Dr of Agriculture Science, Professor, Academician of NAAS, Breeding and Genetic Institute of the National Center for Seed Science and Variety Research, Odessa, Ukraine

**Maliuha V.**, Dr of Agriculture Scs, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

**Marchenko A.**, Dr of Agriculture Science, Associate Professor, Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

**Osadchuk L.**, Dr of Agriculture Scs, Professor, Ukrainian National Forestry University, Lviv, Ukraine

**Prymak I.**, Dr of Agriculture Science, Professor, Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

**Roubík H.**, PhD, Associate Professor, Czech University of Life Sciences, Prague, Czech Republic

**Schmidtke K.**, Dr., Professor, Research Institute of Organic Agriculture, Frick, Switzerland

**Sych Z.**, Dr of Agriculture Science, Professor, Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

**Tkachenko N.**, PhD, University of Warwick, Coventry, United Kingdom

**Vakhniy S.**, Dr of Agriculture Science, Professor, Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

**Yukhnovskyi V.**, Dr of Agriculture Science, Professor, National University of Life and Environmental Sciences, Kyiv, Ukraine

**Zayachuk V.**, Candidate of agricultural Science, Associate Professor, Ukrainian National Forestry University, Lviv, Ukraine

Адреса редакції: Білоцерківський національний аграрний університет, Соборна площа, 8/1, м. Біла Церква, 09117, Україна, e-mail: redakciaviddil@ukr.net.

## ЗМІСТ

<b>Апуневич І.П.</b> Штучний інтелект як рушій змін у сучасному сільському господарстві.....6	6
<b>Бойко Н.С., Дойко Н.М., Драган Н.В., Силенко О.В., Пидорич Ю.В., Кривдюк Л.М.</b> Просторова структура головних паркоотвірних видів у ландшафтах дендрологічного парку «Олександрія» НАН України.....14	14
<b>Бровді А.А., Поліщук В.В., Українець О.А., Кунпан Л.В.</b> Оцінювання декоративності квітки троянд групи флорібунда за біолого-морфологічними особливостями.....21	21
<b>Григоренко А.В., Клименко Ю.О.</b> Вікові дерева Наталіївського парку (Харківська обл.).....27	27
<b>Карпук Л.М., Зайка Н.В., Тітаренко О.С., Павліченко А.А., Філіпова Л.М., Єзерковська Л.В., Караульна В.М., Єзерковський А.В.</b> Економічна оцінка технології вирощування сортів пшениці спельти.....35	35
<b>Карпук Л.М., Федорченко М.М.</b> Вплив допоміжних продуктів в органічному виробництві на посівні якості та врожайні властивості насіння проса.....43	43
<b>Колдар Л.А., Цибровська Н.В.</b> Перспективи використання <i>Cercis canadensis</i> L. у будівництві та оптимізації селітебних зон міського середовища.....51	51
<b>Бордусь О.О.</b> Етапи технології створення та догляду за газонами засобами малої механізації: огляд.....59	59
<b>Кириленко В.В., Муха Т.І., Гуменюк О.В., Судденко Ю.М., Мурашко Л.А., Шадчина Т.М., Лісова Г.М., Сабадин В.Я., Дубовик Н.С.</b> Результати аналізу F <sub>1</sub> та F <sub>2</sub> <i>Triticum aestivum</i> L. за проявом резистентності до борошнистої роси та септоріозу листя.....68	68
<b>Кімейчук І.В., Ткачук О.М., Ситник О.С.</b> Вплив лісоексплуатації на стійкість ґрунтів в Українських Карпатах та шляхи її підвищення.....79	79
<b>Мостипан О.В., Грабовський М.Б., Павліченко К.В., Німенко С.С., Устинова Г.Л.</b> Фітосанітарний стан посівів сої за різного фунгіцидного захисту.....96	96
<b>Опанасенко О.Г., Перець С.В., Бебех Ю.М., Борисенко В.І.</b> Технологічні аспекти вирощування енергетичних культур на осушуваних органогенних ґрунтах Північного Лісостепу.....108	108
<b>Сиромятников Ю.М., Куц О.В., Рудий С.А.</b> Біологічна активність ґрунту в посівах буряку цукрового залежно від різних поєднань елементів агротехнологій.....117	117
<b>Тодосійчук О.В.</b> Урожайність і якість зерна чини посівної за дії біологічних препаратів.....128	128
<b>Шадчина Т.М., Кочмарський В.С., Правдзіва І.В., Василенко Н.В., Хорошко Н.М., Шевченко Т.В.</b> Мінливість показників якості борошна генотипів пшениці м'якої озимої залежно від попередника.....134	134
<b>Лозінська Т.П., Ситник О.С., Велика К.І.</b> Огляд і аналіз основних аспектів проти-пожежного захисту лісових екосистем в умовах сьогодення.....144	144
<b>Примак І.Д., Войтовик М.В., Єзерковська Л.В., Караульна В.М., Панченко О.Б., Ображій С.В.</b> Порівняльна оцінка забур'яненості агрофітоценозів за різних систем основного обробітку й удобрення чорнозему типового в сівозміні.....154	154
<b>Вишневський В.С., Вишнівський П.С.</b> Вплив мінерального удобрення та позакореневого підживлення на урожайність і якісні показники насіння гірчиці.....166	166
<b>Устинова Г.Л., Лозінський М.В., Федорук Ю.В., Самойлик М.О., Філіцька О.О., Дубова О.А.</b> Вплив генотипу і умов року на показник ступеня фенотипового домінування загальної кущистості за внутрішньовидової гібридизації пшениці ( <i>Triticum aestivum</i> L.) озимої.....174	174
<b>Шох С.С., Малик Д.А.</b> Селекційна цінність сортів ріпаку озимого за елементами структури врожаю.....185	185
<b>Заморська І.Л.</b> Якість заморожених напівфабрикатів з плодів груші за нанесення харчового покриття.....193	193

## CONTENT


<b>Apunevych I.</b> Artificial intelligence as a driver of change in modern agriculture.....	6
<b>Boiko N., Doiko N., Dragan N., Sylenko O., Pydorich Yu., Kryvdiuk L.</b> Spatial organisation of the main park-forming species in landscapes of the «Olexandria» state dendrological park of the National Academy of Science of Ukraine.....	14
<b>Brovdi A., Polishchuk V., Ukrainets O., Kunpan L.</b> Evaluation of flower decorativeness of floribunda rose varieties by biological and morphological features.....	21
<b>Hryhorenko A., Klymenko Y.</b> Agelong trees of Nataliyivskiy park (Kharkiv region).....	27
<b>Karpuk L., Zaika N., Titarenko O., Pavlichenko A., Filipova L., Yezerkovska L., Karaulna V., Yezerkovskiy A.</b> Economic assessment of spelt wheat growing technology.....	35
<b>Karpuk L., Fedorchenko M.</b> The influence of auxiliary products in organic production on sowing qualities and yield properties of millet seeds.....	43
<b>Koldar L., Tsybrovska N.</b> Prospects for the use of <i>Cercis canadensis</i> L. in construction and optimization of farmsteabs in the urban environment.....	51
<b>Bordus O.</b> Modern technologies for creating and maintaining lawns using small-scale mechanization tools: review.....	59
<b>Kyrylenko V., Mukha T., Humeniuk O., Suddenko Yu., Murashko L., Shadchyna T., Lisova H., Sabadyn V., Dubovyk N.</b> The analysis results of F <sub>1</sub> and F <sub>2</sub> <i>Triticum aestivum</i> L. on the manifestation of resistance to powdery mildew and septoria leaf blight .....	68
<b>Kimeichuk I., Tkachuk O., Sitnik O.</b> Impact of forest exploitation on soil stability in the Ukrainian Carpathians and ways to improve it.....	79
<b>Mostypan O., Grabovskiy M., Pavlichenko K., Nimenko S., Ustynova H.</b> Phytosanitary condition of soybean crops under different fungicide protection.....	96
<b>Opanasenko O., Perets S., Bebekh Y., Borysenko V.</b> Technological aspects of growing energy crops on drained organogenic soils of the Northern Forest-Steppe.....	108
<b>Syromyatnikov Yu., Kuts O., Rudyi S.</b> Soil biological activity in sugar beet crops depending on various combinations of agrotechnology elements.....	117
<b>Todosiychuk O.</b> Yield and grain quality of chickling vetch under biological preparations influence.....	128
<b>Shadchyna T., Kochmarskyi V., Pravdziva I., Vasylenko N., Khoroshko N., Shevchenko T.</b> Variability of flour quality indicators of soft winter whea genotypes depending on preceding crop.....	134
<b>Lozinska T., Sytnyk O., Velyka K.</b> Review and main aspects analysis of fire protection of forest ecosystems in current conditions .....	144
<b>Primak I., Voitovyk M., Yezerkovska L., Karaulna V., Panchenko O., Obrazhiy S.</b> Comparative assessment of weed infestation of agrophytocenoses under different systems of main cultivation and fertilization of typical chernozem in crop rotation.....	154
<b>Vyshnevsky V., Vyshnivsky P.</b> The influence of mineral fertilizer and foliar feeding on the yield and quality indicators of mustard seeds.....	166
<b>Ustynova H., Lozinskyi M., Fedoruk Yu., Samoilyk M., Filitska O., Dubova O.</b> Genotype and seasonal conditions influence on the degree of phenotypic dominance of total bushiness during intraspecific hybridization of winter wheat ( <i>Triticum aestivum</i> L.).....	174
<b>Shokh S., Malik D.</b> Selection value of winter rapeseed varieties by yield structure elements.....	185
<b>Zamorska I.</b> Quality of frozen semi-finished products from pear fruit for the application of edible coating.....	193

## АГРОНОМІЯ

УДК 631:004.81

**Штучний інтелект як рушій змін  
у сучасному сільському господарстві**Апуневич І.П. 

Вінницький національний аграрний університет

 E-mail: igorapunevich@gmail.com

Апуневич І.П. Штучний інтелект як рушій змін у сучасному сільському господарстві. «Агробіологія», 2024. № 2. С. 6–13.

Apunevych I. Artificial intelligence as a driver of change in modern agriculture. «Agrobiology», 2024. no. 2, pp. 6–13.

Рукопис отримано: 23.08.2024 р.

Прийнято: 09.09.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-191-2-6-13

У статті досліджено сутність і характеристики штучного інтелекту (ШІ) та його застосування в різних сегментах сільського господарства. Особливу увагу приділено проблемам впровадження ШІ у галузях рослинництва, тваринництва, управління ресурсами та аналітичних процесах. Розглянуто значення робототехніки як одного з ключових чинників цифрової трансформації аграрного сектору, що сприяє впровадженню нових виробничих підходів. Висвітлено основні переваги застосування ШІ в аграрному секторі, таких як автоматизація рутинних завдань, зниження витрат ручної праці, підвищення ефективності виробництва та створення нових продуктів. Використання інтелектуальних технологій дозволяє оптимізувати ресурси та підвищувати продуктивність, що сприяє зростанню конкурентоспроможності аграрних підприємств. Також розглянуто світовий досвід впровадження ШІ та робототехніки в сільське господарство. Наведено приклади успішного використання цих технологій провідними компаніями та проаналізовано досвід українських аграрних підприємств. Вивчено позитивні аспекти впровадження ШІ, такі як підвищення ефективності роботи та врожайності, водночас висвітлено недоліки та ризики, пов'язані з адаптацією нових технологій до специфічних умов сільського господарства України. Висновки статті підкреслюють, що використання ШІ є перспективним напрямом розвитку аграрного сектору. Технології штучного інтелекту допомагають вирішувати ключові виклики, пов'язані з продовольчою безпекою та сталим розвитком. Незважаючи на виклики та ризики, потенціал ШІ для підвищення ефективності аграрного виробництва є вагомим, і майбутнє сільського господарства значною мірою залежить від подальшого розвитку та впровадження цих технологій. Широке впровадження інтелектуальних технологій може не лише трансформувати аграрні процеси, а також зробити їх більш екологічно стійкими та економічно вигідними в довгостроковій перспективі.

**Ключові слова:** штучний інтелект, аграрний сектор, інноваційні технології, сільське господарство, рослинництво, тваринництво, робототехніка, машинний інтелект.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Штучний інтелект (ШІ) стає одним із провідних напрямів розвитку сучасних інформаційних технологій, що активно впроваджують у різних галузях економіки, зокрема сільське господарство. Використання ШІ в агрономії відкриває нові можливості для під-

вищення продуктивності, оптимізації використання ресурсів та автоматизації польових робіт. Завдяки алгоритмам машинного навчання та обробці великих даних, ШІ дозволяє точніше прогнозувати врожайність, автоматизувати моніторинг стану посівів та зменшувати вплив людського чинника на виробничі процеси.

Однак, попри стрімке зростання інтересу до впровадження ШІ в аграрний сектор, залишається низка невирішених питань. Використання ШІ в сільському господарстві пов'язане зі складною взаємодією з біологічними системами та зовнішніми чинниками, такими як кліматичні умови, тип ґрунту та інші агрономічні показники. Це потребує ретельної адаптації моделей та алгоритмів ШІ до специфіки аграрної галузі. Виникає потреба у глибокому дослідженні та валідації цих технологій для забезпечення їх ефективності та точності в агропромисловому комплексі.

Застосування ШІ в сільському господарстві в Україні залишається недостатньо вивченим напрямом, хоча його потенціал для підвищення конкурентоспроможності аграрного сектору є значним. Особливу увагу слід приділити викликам і ризикам, пов'язаним з впровадженням ШІ, а також питанням автоматизації та інтелектуального управління фермерськими господарствами.

Основними постачальниками сучасних систем штучного інтелекту для сільського господарства є країни Західної Європи, США та Китай. Ґрунтовний огляд результатів останніх досліджень і практичної імплементації здобутків сучасної кібернетики та інформатики в сфері сільськогосподарського виробництва, нещодавно здійснений Vannerjee et al. (2018), дає змогу визначити такі основні напрями використання систем штучного інтелекту в рослинництві та землеробстві: управління технологією вирощування сільськогосподарських культур (у вигляді модельних симуляцій, експертних систем, систем підтримки ухвалення управлінських рішень, автоматизації управління технікою тощо); управління системами захисту посівів від шкідників, хвороб і бур'янів (системи інтелектуального розпізнавання шкочинних організмів, системи інтелектуального внесення пестицидів тощо); системи штучного інтелекту для управління процесами збирання, зберігання та переробки продукції рослинництва; системи інтелектуального менеджменту зрошувальних систем, дренажу та управління станом ґрунтів (включає системи для автоматизованої оцінки стану ґрунтів, визначення потреби в зрошенні, планування зрошення, контроль за якістю поливу та водовідведення тощо); прогностичні системи (прогнозування та програмування врожайності сільськогосподарських культур, прогноз метеорологічних умов, економічні прогнози тощо) [1].

Окремі питання, пов'язані з впровадженням та використанням технологій штучного

інтелекту (ШІ), розглядали як зарубіжні, так і вітчизняні вчені. Вагомий внесок у розробку та дослідження ШІ у сільському господарстві зробили такі закордонні вчені як У. Мак-Каллок, У. Пітс, М. Мінський, Дж. Маккарті, А. Самюел та інші. В Україні над цією тематикою працюють такі науковці як О. Височук – займається розробкою інформаційних технологій для підтримки прийняття рішень у сільському господарстві та досліджує використання штучного інтелекту, Ю. Лисенко – вивчає використання штучного інтелекту для розв'язання задач у галузі тваринництва, зокрема в галузі контролю якості молока, О. Кравченко – досліджує використання штучного інтелекту в агроінженерії, М. Білоцерківець та С. Ляшенко, які досліджують застосування ШІ у різних сферах агрономії – від підтримки прийняття рішень до автоматизації польових робіт і управління сільськогосподарською технікою.

Водночас, попри наявні досягнення, багато аспектів, пов'язаних з впровадженням та використанням ШІ у сільському господарстві, залишаються теоретично і методично недостатньо розробленими. Не повною мірою сформовано понятійний апарат, а наслідки застосування цих технологій досліджені лише частково. Усі ці питання є актуальними та потребують глибокого наукового аналізу й обґрунтування.

**Мега дослідження** – визначення значення штучного інтелекту в трансформації сучасного сільського господарства, аналіз його впливу на підвищення продуктивності, оптимізацію процесів та раціональне використання ресурсів, а також вивчення переваг і викликів впровадження AI-технологій у сільськогосподарських підприємствах.

**Методи дослідження.** Під час дослідження були використані такі методи:

- Аналіз літератури: вивчено наукові публікації, звіти та дослідження, присвячені впровадженню штучного інтелекту в аграрний сектор.
- Порівняльний аналіз: проведено порівняння різних підходів до застосування ШІ в сільському господарстві, враховуючи закордонний та український досвід.
- Систематизація та узагальнення даних: зібрані дані були систематизовані та узагальнені для створення цілісного уявлення про використання ШІ в аграрній галузі.
- Емпіричне дослідження: вивчено реальні кейси впровадження ШІ у сільське господарство для оцінки ефективності та виявлення ключових викликів і ризиків.

Ці методи дозволили глибше проаналізувати значення штучного інтелекту у трансформації сучасного сільського господарства.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Штучний інтелект (ШІ) у сільському господарстві є інструментом, що поєднує передові технології машинного навчання, комп'ютерного зору, аналізу великих даних та автоматизації процесів. Застосування ШІ спрямоване на виконання завдань, що раніше потребували участі людини, і дозволяє значно підвищити ефективність агропромислових операцій.

Штучний інтелект можна застосовувати в різних сферах сільськогосподарської діяльності, зокрема в рослинництві, тваринництві, управлінні ресурсами та аналітичних процесах.

Можливе використання штучного інтелекту в рослинництві охоплює різні аспекти від моніторингу стану полів до повної автоматизації польових робіт за допомогою робототехніки та машинного інтелекту. Є декілька основних способів використання систем штучного інтелекту в рослинництві:

1. Моніторинг посівів за допомогою комп'ютерного зору: використання дронів та супутників, оснащених камерами, для збору даних про стан посівів; алгоритми комп'ютерного зору дозволяють аналізувати зображення для виявлення стресу рослин, шкідників або хвороб на ранніх стадіях.

2. Прогнозування врожайності: алгоритми машинного навчання використовують для аналізу великих обсягів історичних даних та прогнозування врожайності на основі погодних умов, стану ґрунту та інших чинників; оптимізація ресурсів (вода, добрива, паливо) відповідно до прогнозів врожайності, що допомагає підвищити економічну ефективність господарства.

3. Оптимізація систем зрошення та внесення добрив: використання датчиків вологості та інших IoT-пристроїв, що передають дані про стан ґрунту в реальному часі.

4. Автоматизація польових робіт за допомогою робототехніки: роботи можуть бути обладнані камерами та сенсорами для аналізу стану рослин під час виконання завдань, що забезпечує додатковий рівень контролю за врожаєм; роботизовані системи, керовані ШІ, можуть виконувати завдання, такі як оранка, сівба, збирання врожаю, з високою точністю і без участі людини.

5. Розпізнавання бур'янів та шкідників: алгоритми комп'ютерного зору можуть ідентифікувати бур'яни серед культурних рослин і автоматично застосовувати цілеспрямовані

обприскування пестицидами. Це дозволяє знизити кількість використовуваних хімікатів і мінімізувати їх вплив на навколишнє середовище, водночас підвищуючи ефективність обробки полів.

У тваринництві ШІ можливо застосовувати для моніторингу здоров'я тварин, оптимізації годівлі та управління розведенням. Алгоритми машинного навчання аналізують дані, зібрані за допомогою датчиків і камер, що дозволяє виявляти ознаки хвороб або стресу на ранніх стадіях. Це сприяє своєчасному втручанню та зниженню витрат на лікування тварин. Оптимізація годівлі за допомогою ШІ також може забезпечити точне розрахування раціону, що підвищує продуктивність та знижує витрати на корми [6].

Крім того, ШІ може допомогти автоматизувати процеси розведення, вибираючи найкращих тварин для селекції на основі аналізу генетичних даних. Це дозволяє поліпшити якість стада та підвищити ефективність господарства.

Управління фермами є ще однією важливою сферою, де штучний інтелект демонструє свою корисність. Застосування штучного інтелекту дозволяє контролювати умови утримання тварин, включаючи температуру, вологість, освітлення та вентиляцію. Аналітичні моделі та алгоритми забезпечують оптимальні умови для тварин, зменшуючи ризик захворювань та стресу, що можуть вплинути на продуктивність і здоров'я. Крім того, штучний інтелект надає рекомендації для покращення умов утримання, що сприяє забезпеченню добробуту тварин [12].

ШІ значно покращує аналітичні можливості аграрного бізнесу. Використовуючи алгоритми для аналізу великих обсягів даних, таких як погодні умови, стан ґрунту, історичні дані про врожайність тощо, фермери можуть приймати більш точні та обґрунтовані рішення. ШІ допомагає прогнозувати ризики, пов'язані з кліматичними змінами або шкідниками, що дозволяє завчасно вживати запобіжних заходів. Крім того, алгоритми ШІ дають змогу оцінити ефективність агротехнічних заходів і розробляти рекомендації для їх оптимізації [14].

Ефективність використання штучного інтелекту в сільському господарстві підтверджується успішними прикладами з різних країн світу. Провідні аграрні компанії активно використовують машинний інтелект для автоматизації, оптимізації та вдосконалення сільськогосподарських процесів, що дозволяє підвищити продуктивність і зменшити витрати.



У США компанія John Deere впроваджує автономні трактори та комбайни, що використовують алгоритми штучного інтелекту для точного землеробства. Ці машини можуть самостійно виконувати завдання, такі як оранка, сівба та збирання врожаю, що підвищує ефективність польових робіт і мінімізує витрати на робочу силу. Інша американська компанія Blue River Technology розробила систему See & Spray, яка використовує комп'ютерний зір для розпізнавання бур'янів серед культурних рослин і цілеспрямованого застосування гербіцидів, що дозволяє значно зменшити використання хімікатів [16, 19].

В Ірландії компанія Cainthus спеціалізується на застосуванні штучного інтелекту в тваринництві. Їхня система комп'ютерного зору аналізує поведінку корів у режимі реального часу, допомагаючи фермерам моніторити здоров'я тварин і вчасно втручатися для поліпшення умов утримання та продуктивності. Такі рішення дозволяють значно знизити втрати через хвороби тварин та покращити загальні показники ферми [18].

В Ізраїлі компанія StopX використовує штучний інтелект для оптимізації зрошення та управління використанням добрив. Завдяки датчикам, встановленим на полях, і алгоритмам ШІ, фермери можуть отримувати детальні рекомендації щодо оптимального використання ресурсів, що дозволяє знижувати витрати і мінімізувати вплив на навколишнє середовище [15].

У Канаді компанія Reson розробила платформу, яка використовує штучний інтелект для аналізу даних, зібраних за допомогою дронів, датчиків та супутників, для прогнозування стану врожаю. Це дозволяє фермерам приймати обґрунтовані рішення щодо управління полями та планування сільськогосподарських робіт, що сприяє підвищенню врожайності та зменшенню витрат.

Німецька компанія Harvio Digital Farming Solutions, дочірня компанія BASF, використовує ШІ для підтримки прийняття рішень у сільському господарстві. Їхня платформа аналізує дані про поля, прогнозує врожайність та надає рекомендації щодо оптимального часу для посіву, внесення добрив і захисту рослин. Це допомагає фермерам підвищити продуктивність та зменшити негативний вплив на довкілля [17].

В Україні також активно впроваджують технології штучного інтелекту в сільському господарстві, що сприяють підвищенню ефективності аграрного виробництва та оптимізації ресурсів.

Одним із прикладів є система Taranis, яку використовують на полях для аналізу стану рослин, густоти посівів, виявлення бур'янів та хвороб. Ця система допомагає агрономам планувати застосування засобів захисту рослин (ЗЗР), а також контролювати процеси внесення добрив на основі детальних індексів і звітів. Фермери отримують детальні дані про стан кожного поля, що дозволяє приймати обґрунтовані рішення і оперативно реагувати на зміни [23].

Крім того, у країні розвиваються компанії, що спеціалізуються на технологіях точного землеробства, таких як Agroху та Agrieye. Agroху допомагає оптимізувати процес вибору насіння і добрив, використовуючи дані та інструменти штучного інтелекту. Agrieye розробляє продукти дистанційного зондування для покращення кліматичної адаптації сільського господарства. Ці рішення сприяють кращому управлінню ресурсами та підвищенню врожайності в умовах змін клімату [22].

Також в Україні активно впроваджують технологію безпілотної техніки та аналізу даних для моніторингу полів і оцінки стану ґрунтів, що дозволяє фермерам краще розуміти властивості своїх земель і приймати відповідні агротехнічні рішення.

Хоча штучний інтелект надає безліч переваг, також існують певні ризики впровадження ШІ в сільському господарстві, які потребують ретельного аналізу та управління. Одним із ключових ризиків є надмірна залежність від технологій. Якщо автоматизовані системи, керовані ШІ, виходять з ладу через технічні проблеми або кібератаки, це може призвести до серйозних втрат у виробництві, зниження врожайності або навіть повної зупинки виробничих процесів. У такій ситуації важливим є забезпечення належного технічного обслуговування та розробка резервних планів для мінімізації наслідків таких збоїв.

Крім того, використання ШІ може стати проблемою у випадку обробки неточних або неповних даних. ШІ системи здебільшого базуються на великих обсягах інформації, і якщо датчики або інші пристрої збору даних надають некоректну або недостатню інформацію, це може призвести до хибних прогнозів або неправильних управлінських рішень. Це підкреслює важливість якості та надійності даних, що використовують в системах ШІ [5, 9].

Економічний аспект впровадження також заслуговує на увагу. Значні витрати на закупівлю та інтеграцію систем ШІ можуть стати бар'єром для дрібних і середніх фермерських господарств, що, зокрема, може призвести до

посилення розриву між великими аграрними підприємствами, які мають ресурси для впровадження передових технологій, і дрібнішими виробниками, які можуть залишитися позаду у технологічному розвитку.

Ще одним ризиком є питання кібербезпеки. Оскільки сільськогосподарські системи все частіше стають частиною глобальної цифрової інфраструктури, вони можуть стати мішенню для кібератак, що загрожує не лише втратою даних, а також можливим саботажем виробничих процесів. Для запобігання таким загрозам необхідно розробити ефективні стратегії кіберзахисту та інвестувати у безпеку даних.

Також слід враховувати соціальні ризики, пов'язані з впровадженням ІІІ в сільське господарство. Автоматизація багатьох виробничих процесів може призвести до скорочення робочих місць, що особливо негативно позначиться на сільських регіонах, де сільське господарство є основним джерелом зайнятості. Це потребує розробки соціальних програм для підтримки працівників, що можуть втратити роботу через впровадження нових технологій [13].

Зрештою, існують етичні питання, пов'язані з використанням ІІІ. Зростаюча залежність від аналізу великих даних та автоматизованих рішень може викликати занепокоєння з приводу приватності даних фермерів та прозорості процесів прийняття рішень. Важливо організувати, щоб системи ІІІ працювали прозоро та підконтрольно, забезпечуючи етичне використання даних.

Успішне впровадження штучного інтелекту у сільському господарстві потребує не лише технічних інновацій, а також усвідомлення та управління можливими ризиками.

**Висновки.** Штучний інтелект (ІІІ) стає важливим інструментом трансформації сучасного сільського господарства, пропонуючи інноваційні рішення для підвищення ефективності виробничих процесів. Застосування ІІІ охоплює широке коло завдань, включаючи моніторинг стану рослин, автоматизацію польових робіт, прогнозування врожайності, оптимізацію ресурсів, а також управління тваринництвом і розробку аналітичних моделей. ІІІ не лише дозволяє підвищити продуктивність аграрного бізнесу, а також сприяє раціональному використанню природних ресурсів, знижуючи витрати та мінімізуючи вплив на довкілля.

Проте, разом із перевагами впровадження ІІІ супроводжується низкою ризиків. Важливими викликами є залежність від технологій,

кібербезпека, можливі соціальні наслідки, пов'язані зі скороченням робочих місць, а також етичні питання щодо приватності даних і прозорості процесів. Для успішного впровадження ІІІ у сільському господарстві важливо не лише інтегрувати технології, а також належним чином управляти ризиками, забезпечуючи сталий розвиток аграрного сектору.

Незважаючи на значний прогрес, впровадження штучного інтелекту в сільське господарство потребує подальших досліджень. Більше уваги слід приділяти питанням адаптації технологій до локальних умов, оцінці їх ефективності в різних кліматичних зонах та впливу на соціально-економічні аспекти сільських громад. Дослідження також мають охоплювати аспекти інтеграції ІІІ з іншими інноваційними технологіями, такими як Інтернет речей (ІоТ), для створення комплексних рішень у сільському господарстві. Більш глибоке розуміння ризиків, пов'язаних із використанням ІІІ, і розробка стратегій мінімізації цих ризиків стануть важливими для забезпечення безпечного та ефективного впровадження ІІІ у сільськогосподарській практиці.

Отже, штучний інтелект має потенціал стати ключовим рушієм змін у сільському господарстві, дозволяючи підвищити продуктивність і зменшити екологічний вплив, однак потребує відповідального та обережного підходу для мінімізації ризиків і забезпечення ефективної інтеграції технологій у сільськогосподарську практику.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Лиховид П., Вожегова Л., Грановська В., Ушкаренко В. Штучний інтелект і можливість його застосування в сучасному сільському господарстві. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2023. Т. 2. № 33(47). С. 68–77.
2. Кучміюва Т.С., Мороз Т.О., Шешунова А.В. Використання штучного інтелекту в сільському господарстві. Електронне наукове фахове видання з економічних наук "Modern Economics". 2023. 39 с., С. 69–74.
3. Руденко М.В. Вплив цифрових технологій на аграрне виробництво: методичний аспект. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Економіка і управління. 2019. Вип. 6. № 69. С. 30–36. DOI: 10.32838/2523-4803/69-6-28.
4. Пасічник Ю. Використання технологій штучного інтелекту в агропромисловому секторі економіки. Сучасні тенденції розвитку фінансових та інноваційно-інвестиційних процесів в Україні: матеріали ІV Міжнар. науково-практ. конф. Вінниця, 2021. С. 880–882.

5. Oliveira R.C.d., Silva R.D.d.S.e. Artificial Intelligence in Agriculture: Benefits, Challenges, and Trends. *Appl. Sci.* 2023. 13. 7405 p. DOI: <https://doi.org/10.3390/app13137405>.
6. Application of machine learning and artificial intelligence on agriculture supply chain: a comprehensive review and future research directions / S. Kumari et al. *Ann Oper Res.* 2023. DOI: 10.1007/s10479-023-05556-3.
7. Alloghani M.A. AI for Sustainable Agriculture: A Systematic Review. In: *Artificial Intelligence and Sustainability. Signals and Communication Technology.* Springer, Cham. 2023. P. 53–64. DOI: 10.1007/978-3-031-45214-7\_3.
8. Bannerjee G., Sarkar U., Das S., Ghosh I. Artificial intelligence in agriculture: A literature survey. *International Journal of Scientific Research in Computer Science Applications and Management Studies.* 2018. 7(3). P. 1–6.
9. Болтянська Н.І., Маніта І.Ю., Подашевська О. Проблеми і перспективи розвитку інформаційних технологій в сільському господарстві. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного.* 2020. Т. 20. № 4. С. 175–185. DOI: 10.31388/2078-0877-2020-20-4-175-185.
10. Bhagat P.R., Naz F., Magda R. Artificial intelligence solutions enabling sustainable agriculture: A bibliometric analysis. *PLoS ONE.* 2022. 17(6). e0268989. DOI: 10.1371/journal.pone.0268989.
11. Cavazza A., Dal Mas F., Paoloni P., Manzo M. Artificial intelligence and new business models in agriculture: a structured literature review and future research agenda. *British Food Journal.* 2023. Vol. 125. No 13. P. 436–461. DOI: 10.1108/BFJ-02-2023-0132.
12. AgroDSS: A decision support system for agriculture and farming / M. Kukar et al. *Computers and Electronics in Agriculture.* 2023. 161 p., P. 260–271.
13. AI in Agriculture: A Comparative Review of Developments in the USA and Africa. 2024. DOI: 10.53022/oarjst.2024.10.2.0051.
14. Enabling precision agriculture through embedded sensing with artificial intelligence / D. Shadrin et al. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement.* 2019. 69(7). P. 4103–4113.
15. CropX Agronomic Farm Management System. URL: <https://cropx.com/>
16. John Deere Revolutionizes Agriculture with AI and Automation. URL: <https://www.assemblymag.com/articles/97831-john-deere-revolutionizes-agriculture-with-ai-and-automation>.
17. Xarvio: Simply Smarter Crop Production. URL: <https://www.xarvio.com/global/en/products/field-manager.html>
18. Cainthus Helps Dairy Farms Optimize Yields with Camera Networks, Computer Vision and AI Algorithms. URL: <https://www.digi.com/resources/customer-stories/cainthus-dairy-farm-ai-monitoring-technology>.
19. How Blue River Technology Helps John Deere Feed the World While also Protecting it. URL: <https://www.deere.com/en/stories/featured/blue-river-and-john-deere-feed-the-world-while-protecting-it/>.
20. Піжук О.І. Штучний інтелект як один із ключових драйверів цифрової трансформації економіки. *Економіка, управління та адміністрування.* 2019. № 3(89). С. 41–46. DOI: 10.26642/ema-2019-3(89)-41-46.
21. Інтелектуальне сільське господарство. URL: <https://quantum.ua/ua/statti/intelektualne-sil-ske-gospodarstvo>.
22. Штучний інтелект у сільському господарстві: огляд технологій. URL: <https://agravery.com/uk/posts/show/stucnij-intelekt-v-silskomugospodarstvi-oglad-tehnologij>.
23. Штучний інтелект у сільському господарстві. URL: <https://aggeek.net/ru-blog/shtuchnij-intelekt-u-silskomugospodarstvi>.

## REFERENCES

1. Lykhovyd, P., Vozhehova, R., Hranovska, L., Ushkarenko, V. (2023). Shtuchnyi intelekt i mozhyvosti yoho zastosuvannya v suchasnomu silskomu hospodarstvi [Artificial intelligence and possibilities for its application in modern agriculture]. *Tekhniko-tekhnologichni aspekty rozvytku ta vyprovuvannya novoi tekhniki i tekhnologii dlia silskoho hospodarstva Ukrainy* [Technical and technological aspects of development and testing of new machinery and technologies for agriculture in Ukraine]. Vol. 2, no. 33 (47), pp. 68–77.
2. Kuchmiiova, T., Moroz, T., Sheshunova, A. (2023). Vykorystannia shtuchnoho intelektu v silskomu hospodarstvi [Use of artificial intelligence in agriculture]. *Elektronne naukove fakhove vydannia z ekonomichnykh nauk "Modern Economics"* [Electronic scientific journal on economic sciences «Modern Economics»]. 39 p., pp. 69–74.
3. Rudenko, M.V. (2019). Vplyv tsyfrovyykh tekhnologii na ahrarne vyrobnytstvo: metodychnyi aspekt [The influence of digital technologies on agricultural production: methodical aspect]. *Vcheni zapysky TNU imeni V.I. Vernadskoho. Ekonomika i upravlinnia* [Academic notes of TNU named after V.I. Vernadskyi. Economics and management]. Issue 6, no. 69, pp. 30–36. DOI: 10.32838/2523-4803/69-6-28.
4. Pasichnyk, Yu.V. (2021). Vykorystannia tekhnologii shtuchnoho intelektu v ahropromyslovomu sektori ekonomiky [The use of artificial intelligence technologies in the agroindustrial sector of the economy]. *Suchasni tendentsii rozvytku finansovykh ta innovatsiino investytsiynykh protsesiv v Ukraini: materialy IV mizhnar. naukovo-prakt. konf.* [Modern trends in the development of financial and inno-

- vative investment processes in Ukraine: materials of the 4-th International Scientific and Practical Conference]. Vinnytsia, pp. 880–882.
5. Oliveira, R.C.d., Silva, R.D.d.S.e. (2023). Artificial Intelligence in Agriculture: Benefits, Challenges, and Trends. *Appl. Sci.* no. 13, 7405 p. DOI: 10.3390/app13137405
6. Kumari, S., Venkatesh, V.G., Tan, F.T.C. (2023). Application of machine learning and artificial intelligence on agriculture supply chain: a comprehensive review and future research directions. *Ann Oper Res.* DOI: 10.1007/s10479-023-05556-3
7. Alloghani, M.A. (2024). AI for Sustainable Agriculture: A Systematic Review. In: *Artificial Intelligence and Sustainability. Signals and Communication Technology.* Springer, Cham. pp. 53–64. DOI: 10.1007/978-3-031-45214-7\_3
8. Bannerjee, G., Sarkar, U., Das, S., Ghosh, I. (2018). Artificial intelligence in agriculture: A literature survey. *International Journal of Scientific Research in Computer Science Applications and Management Studies.* no. 7(3), pp. 1–6.
9. Boltianska, N. (2020). Problemy i perspektyvy rozvytku informatsiinykh tekhnolohii v silskomu hospodarstvi [Prospects and problems of development of information technologies in agriculture]. *Pratsi Tavriiskoho derzhavnoho ahrotekhnolohichnoho universytetu imeni Dmytra Motornoho [Proceedings of the Tavia State agrotechnological university].* Vol. 20, no. 4, pp. 175–185. DOI: 10.31388/2078-0877-2020-20-4-175-185.
10. Bhagat, P.R., Naz, F., Magda, R. (2022). Artificial intelligence solutions enabling sustainable agriculture: A bibliometric analysis. *PLoS ONE.* no. 17(6), e0268989. DOI: 10.1371/journal.pone.0268989
11. Cavazza, A., Dal Mas, F., Paoloni, P., Manzo, M. (2023). Artificial intelligence and new business models in agriculture: a structured literature review and future research agenda. *British Food Journal.* Vol. 125, no. 13, pp. 436–461. DOI: 10.1108/BFJ-02-2023-0132
12. Kukar, M., Vračar, P., Košir, D., Pevec, D., Bosnić, Z. (2019). AgroDSS: A decision support system for agriculture and farming. *Computers and Electronics in Agriculture.* 161 p, pp. 260–271.
13. AI in Agriculture: A Comparative Review of Developments in the USA and Africa. 2024. DOI: 10.53022/oarjst.2024.10.2.0051
14. Shadrin, D., Menshchikov, A., Somov, A., Bornemann, G., Hauslage, J., Fedorov, M. (2019). Enabling precision agriculture through embedded sensing with artificial intelligence. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement.* no. 69(7), pp. 4103–4113.
15. CropX Agronomic Farm Management System. Available at: <https://cropx.com/>
16. John Deere Revolutionizes Agriculture with AI and Automation. Available at: <https://www.assemblymag.com/articles/97831-john-deere-revolutionizes-agriculture-with-ai-and-automation>
17. Xarvio: Simply Smarter Crop Production. Available at: <https://www.xarvio.com/global/en/products/field-manager.html>
18. Cainthus Helps Dairy Farms Optimize Yields with Camera Networks, Computer Vision and AI Algorithms. Available at: <https://www.digi.com/resources/customer-stories/cainthus-dairy-farm-ai-monitoring-technology>
19. How Blue River Technology Helps John Deere Feed the World While also Protecting it. Available at: <https://www.deere.com/en/stories/featured/blue-river-and-john-deere-feed-the-world-while-protecting-it/>
20. Pizhuk, O.I. (2019). Shtuchnyi intelekt yak odyin iz kliuchovykh draiveriv tsyfrovoy transformatsii ekonomiky [Artificial intelligence as one of the key drivers of the digital transformation of the economy]. *Ekonomika, upravlinnia ta administruvannia [Economy, management and administration].* no. 3 (89), pp. 41–46. DOI: 10.26642/ema-2019-3(89)-41-46.
21. Intelektualne silske hospodarstvo [Intellectual Agriculture]. Available at: <https://quantum.ua/ua/statti/intelektualne-silske-gospodarstvo>
22. Shtuchnyi intelekt u silskomu hospodarstvi: ohliad tekhnolohii [Artificial Intelligence in Agriculture: A Technology Review]. Available at: <https://agravery.com/uk/posts/show/stucnij-intelekt-v-silskomu-gospodarstvi-oglad-tehnologij>
23. Shtuchnyi intelekt u silskomu hospodarstvi [Artificial Intelligence in Agriculture]. Available at: <https://aggeek.net/blog/shtuchnij-intelekt-u-silskomu-gospodarstvi>.

### Artificial intelligence as a driver of change in modern agriculture

#### Apunevych I.

This article examines the essence and characteristics of artificial intelligence (AI) and its applications in various agriculture segments. Special attention is paid to the challenges of implementing AI in crop production, animal husbandry, resource management, and analytical processes. The role of robotics is examined as a key factor in the digital transformation of the agricultural sector, facilitating the adoption of new production approaches. The article highlights the main advantages of AI in the agricultural sector, such as the automation of routine tasks, reduction of manual labor costs, increased production efficiency, and the creation of new products. The use of intelligent technologies optimizes resources and boosts productivity, contributing to the competitiveness of agricultural enterprises. The article also reviews global experiences in the implementation of AI and robotics in agriculture. Examples of successful use of these technologies by leading companies are provided, along with an analysis of the experience of Ukrainian agricultural enterprises. Positive aspects of AI implementation, such as increased efficiency and

crop yields, are studied, while drawbacks and risks associated with adapting new technologies to the specific conditions of Ukrainian agriculture are also highlighted. The conclusions of the article emphasize that the use of AI is a promising direction for the development of the agricultural sector. AI technologies help address key challenges related to food security and sustainable development. Despite the challenges and risks, AI's potential to enhance agricultural production efficiency is significant, and the future of agriculture largely de-

pends on the further development and implementation of these technologies. The widespread introduction of intelligent technologies can not only transform agricultural processes, but also make them more environmentally sustainable and economically profitable in the long term.

**Key words:** artificial intelligence, agricultural sector, innovative technologies, agriculture, crop production, animal husbandry, robotics, machine intelligence.



Copyright: Апунович І.П. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.




ORCID iD:

Апунович І.П.

<https://orcid.org/0009-0004-4003-4552>

## ЕКОЛОГІЯ

УДК 581.55:591.5 (477.41)

**Просторова структура головних паркотвірних видів у ландшафтах дендрологічного парку «Олександрія» НАН України**Бойко Н.С.<sup>1</sup> , Дойко Н.М.<sup>1</sup> , Драган Н.В.<sup>1</sup> ,Силенко О.В.<sup>2,1</sup> , Пидорич Ю.В.<sup>1</sup> , Кривдюк Л.М.<sup>1</sup> <sup>1</sup> Державний дендрологічний парк «Олександрія» НАН України<sup>2,1</sup> Державна установа «Інститут еволюційної екології НАН України» E-mail: alexandriapark@ukr.net

Бойко Н.С., Дойко Н.М., Драган Н.В., Силенко О.В., Пидорич Ю.В., Кривдюк Л.М. Просторова структура головних паркотвірних видів у ландшафтах дендрологічного парку «Олександрія» НАН України. «Агробіологія», 2024. № 2. С. 14–20.

Boiko N., Doiko N., Dragan N., Sylenko O., Pydorich Yu., Kryvdiuk L. Spatial organisation of the main park-forming species in landscapes of the «Olexandria» state dendrological park of the National Academy of Science of Ukraine. «Agrobiology», 2024. no. 2, pp. 14–20.

Рукопис отримано: 28.08.2024 р.

Прийнято: 12.09.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-191-2-14-20

Подано результати дослідження просторової структури головних паркотвірних видів (*Acer platanoides* L., *A. campestre* L., *Fraxinus excelsior* L., *Tilia cordata* Mill.) в екотопах дендропарку «Олександрія» НАН України. Просторову структуру визначали за допомогою картування дерев за віковими групами. Просторова організація досліджуваних деревних видів має видову специфічність, проявляє вікову приуроченість до різних екотопів парку. Найчисельніші *Acer platanoides* і *A. campestre* поширені більш-менш рівномірно по всій території парку. Третій за чисельністю вид *Fraxinus excelsior* – сконцентрований у східній частині парку. Відмічено формування великої молоді ценопопуляції в південно-західній частині парку. Переважаюча кількість природних насаджень *Tilia cordata* зосереджена на ділянках західної частини парку. На сьогодні популяція *Tilia cordata* практично не відновлюється, проте, в останні півстоліття сформувала потужний екотон в діброві, в центральній частині парку, витісняючи вид едифікатор *Quercus robur* L. Повночленну вікову структуру популяції всіх досліджуваних видів мають на ділянках дібровного типу. Порушується вікова структура всіх видів у техногенно забруднених екотопах, в осередках масового розмноження фітопатогенів, на ділянках квазіприродного типу з великим антропогенним втручанням.

Розподіл особин старших вікових груп переважно випадковий, рівномірний, у дерев молодшого віку спостерігається групове розміщення. У всіх досліджуваних видів виділяють більш щільні ділянки екземплярів різного віку, або ж розріджені, невеликі групи, чи навіть поодинокі екземпляри, останнє характерно для дерев старших вікових груп.

Головними чинниками, що детермінують розподіл головних паркотвірних видів є здатність до природного відновлення деревних видів, ураження шкідниками і хворобами, господарська діяльність.

**Ключові слова:** насадження лісового типу, просторова структура, картування дерев, вікові групи, типи просторового розподілу, чинники детермінуючі розподіл.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Однією з найважливіших характеристик лісових насаджень є їх просторова структура. На думку Ehbrecht, M.; Seidel, (2021) [1], просторова структура є головною ознакою лісових екосистем, що ви-

никають із складної взаємодії різноманітних природних екологічних процесів у просторових і часових масштабах.

Просторову структуру лісу вважають центральним питанням в лісовому господарстві, оскільки добре структурований ліс означає

оптимальний простір і умови росту для окремих дерев у насадженні [2]. Структура лісу характеризує розташування та взаємозв'язки окремих рослин у лісовій екосистемі. Розподіл рослин на території залежить, з однієї сторони, від зовнішніх умов місцезростань, з іншої – від біологічних особливостей виду [3] і є предметом дослідження фітоценології і екології [4].

В загальному розумінні, просторова структура популяцій – це спосіб розташування окремих особин або їх угруповань на певній території [3]. Дослідження просторової структури деревних рослин встановлює чисельність, щільність, віковий склад їх ценопопуляцій, показує взаємовідносини особин різних вікових груп та різних видів в ценозі, виявляє механізми зміни цих показників в часі [3]. Надзвичайно важливе значення в організації просторової структури лісу має господарська діяльність, або як її ще називають, історія землекористування [5–9].

**Мега дослідження.** Вивчення просторової структури головних парковтвірних видів у фітоценозах дендропарку «Олександрія».

Завдання:

- вивчити горизонтальний розподіл найбільш чисельних видів: *Acer platanoides* L., *A. campestre* L., *Fraxinus excelsior* L., *Tilia cordata* Mill.;
- встановити чинники, які впливають на розподіл рослин певних видів деревних рослин.

**Матеріал і методи дослідження.** Просторову структуру ценопопуляцій досліджуваних видів визначали за допомогою картування дерев за віковими групами. Зокрема побудовано карти розподілу чотирьох видів по території парку. Групи рослин зображали кружками різного розміру залежно від вікових груп. Один кружок відповідав 10 екз.

дерев. У разі меншої кількості дерев в групі зображали відповідну частку кружка (рис. 1). Живі дерева позначали зеленим кольором, мертві – чорним.

Роботу виконано в межах дослідження структурної організації і закономірностей розвитку ценопопуляцій деревних рослин парку. Вибір досліджуваних видів обумовлювався їх кількісними перевагами серед деревної рослинності парку та фітоценотичним значенням – всі вони є супутниками *Quercus robur* L., або співдомінантними видами в природній віковій діброві, та становлять основу більшості недібровних ділянок парку. В роботі використано результати обстежень 2022 року.

**Результати дослідження та обговорення.** *Acer platanoides* – більш-менш рівномірно поширений по всій території парку. Відмічено найбільше поширення клена на ділянках дібровного типу (квартали 6, 13, 14, 15) (рис. 2). На ділянках недібровного типу (квартали 1, 2, 3, 4, 5, 7, 16, 17, 18) – значно менше. У придорожніх насадженнях (квартали 2, 5) молоді рослини віком 10–20 років майже не зустрічаються, їх досить мало і на ділянках недібровного типу. У східній та частково центральній частинах парку переважають рослини старших вікових груп (стиглого і пристигаючого віку, середньовікові). Повночленна вікова структура спостерігається на ділянках дібровного типу. Відпад дерев цього виду невеликий. Випадають здебільшого в придорожніх насадженнях (усі вікові групи), у східній частині (кв. 16), менше на нерівностях мезорельєфу в 15 кварталі, в екотонах на ділянках дібровного типу, в техногенно забруднених екотопах, в західній частині парку на ділянці з високим рівнем залягання гранітів і, відповідно, слабким зволоженням ґрунту (частина кв. 31).

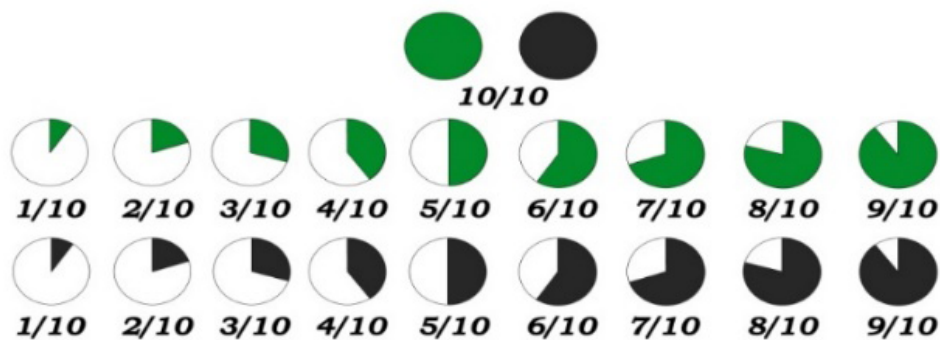
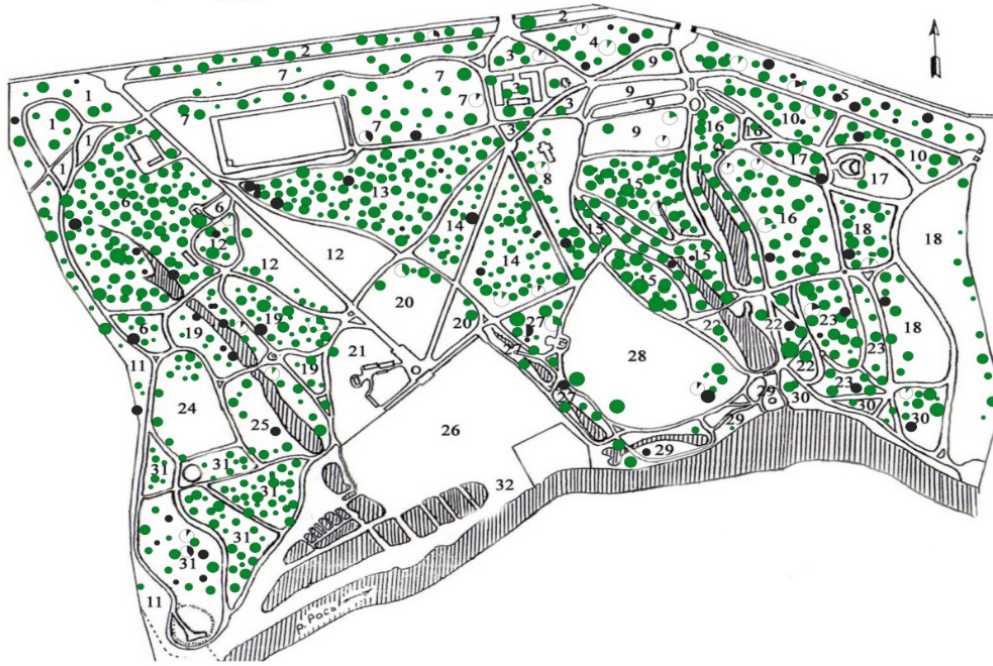


Рис. 1. Зображення на карті дерев, якщо їх в групі менше 10 екземплярів.

Рис. 2. Просторово-вікова структура *Acer platanoides* L.

*Acer campestre*. За розповсюдженням по екотопах парку, віковою структурою, територіальною приуроченістю відпаду загалом подібно до *Acer platanoides* (рис. 3). Проте, дерев цього виду менше в східній частині

парку і більше в західній, дуже мало в придорожніх насадженнях. Дерев старших вікових груп більше в центральній і західній частинах парку. Закономірності відпаду загалом подібні також до *Acer platanoides*.

Рис. 3. Просторово-вікова структура *Acer campestre* L.



Осередок відпаду знаходиться в місцезростаннях найбільшої кількості *F. excelsior* (східна частина парку), з поширенням в південному і північно-західному напрямках. Не виявлено прив'язаності *F. excelsior* до дібровних ділянок, як у кленів і липи. Проте, у кв. 13 і 14 спостерігається повночленна вікова структура.

*Fraxinus excelsior* – найбільший серед досліджуваних видів, він пов'язаний з ураженням дерев небезпечною хворобою – халаровим некрозом (рис. 4).

*Tilia cordata*. Характерна значна частка штучних насаджень цього виду. Найбільше дерев природного походження зростає в діброві в центральній частині парку (кв. 15, 13, 19) і західній (кв. 6) (рис. 5). У ландшафтах парку багато штучних алейних насаджень дерев цього виду. Одна з таких алей в центральній частині парку (кв. 14, вікова діброва) за останні півстоліття сформувала потужний екотон, витісняючи вид едифікатор – *Quercus robur*. Популяції цього виду старіючі. Останні десятиріччя популяції майже не відновлюються. Молодих рослин до 20-річного віку і жердняків (до 40 років) досить мало, домінують середньовікові. Порівняно з іншими видами, значна частка в популяціях рослин

пристигаючого, стиглого і перестиглого віку як штучного, так і природного походження.

Розподіл особин старших вікових груп всіх досліджуваних видів переважно випадковий, рівномірний, у дерев молодшого віку спостерігається групове розміщення. Регулярне розташування характерне для штучних, алейних насаджень (*Tilia cordata*, *Acer platanoides*, старовікова алей *Fraxinus excelsior* в північно-східній частині парку до її розпаду).

У всіх досліджуваних видів виділяють більш щільні ділянки екземплярів різного віку, або ж розріджені, невеликі групи, чи навіть поодинокі екземпляри, останнє характерно для вікових дерев. Спостерігається тенденція розмежування простору зростання груп дерев різного віку у *Acer platanoides*, *A. campestre*, *Fraxinus excelsior*. У *Tilia cordata*, навпаки, групи різновікові, зосереджені переважно біля материнських дерев.

Повночленну вікову структуру популяції досліджуваних видів мають на ділянках дібровного типу. Порушується вікова структура всіх видів у техногенно забруднених екотопах, в осередках масового розмноження фітопатогенів, на ділянках квазіприродного типу з великим антропогенним втручанням.



Рис. 4. Просторово-вікова структура *Fraxinus excelsior* L.



Рис. 5. Просторово-вікова структура *Tilia cordata* Mill.

Просторова структура лісових насаджень суттєво впливає на конкуренцію між деревами та загальну стабільність екологічної динаміки насаджень, тому глибоке розуміння просторової структури насаджень є важливим як для ефективного управління лісами, так і екологічних досліджень [10]. Вища щільність може призвести до збільшення конкуренції між більшими деревами за обмежені ресурси; тому помірна щільність дерев часто є більш сприятливою для росту дерев [11]. За дослідженнями ряду авторів [12–15], складна взаємодія видів, сукцесії, конкуренція, порушуючий вплив навколишнього середовища і господарська діяльність формують динаміку та моделі лісів у локальному й регіональних масштабах. Яскравим прикладом конкуренції в дендропарку є *Quercus robur* і *Tilia cordata* в 14 кварталі. Штучно створена густа липова алея по межі дубового деревостану з досягненням генеративного віку, через обмежене розповсюдження насіння, характерне для липи, стала давати надгустий життєздатний самосів. Конкуренція за ресурсні чинники, зміна освітленості, потужна екотонізація поступово витісняють домінуючий вид, *Quercus robur*. Тобто, господарська діяльність в межах діброви кілька століть тому, є одним з чинників, що корегують модель

просторового розподілу та асоціації видів дерев на досліджуваній території.

Іншим суттєвим чинником, що впливає на структуру насаджень, слугують фітопатогени. Зокрема, халаровий некроз менш як за 15 років призвів до загибелі сотень дерев *Fraxinus excelsior*. Це призвело до порушення структури насаджень на дібровних ділянках і зміни домінуючих видів на ділянках недібровного типу. Про небезпеку втрати головних видів для фітоценозів свідчить ряд досліджень [16].

До чинників, які найближчим часом призведуть до зміни структури насаджень, насамперед, просторової структури, належить втрата можливості відновлення окремими паркотвірними видами. Здебільшого, це стосується *Tilia cordata* у всіх її місцезростаннях з невідомих наразі причин, і значне зменшення відновлення дерев *Fraxinus excelsior* в осередках халарового некрозу. Нині їх простір займають молоді рослини видів, що зберегли можливість масового розмноження. Насамперед, це *Acer platanoides*. На фоні зменшення відновлення *Fraxinus excelsior* і практично повного припинення на сьогодні відновлення *Tilia cordata* на своє просторове розширення активно претендує *Ulmus glabra* Huds, що може змінити поряд з просторовою і видову структуру головних паркотвірних видів.

**Висновки.**

1. Просторова організація ценопопуляцій досліджуваних деревних видів має видову специфічність: найчисельніші *Acer platanoides* L. і *A. campestre* L. поширені більш-менш рівномірно по всій території парку, третій за чисельністю вид *Fraxinus excelsior* L. – сконцентрований в східній частині парку, переважаючи кількість природних насаджень *Tilia cordata* Mill. зосереджена на дібровних ділянках західної частини парку.

2. Досліджувані види у віковій діброві дендропарку формують повноцінну вікову структуру, що забезпечуватиме їх подальше поширення як супутників *Quercus robur* L.

3. В техногенно забруднених та антропогенно порушених місцезростаннях, в осередках ураження окремих видів небезпечними фітопатогенами, порушується вікове співвідношення видів, суттєво зменшується відновлення і кількість молодих рослин, або ж навпаки, спостерігається стрімке розмноження окремих видів і формування потужних екотонів.

4. Порушення в просторово-віковій структурі призводить до старіння популяцій паркотвірних видів, до зміни домінантних видів у віковій діброві і лісових ділянках недібровного типу.

5. Розподіл особин по території проявляє видову залежність – у старших вікових груп переважно випадковий, рівномірний, у дерев молодшого віку спостерігається групове розміщення.

6. На просторовий розподіл головних паркотвірних видів впливають здатність до природного відновлення деревних видів, ураження шкідниками і хворобами, господарська діяльність.

**REFERENCES**

1. Ehbrecht, M., Seidel, D., Annighöfer, P., Kreft, H., Köhler, M., Zemp, D.C., Puettmann, K., Nilus, R., Babweteera, F., Willim, K. (2021). Global patterns and climatic controls of forest structural complexity. *Nat. Commun.* Vol. 12, 519 p.

2. Spies, T.A., Turner, W. (1999). Dynamic forest mosaics. In *Forest Landscape Ecology: Transferring Knowledge to Practice*. Eds.: McDonnell, M.J., Pickett, S.T.A. Springer. Berlin/Heidelberg, Germany, pp. 155–171.

3. Pélissier, R., Goreaud, F.A. (2001). Practical approach to the study of spatial structure in simple cases of heterogeneous vegetation. *J. Vegetation Sci.* no. 12, pp. 99–108.

4. Didukh, Ya.P. (1998). *Population ecology*, 192 p.

5. Orwig, D.A., Aylward, J.A., Buckley, H.L., Case, Br.S. and Ellison, A.M. (2022). Land-use history impacts spatial patterns and composition of woody plant species across a 35-hectare temperate forest plot. DOI: 10.7717/peerj.12693

6. Birks, H.H., Birks, H., Kaland, P.E., Moe, D. (1988). *The cultural landscape: past, present and future*. Cambridge: Cambridge University Press. pp. 371–372. Available at: <https://www.academia.edu/17440371>

7. Turner, B., Clark, W., Kates, R., Richards, J., Mathews, J. (1990). Cambridge: Cambridge University Press. *The earth as transformed by human action: global and regional changes in the biosphere over the past 300 years*. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/236714725>

8. Foster, D.R., Aber, J. (2004). *Forests in time. Ecosystem structure and function as a consequence of 1000 years of change*. Synthesis volume of the Harvard Forest LTER Program Yale University Press; New Haven, Connecticut. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/236714725>

9. Ellison, A.M., Lavine, M., Kerson, P.B., Barker Plotkin, A.A., Orwig, D.A. (2014). Building a foundation: Land-use history and dendrochronology reveal temporal dynamics of a *Tsuga canadensis* (Pinaceae) forest. *Rhodora*. no. 116, pp. 377–427. DOI: 10.3119/14-04.

10. Wang, Y., Li, J., Cao, X., Liu, Zh, Lv, Y. (2023). The Multivariate Distribution of Stand Spatial Structure and Tree Size Indices Using Neighborhood-Based Variables in Coniferous and Broad Mixed Forest. *Forests*. Vol. 14(11), 2228 p. DOI: 10.3390/f14112228

11. Pacala, S.W., Deutschman, D.H. (1995). Details that matter: The spatial distribution of individual trees maintains forest ecosystem function. *Oikos*. no. 74, pp. 357–365.

12. Condit, R., Ashton, P.S., Baker, P., Bunyavechewin, S., Gunatilleke, S., Gunatilleke, N., Hubbell, S.P., Foster, R.B., Itoh, A., La Frankie, J.V. (2000). Spatial patterns in the distribution of tropical tree species. *Science*. no. 288, pp. 1414–1418. DOI: 10.1126/science.288.5470.1414.

13. Thompson, J., Brokaw, N., Zimmerman, J.K., Waide, R.B., Everham, E.M., Lodge, D.J., Taylor, C.M., Garcia-Montiel, D., Fluet, M. (2002). Land use history, environment, and tree composition in a tropical forest. *Ecological Applications*. no. 12, pp. 1344–1363. DOI: 10.1890/1051-0761

14. Chazdon, R.L. (2003). Tropical forest recovery: legacies of human impact and natural disturbances. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*. Vol. 6, pp. 51–71. DOI: 10.1078/1433-8319-00042.

15. Van Gemerden, B.S., Olff, H., Parren, M.P., Bongers, F. (2003). The pristine rain forest? Remnants of historical human impacts on current tree species composition and diversity. *Journal of Biogeography*. Vol. 30, pp. 1381–1390. DOI: 10.1046/j.1365-2699.2003.00937.

16. Orwig, D.A., Barker Plotkin, A.A., Davidson, E.A., Lux, H., Savage, K.E., Ellison, A.M.

(2013). Foundation species loss affects vegetation structure more than ecosystem function in a northeastern USA forest. PeerJ. Available at: <https://peerj.com/articles/41/reviews/>

**Spatial organization of the main park-forming species in landscapes of the «Olexandria» state dendrological park of the National Academy of Sciences of Ukraine**

**Boiko N., Doiko N., Dragan N., Sylenko O., Pydorich Yu., Kryvdiuk L.**

The article presents the research results of spatial structure of the main park-forming species (*Acer platanoides* L., *A. campestre* L., *Fraxinus excelsior* L., *Tilia cordata* Mill.) in the ecotopes of the «Olexandria» State Dendrological Park of the National Academy of Science of Ukraine are presented. The spatial structure was determined by mapping trees by age groups. The spatial organization of the studied tree species has species specificity and shows age confinement to different park ecotopes. The most numerous *Acer platanoides* and *A. sampestre* are distributed more or less evenly throughout the park. The third most abundant species, *Fraxinus excelsior*, is concentrated in the eastern part of the park. The formation of a large young cenopopulation in the south-western

part of the park was noted. The predominant number of natural stands of *Tilia cordata* is concentrated in the oak woodlands of the western part of the park. Today the population of *Tilia cordata* is practically not recovered, however, over the past half of a century it has formed a powerful ecotone in the oak forest in the central part of the park, displacing the species-edifier *Quercus robur* L. Populations of all studied species have a full age structure in oak-oak-type plots. The age structure of all species is disturbed in technogenically polluted ecotopes, in areas of mass phytopathogens reproduction in quasi-natural areas with significant anthropogenic interference.

The distribution of older age groups individuals is mostly random and uniform, while group distribution is observed in younger trees. In all studied species more dense areas of all ages' specimens or sparse, small groups or even single specimens, are distinguished. The latter is typical for older age groups trees.

The main factors determining the distribution of the main park-forming species are the ability of tree species natural regeneration, pest and disease damage, and economic activity.

**Key words:** forest type plantations, spatial structure, tree mapping, age groups, types of spatial distribution, factors determining distribution.



Copyright: Бойко Н.С. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



**ORCID iD:**

Бойко Н.С.

<https://orcid.org/0000-0002-6286-4870>

Дойко Н.М.

<https://orcid.org/0000-0001-6915-3054>

Драган Н.В.

<https://orcid.org/0000-0001-9371-1044>

Силенко О.В.

<https://orcid.org/0000-0003-4952-7201>

Пидорич Ю.В.

<https://orcid.org/0000-0002-4169-0795>

Кривдюк Л.М.

<https://orcid.org/0000-0003-4579-5022>


## САДОВО-ПАРКОВЕ ГОСПОДАРСТВО

УДК 582.639.11:502.633/635:712.4

## Оцінювання декоративності квітки троянд групи флорібунда за біолого-морфологічними особливостями

Бровді А.А. , Поліщук В.В. , Українець О.А. , Кунпан Л.В. 

Уманський національний університет садівництва

 Бровді А.А. E-mail: abrovdi@ukr.net

Бровді А.А., Поліщук В.В., Українець О.А., Кунпан Л.В. Оцінювання декоративності квітки троянд групи флорібунда за біолого-морфологічними особливостями. «Агробіологія», 2024. № 2. С. 21–26.

Brovdi A., Polishchuk V., Ukrainets O., Kunpan L. Evaluation of flower decorativeness of floribunda rose varieties by biological and morphological features. «Agrobiologia», 2024. no. 2, pp. 21–26.

Рукопис отримано: 30.09.2024 р.

Прийнято: 15.10.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-191-2-21-26

Декоративна цінність троянд визначається сукупним поєднанням морфологічних і біологічних особливостей та ознак кожного сорту. З-поміж інших, центральне декоративне значення має квітка троянди. Троянди групи флорібунда відомі широким спектром форм, забарвлень та аромату, які роблять їх цінним матеріалом для використання в озелененні. Дослідження біолого-морфологічних особливостей квітки 10 сортів троянд групи флорібунда проводили на дослідних ділянках кафедри садово-паркового господарства Уманського національного університету садівництва упродовж 2019–2023 років. Визначено, що квітки досліджених сортів троянд групи флорібунда істотно відрізняються за такими показниками як забарвлення, діаметр та махровість. Досліджено, що діаметр квітки у генотипів троянд групи флорібунда коливається від 5,3 см у сорту *Lavaglut* до 8,0 см у сорту *Novalis*. Переважну більшість сортів віднесено до групи густомахрові (*Hans Gonewein*, *Let's Celebrate*, *Lovely Green*, *Novalis*, *Pomponella* та *Rotkappchen*) з кількістю пелюсток у межах 41,7–117,4 шт. Два сорти мають напівмахрові (*Carmagnola* і *Westpoint*) та два (*Iceberg* і *Lavaglut*) – махрові квітки. Найбільшу кількість пелюсток має сорт *Rotkappchen*, який вирізняється, окрім іншого, розеткоподібною формою. Особливу увагу привертають густомахрові квітки кулястої форми сорту *Lovely Green* та *Pomponella* і досконала чашоподібна форма чайно-гібридного типу квітки сорту *Novalis*. Широкий спектр забарвлень сортів троянд групи флорібунда дозволяє створювати за їх допомогою яскраві квіткові композиції. Нині особливо цінними є сорти рідкісних оранжевих (*Westpoint*) та фіолетових забарвлень (*Novalis*). Отже, досліджено, що сорти троянд групи флорібунда характеризуються широкою варіабельністю за декоративними ознаками квітки, що дозволяє використовувати їх у різних видах квіткових насаджень.

**Ключові слова:** троянди, група флорібунда, квітка, забарвлення, декоративність, озеленення.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Озеленення було частиною людської цивілізації з давніх часів [1, 2]. В умовах глобальної зміни клімату та посилення антропогенного тиску, озеленення міських територій набуває особливого значення [3].

Троянди (*Rosa* L.) є одними з найцінніших декоративних видів рослин у світі не

лише через свої промислові властивості, а також завдяки аромату, красі та естетиці [4].

Сорти з повторним цвітінням були завезені в Європу з Китаю у XVIII ст., змінивши концепцію троянд, демонструючи широкий діапазон кольорів, типів росту, розмірів квіток та ароматів [5, 6].

Біолого-морфологічні особливості троянд групи флорібунда обумовлені морфологічними

особливостями троянд групи поліантових та чайно-гібридних, від яких вони походять. Декоративність сорту визначається сукупним поєднанням морфобіологічних особливостей та ознак кожного генотипу. З-поміж інших, центральне декоративне значення має квітка троянди [7–10]. Квітки двостатеві, чайно-гібридного типу, можуть бути прості та махрові, великі, зібрані у суцвіття, з ароматом і без нього. За кількістю пелюсток можуть бути напівмахровими (8–20 пелюсток) або густомахровими (більше 40). За формою пелюстки троянди бувають плоскі та відігнуті, хвилясті, загострені та зубчасті. Найбільш характерними формами махрових квіток є: бокалоподібна або конічна, помпонна, розеткоподібна, хрестоподібна, чашоподібна, шароподібна [11–13].

Кольорова гама досить широка: від білих до темно-червоних, помаранчевих, кремових з пістрявими квітками. Є квіти з одно- і двокольоровим контрастним забарвленням, а також багатокольорові, які змінюються у міру старіння пелюстки. Одночасно в одному суцвітті можна побачити квіти різного забарвлення: від жовтого до вишнево-червоного. Є квіти зі змішаним забарвленням пелюсток, є пелюстки зі смугами та штрихами [14–16].

**Мета дослідження.** Оцінити декоративність квітки троянд групи флорібунда за біолого-морфологічними особливостями.

**Матеріал і методи дослідження.** Дослідження інтродукованих сортів троянд групи флорібунда в умовах Правобережного Лісостепу України проводили упродовж 2019–2023 рр. на дослідних ділянках кафедри садово-паркового господарства Уманського національного університету садівництва. Матеріалом для проведення досліджень була інтродукована колекція, яка включала 10 сортів троянд групи флорібунда, які відрізняються за походженням, декоративними ознаками та стійкістю до агрокліматичних умов навколишнього середовища.

Клімат території обумовлений близькістю розташування міста до степової зони помірного поясу і є помірно континентальним з м'якою зимою та теплим літом [17]. За зведеними даними метеостанції Умань, середня багаторічна температура становить +8,8 °С, з мінімальним значенням у січні (близько 3 °С) та максимальним – у липні (близько +22 °С). Сумарна багаторічна кількість опадів становить 586 мм. Найбільшу кількість дощових днів фіксують у червні, найменшу – у жовтні.

Ґрунти території Уманського національного університету садівництва відносять до чорноземів опідзолених важкосуглинкових

малогумусних. Вони мають невисокий вміст гумусу в орному шарі (3,31 %) і вирізняються грудкувато-пилуватою структурою [18].

З метою дослідження господарсько-біологічної та декоративної цінності 10 сортів троянд групи флорібунда було проведено їх оцінювання за методологічно визначеними ознаками та властивостями відповідно до «Методики проведення експертизи сортів рослин групи декоративних на відмінність, однорідність і стабільність» [19].

Статистичну обробку отриманих результатів досліджень проводили за допомогою дисперсійного та кореляційного аналізів [20] з використанням програм Excel та Statistica 10.

**Результати дослідження та обговорення.** У результаті досліджень визначено, що генотипи троянд істотно відрізняються за кількісними та якісними ознаками квітки (табл. 1).

*Carmagnola* має великі (7,6 см) напівмахрові (9 пелюсток) двокольорні чашоподібні квітки з кремовою серцевиною та рожевими краями. Пелюстки хвилясті, яйцеподібні, довжиною 4,2 см.

Квітки сорту *Hans Gonewein* світло-рожевого кольору, кулясті, діаметром до 7,4 см, густомахрові, з середньою кількістю пелюсток – 42 шт. Пелюстки оберненосерцеподібні, довжиною 3,7 см. Сорт має помірний аромат.

У сорту *Iceberg* махрові чашоподібні квітки білого кольору, діаметром до 8,5 см. Середня кількість пелюсток – 29 шт. Пелюстки округлі, слабкохвилясті, довжиною 4,1 см. Сорт має ледь вловимий ніжний аромат.

Сорт *Lavaglut* має махрові, помірно ароматні червоні квітки чашоподібної форми, діаметром до 6,5 см та з середньою кількістю пелюсток – 29 шт. Має ледь вловимий аромат.

Сорт *Let's Celebrate* має оригінальне фіолетове забарвлення з світлими штрихами на внутрішній стороні пелюстки та рівномірне світло-рожеве забарвлення зовнішньої сторони. Форма квітки чашоподібна, діаметром 72,4 см. Пелюстки оберненосерцеподібні, довжиною 3,6 см.

Сорт *Lovely Green* має зелені густомахрові кулястої форми квітки, діаметром 5,9 см. Квітки повністю не розкриваються, утворюючи щільні кулясті бутони. Пелюстки округлі, довжиною 2,8 см.

У сорту *Novalis* великі (8 см) чашоподібні квітки світло-фіолетового кольору, густомахрові (середня кількість пелюсток – 44 шт.) з помірним ароматом. Особливістю сорту є завершення країв округлих пелюсток квітки.

Таблиця 1 – Кількісні параметри квітки троянд флорібунда (2021–2023 рр.)

Назва сорту	Діаметр квітки, см	Кількість пелюсток, шт.	Розмір пелюстки, см	
			довжина	ширина
<i>Carmagnola</i>	7,6	9,0	4,2	4,1
<i>Hans Gonewein</i>	5,9	41,7	3,7	3,9
<i>Iceberg</i>	7,2	28,6	4,1	3,8
<i>Lavaglut</i>	5,3	28,7	3,0	3,2
<i>Let's Celebrate</i>	7,2	43,6	3,6	3,4
<i>Lovely Green</i>	5,9	106,1	2,8	3,0
<i>Novalis</i>	8,0	43,6	4,2	4,0
<i>Pomponella</i>	5,5	53,0	3,2	3,0
<i>Rotkappchen</i>	6,9	117,4	3,4	3,5
<i>Westpoint</i>	6,6	13,0	3,7	4,1
<i>HIP<sub>05</sub></i>	0,33	2,43	0,18	0,18

У сорту *Pomponella* квітки кулясті, насичено рожевого кольору, діаметром 5,5 см, густомахрові з середньою кількістю пелюсток 53 шт. Пелюстки характеризуються помірним закрутанням країв. Квітки мають слабо виражений аромат.

Квітки сорту *Rotkappchen* густомахрові, з кількістю пелюсток до 130 шт. та діаметром до 8,4 см. Форма квітки – розеткоподібна. Має помірний аромат. Червоні пелюстки сорту округлої форми, довжиною 3,4 см, зі світло-жовтою плямою на основі.

Сорт *Westpoint* вирізняється рідкісним яскраво-оранжевим забарвленням чашоподібних квіток, діаметр яких, у середньому, становить 6,6 см. Мають досить сильний аромат. Пелюстки круглі, дуже хвилясті, їх довжина становить 3,7 см.

Квітки інтродукованих сортів троянд групи флорібунда істотно відрізняються за розміром, формою, махровістю та забарвленням. Серед 10 представників створеної колекції троянд групи флорібунда переважна більшість досліджуваних сортів мають чашоподібну форму квітки, три сорти (*Pomponella*, *Lovely Green* та *Hans Gonewein*) – кулясту форму і один – розеткоподібну (*Rotkappchen*).

Середнє значення діаметра квітки переважної більшості досліджуваних сортів групи

флорібунда варіювало у межах 5,3–8,0 см, з найбільшим його показником у сортів *Novalis* – 8,0 см та найменшим у сорту *Lavaglut*.

Більшість досліджуваних сортів троянд групи флорібунда мають махрові квітки, з кількістю пелюсток у межах 21–40 шт., та густомахрові, кількість пелюсток яких нараховує понад 41 шт. Серед 10 відібраних для досліджень сортів є два з кількістю пелюсток понад 100 шт. Зокрема, середня кількість пелюсток у сорту *Lovely Green* становить 106 шт., у *Rotkappchen* – 117 шт. Сорти *Carmagnola* та *Westpoint* – напівмахрові, з кількістю пелюсток менше 20 шт. У сорту *Carmagnola* найменша кількість пелюсток з поміж усіх. Середнє значення кількості пелюсток відповідного сорту – 9 шт.

Серед 10 досліджуваних сортів троянд групи флорібунда 40 % мають найбільш поширене у світовій колекції червоне або рожеве забарвлення (рис. 1). З-поміж червоних та рожевих троянд можна вказати сорт *Rotkappchen* з темно-червоними густомахровими квітками та сорт *Pomponella*, насичено-рожеві кулясті квітки якого зберігають колір упродовж усього цвітіння. Два сорти різнобарвні (*Carmagnola*, *Let's Celebrate*), по одному представнику білого (*Iceberg*), зеленого (*Lovely Green*), оранжевого (*Westpoint*) та фіолетового (*Novalis*) забарвлення.

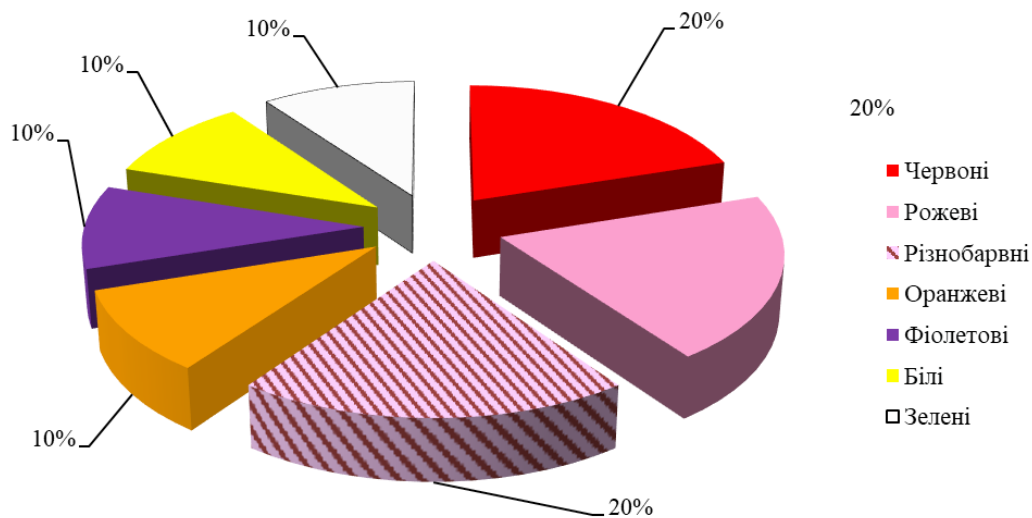


Рис. 1. Розподіл колекції сортів троянд групи флорібунда за основним забарвленням квітки, %.

**Висновки.** Широкий спектр забарвлень троянд групи флорібунда значно впливає на зростання попиту на них. Особливо цінними є сорти з оранжевим (*Westpoint*) та фіолетовим (*Novalis*) забарвленням, які висаджують солітерно або у групових насадженнях. Троянди з пістрявим забарвленням (*Let's Celebrate*) рекомендовано висаджувати у поодиноких насадженнях. Під час створення клумб рекомендовано комбінувати сорти за забарвленням та висотою: спереду висаджують білі (*Iceberg*), далі – світло-рожеві (*Hans Gonewein*, *Carmagnola*), рожеві сорти (*Pomponella*), потім червоні сорти та закінчувати доцільно сортами з темним забарвленням.

Отже визначено, що сорти троянд групи флорібунда вирізняються широким різноманіттям забарвлень, форм та махровості квітки, що робить їх цінним матеріалом для декоративного садівництва.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Chowdhury R.R., Narula S. Native plants usage in indian ornamental landscaping scenario: A review. *Ecology, Environment & Conservation*. 2022. Vol. 28. No 2. P. 768–773. DOI: 10.53550/EEC.2022.v28i02.029.

2. Raxworthy J. *Overgrown: Practices between landscape architecture and gardening*. Massachusetts: MIT Press, 2023. 392 p.

3. Boiko T., Dementieva O., Omelianova V., Strelchyuk L. Ornamental woody plants assortment expansion in landscaping the cities of Southern Ukraine. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM*. 2020. Vol. 20. No 6.1. P. 595–602. DOI: 10.5593/sgem2020/6.1/s27.077

4. A simplified strategy for sensitive detection of rose rosette virus compatible with three RT-PCR chemistries / S. Dobhal et al. *Journal of Virological Methods*. 2016. No 232. P. 47–56.

5. Debener T., Byrne D.H. Disease resistance breeding in rose: current status and potential of biotechnological tools. *Plant Science*. 2014. No 228. P. 107–117.

6. Facing Rose rosette virus: A risk to European rose cultivation / I. Vazquez Iglesias et al. *Plant Pathology*. 2020. Vol. 69. No 9. P. 1603–1617.

7. Ahmad P., Prasad M.N.V. *Environmental Adaptations and Stress: Tolerance of Plants in the Era of Climate Change*. New York: Springer, 2012. DOI: 10.1007/978-1-4614-0815-4

8. Рубцова О.Л., Чижанькова В.І., Бойко Р.В. Селекція троянд: історія, досягнення, сучасна стратегія. *Інтродукція рослин*. 2015. № 1. С. 69–75.

9. Поліщук В.В., Балабак А.Ф., Варлащенко Л.Г. Використання видів *Rosa L.* при створен-



ні об'ємно-просторової композиції малого саду. Перспективи розвитку лісового і садово-паркового господарства: тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції, присвячені 90-річчю від Дня народження доктора с.-г. наук, професора В.І. Білоуса. Умань, 2015. С. 154–157.

10. Matthews D., Mottley J., Yokoya K., Roberts A.V. Regeneration of plant from protoplasts of *Rosa* species (Roses). *Plant Protoplasts and Genetic Engineering*. 2013. P. 146–160.

11. Boronkay G. Evaluation of Hungarian bred polyanta and floribunda (bedding) roses: doc. diss. Budapesti Corvinus Egyetem. 2012. 180 p.

12. Singh P., Dubey R.K., Singh R., Kumar R. Evaluation of floribunda rose (*Rosa hybrida* L.) cultivars for landscape use under Punjab condition. *Journal of Horticultural Science*. 2013. Vol. 8(2). P. 271–275.

13. Сорокіна С.В., Акмен В.О. Експертиза різних сортів зрізаних троянд. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. 2016. Вип. 1. С. 342–352.

14. Balaj N. Garden Roses: Large blooms, compact, lots of color in the landscape architecture. UBT International Conference. 2019. P. 62–71. DOI: 10.33107/ubt-ic.2019.235

15. Streets R.V. There's Great Beauty In New Rose Varieties. *Progressive Agriculture*. 1960. Vol. 11. No. 4. P. 4–5.

16. Veluru A. Genetic Diversity Analysis of Rose (*Rosa X hybrida* L.) Cultivars based on Morphological Markers. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2021. Vol. 10. No 2. P. 1349–1355.

17. Уманський район. URL: <https://ck-oda.gov.ua/umanskyj-rajon/>

18. Недвига М.В. Морфологічні критерії та генезис сучасних ґрунтів України. Київ: Сільгоспосвіта, 1994. 334 с.

19. Методика проведення експертизи сортів рослин групи декоративних на відмінність, однорідність і стабільність: 2-е вид., випр. і доп. Вінниця: Нілан ЛТД, 2016. 1130 с.

20. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Костоґриз П.В., Опришко В.П. Основи наукових досліджень. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2014. 332 с.

## REFERENCES

1. Chowdhury, R.R., Narula, S. (2022). Native plants usage in indian ornamental landscaping scenario: A review. *Ecology, Environment & Conservation*. no. 28(2), pp. 768–773. DOI: 10.53550/EEC.2022.v28i02.029.

2. Raxworthy, J. (2023). *Overgrown: Practices between landscape architecture and gardening*. Massachusetts, MIT Press, 392 p.

3. Boiko, T., Dementieva, O., Omelianova, V., Stelchuk, L. (2020). Ornamental woody plants assortment expansion in landscaping the cities of Southern Ukraine. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM*. no. 20(6.1), pp. 595–602. DOI: 10.5593/sgem2020/6.1/s27.077

4. Dobhal, S., Olson, J.D., Arif, M., Garcia Suarez, J.A., Ochoa-Corona, F.M. (2016). A simplified strategy for sensitive detection of rose rosette virus compatible with three RT-PCR chemistries. *Journal of Virological Methods*. no. 232, pp. 47–56.

5. Debener, T., Byrne, D.H. (2014). Disease resistance breeding in rose: current status and potential of biotechnological tools. *Plant Science*. no. 228, pp. 107–117.

6. Vazquez Iglesias, I., Ochoa Corona, F.M., Tang, J., Robinson, R., Clover, G. R., Fox, A., Boonham, N. (2020). Facing Rose rosette virus: A risk to European rose cultivation. *Plant Pathology*. no. 69(9), pp. 1603–1617.

7. Ahmad, P., Prasad, M.N.V. (2011). *Environmental Adaptations and Stress: Tolerance of Plants in the Era of Climate Change*. New York, Springer. DOI: 10.1007/978-1-4614-0815-4

8. Rubtsova, O.L., Chizhankova, V.I., Boyko, R.V. (2015). Seleksiia troiand: istoriia, dosiahnennia, suchasna stratehiia [Rose breeding: history, achievements, modern strategy]. *Introduksiia roslyn [Plant Introduction]*. no. 1, pp. 69–75.

9. Polishchuk, V.V., Balabak, A.F., Varlashchenko, L.G. (2015). Vykorystannia vydiv *Rosa* L. pry stvorenni obiemno-prostorovoi kompozytsii maloho sadu [The use of *Rosa* L. species in the creation of a three-dimensional composition of a small garden]. *Perspektyvy rozvytku lisovoho i sadovo-parkovoho hospodarstva: tezy dopovidei Vseukrainskoi nauko-vo-praktychnoi konferentsii, prysviacheni 90-richchiu vid dnia narodzhennia doktora s.-h. nauk, profesora V.I. Bilousa [Prospects for the development of forestry and landscape gardening: abstracts of the All-Ukrainian scientific and practical conference: dedicated to the 90th anniversary of the birth of Doctor of Agricultural Sciences, Professor V.I. Bilous]*. Uman, pp. 154–157.

10. Matthews, D., Mottley, J., Yokoya, K., Roberts, A.V. (2013). Regeneration of plant from protoplasts of *Rosa* species (*Roses*). *Plant Protoplasts and Genetic Engineering*. pp. 146–160.

11. Boronkay, G. (2012). Evaluation of Hungarian bred polyanta and floribunda (bedding) roses: doc. diss. Budapesti Corvinus Egyetem. 180 p.

12. Singh, P., Dubey, R.K., Singh, R., Kumar, R. (2013). Evaluation of floribunda rose (*Rosa hybrida* L.) cultivars for landscape use under Punjab condition. *Journal of Horticultural Science*. no. 8(2), pp. 271–275.

13. Sorokina, S.V., Akmen, V.O. (2016). Ekspertyza riznykh sortiv zrizanykh troiand [Expertise of different varieties of cut roses]. *Prohresyvni tekhnika ta tekhnologii kharchovykh vyrobnytstv restorannoho hospodarstva i torhivli [Progressive techniques and technologies of food production of restaurant business and trade]*. no. 1, pp. 342–352.

14. Balaj, N. (2019). Garden Roses: Large blooms, compact, lots of color in the landscape architecture. UBT International Conference. pp. 62–71. DOI: 10.33107/ubt-ic.2019.235

15. Streets, R.B. (1960). There's Great Beauty In New Rose Varieties. Progressive Agriculture. no. 11(4), pp. 4–5.

16. Veluru, A. (2021). Genetic Diversity Analysis of Rose (*Rosa X hybrida* L.) Cultivars based on Morphological Markers. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. no. 10(2), pp. 1349–1355.

17. Umanskyi raion [Uman district]. Available at: <https://ck-oda.gov.ua/umanskyj-rajon/>

18. Nedvyha, M.V. (1994). Morfolohichni kryterii ta henezys suchasnykh gruntiv Ukrainy [Morphological criteria and genesis of modern soils of Ukraine]. Kyiv, Selhospvita, 334 p.

19. Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv roslyn hrupy dekoratyvnykh na vidmynnist, odnorodnist i stabilnist: 2-e vyd., vypr. i dop. [Methods of examination of plant varieties of the ornamental group for distinctiveness, uniformity and stability: 2nd ed.]. Vinnytsia, Nilan LTD, 2016, 1130 p.

20. Yeshchenko, V.O., Kopytko, P.H., Kostohryz, P.V., Opryshko, V.P. (2014). Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii [Fundamentals of scientific research in agronomy]. Vinnytsia, PE 'TD "Edelweiss and K", 332 p.

#### Evaluation of flower decorativeness of floribunda rose varieties by biological and morphological features

**Brovdі A., Polishchuk V., Ukrainets O., Kunpan L.**

The decorative value of roses is determined by a combination of morphological and biological features and characteristics of each variety. Among others, the rose flower is of central decorative importance. Floribunda rose varieties are known

for their wide range of shapes, colours and aromas, which make them a valuable material for landscaping using. The study of biological and morphological characteristics of the flower of 10 floribunda rose varieties was carried out at the experimental plots of the Department of Landscape Gardening of the Uman National University of Horticulture in 2019–2023. It was determined that the flowers of the studied floribunda rose varieties differ significantly in such indicators as colour, diameter and terryness. It has been studied that the flower diameter of floribunda rose genotypes ranges from 5.3 cm in «Lavaglut» variety to 8.0 cm in «Novalis» variety. The vast majority of varieties are classified as densely double («*Hans Gonewein*», «*Let's Celebrate*», «*Lovely Green*», «*Novalis*», «*Pomponella*» and «*Rotkappchen*») with the number of petals ranging from 41.7 to 117.4 pcs. Two varieties have semi-double («*Carmagnola*» and «*Westpoint*») and two double («*Iceberg*» and «*Lavaglut*») flowers. The «*Rotkappchen*» variety has the largest number of petals and is distinguished by its rosette shape. Particular attention is drawn to the densely double spherical flowers of the «*Lovely Green*» and «*Pomponella*» varieties and the perfect cup-shaped tea-hybrid flower of the «*Novalis*» variety. A wide range of colours of floribunda roses allows you creating bright floral arrangements with their help. Today the varieties of rare orange («*Westpoint*») and purple («*Novalis*») colours are particularly valuable. Thus, it was found that floribunda group rose varieties are characterised by wide variability in decorative flower characteristics, which allows to use them in various types of flower plantations.

**Key words:** roses, floribunda group, flower, colouring, decorativeness, landscaping.



Copyright: Бровді А.А. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Бровді А.А.

Поліщук В.В.

Українець О.А.

Кунпан Л.В.

<https://orcid.org/0000-0003-1065-705X>

<https://orcid.org/0000-0001-8157-7028>



<https://orcid.org/0000-0002-5367-3028>

<https://orcid.org/0009-0006-7864-2718>

## САДОВО-ПАРКОВЕ ГОСПОДАРСТВО

УДК 635.055:712.253(477.54)

## Вікові дерева Наталіївського парку (Харківська обл.)

Григоренко А.В.<sup>1</sup>, Клименко Ю.О.<sup>2</sup> <sup>1</sup> Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління<sup>2</sup> Національний ботанічний сад імені М.М. Гришка НАН України Григоренко А.В. E-mail: alla\_gr@ukr.net

Григоренко А.В., Клименко Ю.О. Вікові дерева Наталіївського парку (Харківська обл.). «Агробіологія», 2024. № 2. С. 27–34.

Hryhorenko A., Klymenko Y. Aged trees of Nataliyivskiy park (Kharkiv region). «Agrobiologia», 2024. no. 2, pp. 27–34.

Рукопис отримано: 30.09.2024 р.

Прийнято: 15.10.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-191-2-27-34

У статті наведено інформацію про місцезнаходження та біометричні показники 192 вікових дерев, що ростуть у парку-пам'ятці садово-паркового мистецтва загальнодержавного значення «Наталіївський» (Харківська область). Представлено результати суцільного обліку на пробній площі 0,25 га у віковому сосновому насадженні. Насадження вікових сосен займає 17,8 га або 51,5 % обстеженої території. Середній діаметр стовбура *Pinus sylvestris* L. – 45,2 см. Кількість дерев на 1 га насадження – 244. Також росли 2 дерева *Ulmus laevis* Pall. та одне – *Pyrus communis* L. і чотири кущі: *Crataegus monogyna* Jacq. У насадженні відсутній підлісок та підріст. Не було виявлено інвазійні види.

Найбільшу цінність у парку становлять вікові *Quercus robur* L. Для більшості вікових дубів були визначені біометричні показники. У інших видів вікових дерев також вимірювали обхват стовбура (для отримання діаметра стовбура). Місцезнаходження вікових дерев фіксували на плані парку.

Під час обстеження та аналізу результатів використані дані досліджень парку 1997 та 2018 рр. Встановлено, що у парку значно зменшилась кількість рослин *Picea abies* та *Picea pungens* 'Glausa', через ослаблення посухами та напад короїда-типографа. Було виявлено у парку значну кількість сухостійних дерев, що свідчить про необхідність проведення санітарних рубок для їх видалення.

Встановлено, що загалом стан вікових дерев парку – задовільний. Однак є дерева з дуплами у стовбурах, із сухими гілками. *Quercus robur* L. з найбільшим діаметром стовбура 207 см має дупло. Свого часу воно було закрито за застарілою методикою – цементним розчином. Наразі таку технологію для збереження вікових дуплистих дерев не використовують. Сучасні технології догляду за такими деревами забезпечують їм тривале життя. Важливим питанням є індивідуальний догляд арбористами за віковими деревами. На жаль, через відсутність фінансування на утримання парку немає можливості застосовувати сучасні технології та залучати професійних арбористів. Поява самосіву аборигенних та інтродукованих видів у межах проекції крони вікових *Quercus robur*; а також затінення цими деревами їхніх нижніх гілок – це ще одна із загроз для старих дерев. Необхідно видаляти молоді самосійні рослини в межах проекції крони.

В результаті проведеного дослідження встановлено, що у Наталіївському парку зберігається 19 видів та культиварів вікових дерев. Окремі з них представлені лише 1–2 рослинами. Тому є загроза, що вони можуть зникнути зі складу насаджень. Щоб зберегти таксаційний склад парку, потрібно підсаджувати рослини саме тих видів, які садили під час створення парку.

Наталіївський парк – важлива природоохоронна установа. Дані досліджень, що в ній проведені, можна в подальшому використовувати для моніторингу стану вікових дерев.

**Ключові слова:** старовинний парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва, видовий склад вікових дерев, діаметр стовбура, насадження.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва загальнодержавного значення є природоохоронними рекреаційними установами природно-заповідного фонду України, які створені для охорони і використання в естетичних, виховних, наукових, природоохоронних та оздоровчих цілях. Відповідно до Закону України «Про природно-заповідний фонд України», на території цих об'єктів є визначні, цінні зразки паркового будівництва [1]. Їх функція – збереження природних і штучних паркових ландшафтів, пам'яток культурної спадщини, вікових дерев тощо.

Як і будь-яка природна екосистема, парк-пам'ятка потребує проведення моніторингових досліджень щодо змін у видовому складі, визначення стану насаджень. Важливим є збереження вікових дерев на території таких об'єктів. Завдяки старим деревам науковці визначають тривалість життя певних видів (зокрема інтродукованих) у конкретних умовах зростання, їх максимальні біометричні показники, отримують інформацію про структуру парку та його флористичний склад у період створення. Деякі вікові дерева пов'язані з історичними подіями, певними персоналіями. Тому збереження цих рослин має екологічне, біологічне, культурно-історичне та освітньо-виховне значення.

Традиція заповідання вікових дерев поширена в європейських країнах [2–5], зокрема і в Україні [6–11, 13, 15, 17–19, 21–22].

Об'єктом природно-заповідного фонду у Харківській області, де збереглися вікові дерева, є парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва загальнодержавного значення «Наталіївський», площа якого 48 га (обстежено частину з цієї площі, а саме 34,55 га). Розташований у Богодухівському районі, на правому березі річки Мерчик. Засновник парку – цукрозаводчик І.Г. Харитоненко (1822–1891), який у 1884 р. розпочав будівництво палацу. У цей же період створюють парк на території, що була вкрита суцільними пісками. На той час на окремих ділянках уже росли вікові *Quercus robur* L. На пісках було висаджено *Pinus sylvestris* L. як вид, що найкраще росте у таких умовах. Найдавніші дані щодо таксономічного складу парку «Наталіївський» відносяться до 1939 р. – близько 100 видів і культурварів дерев та кущів [16].

**Мета дослідження** – провести інвентаризацію вікових дерев, що ростуть у Наталіївському парку: встановити таксономічний склад та розташування (нанести їх на план

парку), провести вимірювання біометричних показників та розробити рекомендації щодо збереження.

**Матеріал і методи дослідження.** Проведено дослідження таксономічного складу насаджень методом маршрутних обстежень (2018 р.). Назви рослин наведені за електронними ресурсами WFO (2024) [24] та American Conifer Society (ACS) [25]. Місцезнаходження вікових дерев фіксували на плані парку. Для більшості вікових дубів визначали біометричні показники: обхват стовбура – мірною стрічкою на висоті 1,3 м, через який визначали діаметр стовбура; висоту дерев – висотоміром, та – діаметр крони. У інших видів вимірювали обхват стовбура (для отримання діаметра стовбура). Щоб визначити таксаційні показники соснового насадження (основне насадження парку, яке займає 17,8 га або 51,5 % обстеженої території) застосували метод суцільного переліку дерев та кущів на пробній площі (0,25 га). Середній діаметр дерев у сосновому насадженні встановили через площу поперечного перетину середнього дерева пробної площі. У роботі використали також результати обстеження парку 1997 р., проведеного Ю.О. Клименком.

**Результати дослідження та обговорення.** На рисунку 1 показано розташування вікових дерев деяких видів (вказано вікові *Pinus sylvestris*, оскільки вони становлять основу насаджень; відомості їх обмірів будуть наведені далі).

Найбільшу цінність становлять вікові *Quercus robur*. На рисунку 1 вони мають номери від 1 до 126 (табл. 1).

Відомості про діаметри стовбурів інших цінних дерев наведено у таблиці 2.

На плані також показані дві куртини *Picea abies* (L.) H. Karst. та ділянки, на яких переважає *Ulmus laevis* Pall. В куртині «а» є дерева з D до 81 см, в куртині «б» – з D до 85 см, у виділах *Ulmus laevis* («в») є в'язи з D = 84 см. На території парку ростуть *Abies concolor* (Gordon) Lindl. ex Hildebr. з D = 62, *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco з D = 46, а також *Pyrus communis* L. з D = 56 см, *Robinia pseudoacacia* L. з D = 90 см, є старі *Picea pungens* 'Glauca'.

Проведено вимірювання *Pinus sylvestris*, яка виглядала найтовщою, її діаметр становив 73 см. Результати обмірів сосен на пробній площі (її місцезнаходження показано на рис. 1), що має розмір 0,25 га, наведено у таблиці 3.

Соснові насадження, які було висаджено у період створення парку, мають вік близько

140 років. Середній діаметр стовбура, обраний через площу поперечного перетину середнього дерева, на пробній площі – 45,2 см. У перерахунку на 1 га знаходиться 244 дерева. Насадження одноярусне, без підліску та підросту. На пробній площі з інших видів є лише 2 дерева *Ulmus laevis* та одне – *Pyrus communis* і чотири кущі *Crataegus monogyna* Jacq. Інвазійні види у насадження

не проникли (або через віддаленість материнських рослин, або через те, що насадження має стійку фітоценотичну структуру).

Зіставивши результати обстеження парку 1997 та 2018 рр., було встановлено, що у парку значно зменшилась кількість рослин *Picea abies* та *Picea pungens* ‘Glauca’, через ослаблення посухами та напад короїда-типографа.

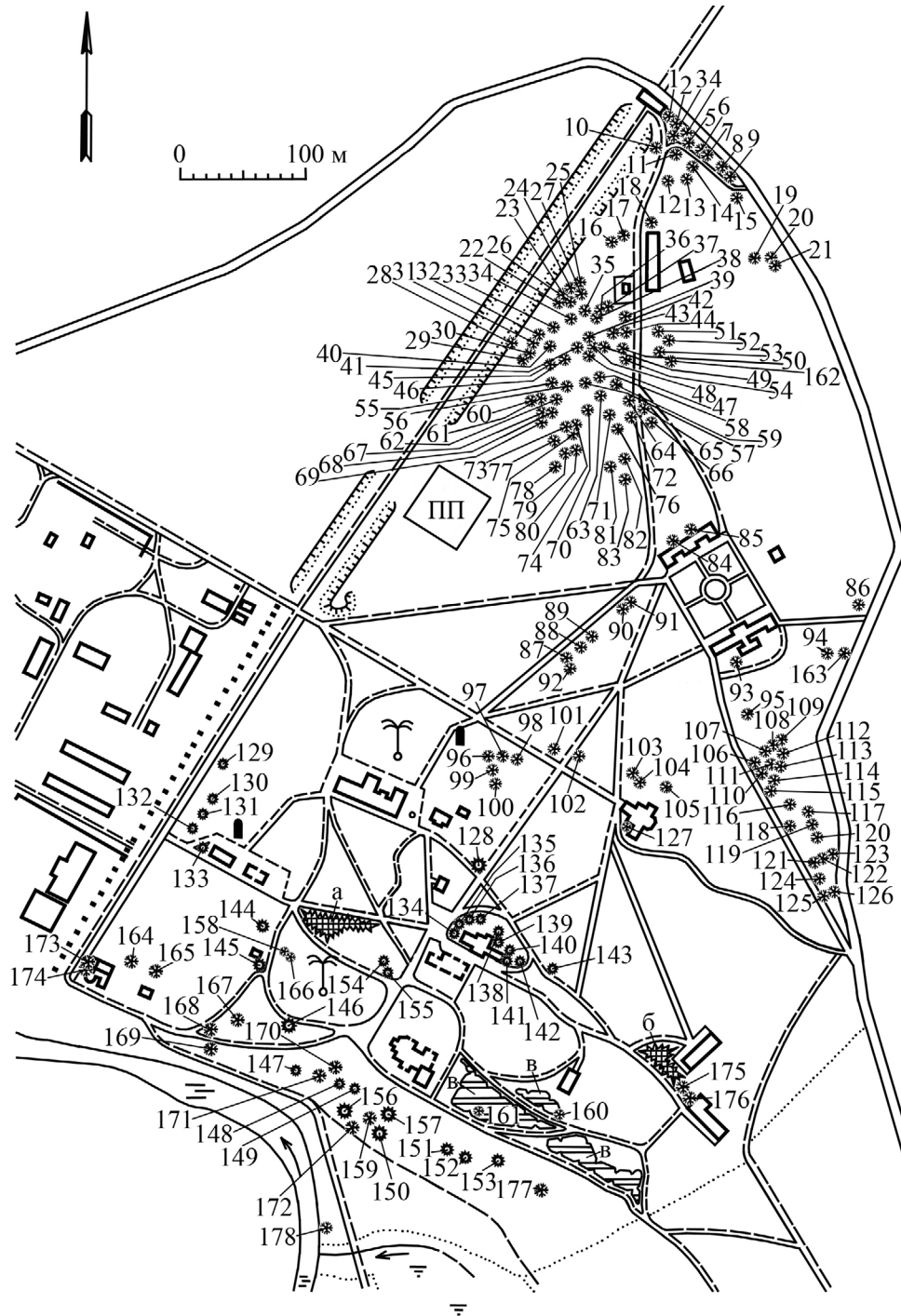


Рис. 1. План розташування деяких вікових дерев у Наталіївському парку. ПП – пробна площа.

Таблиця 1 – Біометричні показники вікових *Quercus robur* Наталіївського парку

№ на плані	D <sub>1,3'</sub> , см	H, м	Д <sub>крони</sub> , м	№ на плані	D <sub>1,3'</sub> , см	H, м	Д <sub>крони</sub> , м
1	120	30	20	48	68	20	10
2	108	26	16	49	86	24	12
3	92	24	8	50	89	20	12
4	67	20	10	51	124	26	12
5	83	24	14	52	132	30	18
6	93	28	10	53	111	28	18
7	67	22	10	54	89	24	14
8	102	30	14	55	72	20	10
9	62	16	8	56	79	20	16
10	93	24	12	57	81	20	10
11	87	18	6	58	70	24	12
12	121	26	18	59	98	22	14
13	145	30	20	60	134	28	20
14	74	20	7	61	71	18	12
15	92	26	12	62	81	18	14
16	95	26	24	63	87	22	10
17	89	24	20	64	89	26	16
18	153	30	26	65	104	20	18
19	79	18	16	66	74	22	20
20	79	18	12	67	93	28	10
21	112	26	14	68	88	25	10
22	76	26	10	69	81	30	10
23	64	24	8	70	70	18	12
24	95	30	14	71	115	26	25
25	87	30	16	72	89	28	12
26	74	26	14	73	89	20	12
27	72	18	14	74	100	24	12
28	74	28	16	75	68	19	10
29	101	28	14	76	114	20	22
30	76	26	10	77	154	28	25
31	78	24	12	78	103	26	15
32	56	20	12	79	92	26	14
33	90	20	20	80	101	18	10
34	74	18	10	81	119	25	15
35	83	22	16	82	131	26	24
36	76	24	14	83	125	27	22
37	109	26	14	84	99	22	20
38	103	24	20	85	86	8	15
39	69	12	6	86	96	20	10
40	86	24	14	87	89	18	10
41	78	22	14	88	127	24	10
42	61	28	10	89	108	28	14
43	66	20	12	90	77	20	8
44	103	24	14	91	57	18	6
45	78	20	10	92	79	20	14
46	58	16	6	93	152	28	24
47	54	18	12	94	85	20	16
95	120	26	24	111	88	30	14
96	93	22	16	112	92	30	12
97	73	16	8	113	110	30	16
98	100	26	6	114	74	26	14
99	101	30	14	115	91	30	20
100	107	26	16	116	73	24	8
101	132	24	22	117	96	26	16
102	131	24	24	118	112	28	18
103	111	24	22	119	91	30	14
104	159	22	20	120	93	30	16
105	207	30	16	121	67	18	8
106	113	26	22	122	87	20	10
107	100	30	16	123	140	34	26
108	111	30	14	124	124	26	12
109	44	20	6	125	83	20	16
110	98	24	22	126	87	20	20

Таблиця 2 – Діаметри стовбурів деяких цінних дерев Наталіївського парку

№	Вид	D, см	№	Вид	D, см
127	<i>Betula pendula</i> ‘Yungii’	35	153	<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst.	47
128	<i>Pinus strobus</i> L.	75	154	<i>Pinus nigra</i> J.F.Arnold	57
129	<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst.	52	155	<i>Pinus nigra</i> J.F.Arnold	45
130	<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst.	63	156	<i>Pinus nigra</i> J.F.Arnold	55
131	<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst.	50	157	<i>Pinus nigra</i> J.F.Arnold	57
132	<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst.	74	158	<i>Tilia tomentosa</i> Moench	92
133	<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst.	59	159	<i>Acer platanooides</i> ‘Cucullatum’	60
134	<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst.	67	160	<i>Acer platanooides</i> ‘Cucullatum’	53
135	<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst.	74	161	<i>Tilia americana</i> L.	43
136	<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst.	62	162	<i>Ulmus laevis</i> Pall.	102
137	<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst.	71	163	<i>Ulmus laevis</i> Pall.	113
138	<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst.	80	164	<i>Ulmus laevis</i> Pall.	92
139	<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst.	62	165	<i>Ulmus laevis</i> Pall.	85
140	<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst.	79	166	<i>Ulmus laevis</i> Pall.	61
141	<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst.	48	167	<i>Ulmus laevis</i> Pall.	89
142	<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst.	48	168	<i>Ulmus laevis</i> Pall.	76
143	<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst.	73	169	<i>Ulmus laevis</i> Pall.	102
144	<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst.	69	170	<i>Ulmus laevis</i> Pall.	76
145	<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst.	62	171	<i>Ulmus laevis</i> Pall.	89
146	<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst.	70	172	<i>Ulmus laevis</i> Pall.	85
147	<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst.	44	173	<i>Populus nigra</i> L.	105
148	<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst.	53	174	<i>Salix alba</i> L.	113
149	<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst.	39	175	<i>Populus x canescens</i> (Aiton) Sm.	99
150	<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst.	58	176	<i>Populus x canescens</i> (Aiton) Sm.	133
151	<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst.	53	177	<i>Populus x canescens</i> (Aiton) Sm.	103
152	<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst.	48	178	<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	83

Таблиця 3 – Результати суцільного переліку на пробній площі у сосновому насадженні Наталіївського парку

Вид	Кількість дерев (шт.) за ступенями товщини (см)												Усього
	8	16	28	32	36	40	44	48	52	56	60	68	
<i>Pinus sylvestris</i> L.	-	-	2	5	9	11	7	12	7	3	4	1	61
<i>Ulmus laevis</i> Pall.	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
<i>Pyrus communis</i> L.	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Усього	4	1	2	6	10	11	7	12	7	3	4	1	68

**Примітка:** на ділянці наявні сухостійні *Pinus sylvestris* у кількості 3 шт. (d 32, d 40, d 52).

Загалом стан вікових дерев задовільний. Однак є дерева із сухими гілками, з дуплами у стовбурах. Найбільше дерево (№ 105 на плані) з діаметром стовбура 207 см має дупло, яке було закрито за старою методикою – цементним розчином. Нині у догляді за такими деревами використовують інші технології [12, 14, 20, 23]. Завдяки сучасним технологіям догляду за віковими деревами стає можливим забезпечення їх тривалого життя (за відсутності фінансування на утримання цього парку немає можливості їх застосовувати).

Ще одна загроза – поява самосіву аборигенних та інтродукованих видів у межах проекції крони і затінення цими деревами нижніх гілок вікових дубів.

**Висновки.** У Наталіївському парку зберігається значна кількість вікових дерев: 19 видів та культиварів. Окремі види та культивари представлені лише 1–2 рослинами, тобто є загроза їх зникнення зі складу насаджень.

Серед вікових дерев продовжується відпад, особливо він відчутний у *Picea abies* та

*Picea pungens* 'Glauca', хоча елімінуються й вікові рослини інших видів.

Вікові дерева потребують індивідуального догляду арбористами, а також видалення молодих самосійних рослин з проєкції крони.

Для збереження таксономічного складу необхідно проводити відновлювальні посадки рослин тих видів, які були висаджені під час створення цього парку, зокрема дубів звичайних.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Про природно-заповідний фонд України: Закон України від 16.06.1992. № 2456-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-12#Text>

2. Dreslerová Jaromira. Memorial Trees in The Czech Landscape. Journal of Landscape Ecology. 2017. Vol. 10. Issue 2. P. 79–108. DOI: 10.1515/jlecol-2017-0004

3. David B. Lindenmayer. Conserving large old trees as small natural features. Biological Conservation. 2017. Vol. 211. Part B. P. 51–59. DOI: 10.1016/j.biocon.2016.11.012

4. Majdecki Longin. Historia Ogródów. Od starożytności po Barok. Warszawa: Wydawnictwo naukowe PWN, 2008. Vol. 1. 740 p.

5. Wierdak S. Wikaz drzew godnych ochrony. List of trees worthy of protection. Rocznik Pol. Tow. Dendrol. Lwow, 1926.

6. Борейко В.Є. Естетика вікових дерев. Гуманітарно-екологічний журнал. 2010. № 2. С. 37–38.

7. Вікові дерева Львівщини / С. Стойко та ін. Львів, 2006. 97 с.

8. Галкін С.І., Дойко Н.М., Драган Н.В., Мордатенко І.Л. Система заходів по збереженню багатвікових деревних рослин старовинних парків: методичні вказівки. Біла Церква, 2015. 36 с.

9. Гриник П.І. Стародавні дерева України: реєстр-довідник. Державна служба заповідної справи Мінприроди України, Київський еколого-культурний центр. Проєкт ПРООН/ГЕФ «Зміцнення управління та фінансової стійкості національної системи природоохоронних територій в Україні». Київ: Логос, 2010. 143 с.

10. Івченко С.І. Живі пам'ятки історії і природи. Київ: Вид-во «Наука і життя», 1956. 98 с.

11. Івченко С.І. Деревя-пам'ятники. Київ: Наукова думка, 1967. 93 с.

12. Кушнір А.І., Грижерчик В., Суханова О.А. Новітні технології збереження вікових дерев у Європі. Науковий вісник НЛТУ України. 2011. Вип. 21.16. С. 240–245.

13. Кушнір А.І., Вакулук І.І. Цінність унікальних вікових дерев – пам'ятки природи. Біологічні ресурси та природокористування. 2018. 10 (3–4). С. 176–182. DOI: 10.31548/bio2018.03.023

14. Кушнір А.І., Суханова О.А., Кушнір І.Л. Технологічні особливості лікування і оздоровлення вікових та історичних дерев: наук.-метод. рекомендації. Київ: Вид. НУБіП України, 2009. 15 с.

15. Липа О.Л. Вікові дуби України, що заслуговують на охорону. Матеріали про охорону природи на Україні. Київ: Вид-во АН УРСР, 1960. Вип. 2. С. 37–43.

16. Липа А.Л., Косаревский И.А., Салатич А.К. Озеленение населенных мест. Киев: Изд-во Акад. архитектуры УССР, 1952. 743 с.

17. Марков Ф.Ф. Вікові дерева у старовинних парках Житомирщини. Ліс, наука, молодь: тези доповідей конференції студентів, магістрантів, аспірантів і молодих учених. Житомир, 2015. С. 68–69.

18. Олексійченко Н.О., Подольхова М.О. Вікові дерева дендропарків Українського Полісся. Науковий вісник НЛТУ України. 2016. Вип. 26.4. С. 22–27. DOI: 10.15421/40260403

19. Слюсар С.І., Кушнір А.І. Соціоекологічні аспекти проведення комплексних обстежень багатвікових дерев у населених пунктах. Історичні, правові та природоохоронні аспекти збереження пам'ятних багатвікових дерев: матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченій 120-річчю НУБіП України. Київ: ВЦ НУБіП України, 2018. С. 60–62.

20. Слюсар С.І., Кушнір А.І. Сучасні соціоекологічні аспекти розроблення методології досліджень багатвікових дерев. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Лісівництво та декоративне садівництво. 2015. 229. С. 323–333.

21. Суханова О.А., Кушнір А.І. Вікові дерева парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва місцевого значення «Жорнівський» на сучасному етапі розвитку. Актуальні проблеми лісового спектру та садово-паркового господарства: тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції. Київ: НУБіП України, 2016. 145 с.

22. Парнікоза І.Ю. Вікові дерева на заплаві Дніпра в межах м. Києва. URL: <http://www.myslenedrevo.com.ua/uk/sci/kyiv/islands/nature.html>

23. Подобайло А.В., Борейко В.Є. Методичні рекомендації щодо охорони та «лікування» вікових дерев. Київ, 2007. 5 с.

24. WFO. (2024, September 26) World Flora Online. URL: <https://www.worldfloraonline.org>

25. American Conifer Society (ACS). URL: <https://conifersociety.org/conifers/>

### REFERENCES

1. Pro pryrodno-zapovidnyj fond Ukrainy: Zakon Ukrainy [On the Nature Reserve Fund of Ukraine: Law of Ukraine]. 1992, no. 2456-XII. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-12#Text>

2. Dreslerová, Jaromira. (2017). Memorial Trees in The Czech Landscape. Journal of Landscape Ecology. Vol. 10, Issue 2, pp. 79–108. DOI: 10.1515/jlecol-2017-0004

3. David, B. Lindenmayer. (2017). Conserving large old trees as small natural features. Biological Conservation. Vol. 211, Part B, pp. 51–59. DOI: 10.1016/j.biocon.2016.11.012



4. Majdecki, Longin (2008). *Historia Ogródów. Od starożytności po Barok*. Warszawa, Wydawnictwo naukowe PWN, Vol. 1, 740 p.
5. Wierdak, S. (1926). *Wikaz drzew godnych ochrony. List of trees worthy of protection*. 1 Rocznik Pol. Tow. Dendrol. Lwow.
6. Boreiko, V.E. (2010). *Estetyka vikovykh derev [The esthetic of ancient trees]*. Humanitarno-ekolohichnyj zhurnal [Humanitarian Ecological Journal]. no. 2, pp. 37–38.
7. Stojko, S. (2006). *Vikovi dereva L'vivshhyny [Age-old trees of Lviv region]*. Lviv, Mercator, 100 p.
8. Galkin, S.I., Dojko, N.M., Dragan, N.V., Mordatenko, I.L. (2015). *Systema zahodiv po zberezhennju bagatovikovykh derevnykh roslyn starovynnykh parkiv: metodychni vkazivky [The system of measures for the preservation of ancient woody plants in ancient parks: methodological recommendations]*. Bila Tserkva, 36 p.
9. Grynyk, P.I. (2010). *Starodavni dereva Ukrainy: rejestr-dovidnyk [Ancient trees of Ukraine]*. Derzhavna sluzhba zapovidnoi' spravy Minpryrody Ukrainy, Kyi'vs'kyj ekologo-kulturnyj centr, Proekt PROON/GEF «Zmicennnja upravlinnja ta finansovoi' stijkosti nacional'noi' systemy pryrodohoronnykh terytorij v Ukraini» [State Service of Nature Conservation of the Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine, Kyiv Ecological and Cultural Centre, UNDP/GEF Project «Strengthening the Management and Financial Sustainability of the National System of Protected Areas in Ukraine»]. Kyiv, Logos, 143 p.
10. Ivchenko, S.I. (1956). *Zhyvi pam'jatky istorii i pryrody [Living monuments of history and nature]*. Kyiv, Science and Life, 98 p.
11. Ivchenko, S.I. (1967). *Dereva-pam'jatnyky [Monument trees]*. Kyiv, Scientific thought, 93 p.
12. Kushnir, A.I., Gryzerczyk, W., Suchanova, O.A. (2011). *Novitni tehnologii' zberezhennja vikovykh derev u Jevropi [The newest technologies of maintenance of trees-veterans in Europe]*. Naukovyj visnyk NLTU Ukrainy [Scientific Bulletin of UNFU]. Issue 21.16, pp. 240–245.
13. Kushnir, A.I., Vakulyk, I.I. (2018). *Tsinnist unikalnykh vikovykh derev – pamiatok pryrody [Value of unique old trees – a natural monument]*. Biologichni resursy ta pryrodokorystuvannja [Biological Resources and Nature Management]. Issue 10, no. 3–4, pp. 176–182. DOI: 10.31548/bio2018.03.023
14. Kushnir, A.I., Sukhanova, O.A. (2009). *Tehnolohichni osoblyvosti likuvannia i osdorovlennia vikovykh ta istorychnykh derev [Technological features of treatment and rehabilitation age and historic trees]*. Kyiv, NUBiP Ukrainy, 15 p.
15. Lypa, O.L. (1960). *Vikovichni duby Ukrainy, shho zaslugovujut' na ohoronu [Centuries-old oaks in Ukraine that deserve protection]*. Materialy pro ohoronu pryrody na Ukraini [Materials about nature protection in Ukraine]. Kyiv, AN URSR, Issue 2, pp. 37–43.
16. Lypa, O.L., Kosarevskij, I.A., Salatich, A.L. (1952). *Ozelenenie naselenykh mest [Populated areas landscaping]*. Kyiv, AN USSR, 742 p.
17. Markov, F.F. (2015). *Vikovi dereva u starovynnykh parkah Zhytomyrshhyny [Age-old trees in ancient parks of Zhytomyr region]*. Lis, nauka, molod' – materialy konferenciji studentiv, magistrantiv, aspirantiv i molodyh uchenykh [Forest, science, youth: materials of the conference of students, undergraduates, postgraduates and young scientists]. Zhytomyr, pp. 68–69.
18. Oleksijchenko, N.O., Podol'hova, M.O. (2016). *Vikovi dereva dendroparkiv Ukrainy's'kogo Polissja [Age-old Trees of Ukrainian Polissya's Dendrological Parks]*. Naukovyj visnyk NLTU Ukrainy [Scientific Bulletin of UNFU]. Issue 26(4), pp. 22–27. DOI: 10.15421/40260403
19. Sljusar, S.I., Kushnir, A.I. (2018). *Socioekologichni aspekty provedennja kompleksnykh obstezhen' bagatovikovykh derev u naselenykh punktakh [Socioecological aspects of complex surveys of centuries-old trees in settlements]*. Istorychni, pravovi ta pryrodohoronni aspekty zberezhennja pam'jatnykh bagatovikovykh derev: materialy III Mizhnarodnoi' naukovo-praktychnoi' konferenciji, prysvjachenij 120-richchju NUBiP Ukrainy [Historical, Legal and Environmental Aspects of Preservation of Monumental Centuries-old Trees: materials Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference, to the 120-th anniversary of NUBiP of Ukraine]. Kyiv, VC NUBiP Ukrainy, pp. 60–62.
20. Sljusar, S.I., Kushnir, A.I. (2015). *Suchasni socioekologichni aspekty rozroblennja metodologii' doslidzhen' bagatovikovykh derev [Modern socioecological aspects development methodology research of old trees]*. Naukovyj visnyk Nacional'nogo universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannja Ukrainy. Lisivnyctvo ta dekoratyvne sadivnyctvo [Ukrainian Journal of Forest and Wood Science]. no. 229, pp. 323–333.
21. Suhanova, O.A., Kushnir, A.I. (2016). *Vikovi dereva parka-pam'jatky sadovoparkovogo mystectva misceвого znachennja «Zhorniv's'kyj» na suchasnomu etapi rozvytku [Age-old trees of the park-monument of landscape art of local importance 'Zhornivskyi' at the present stage of development]*. Aktual'ni problemy lisovogo spektru ta sadovo-parkovogo gospodarstva: Mizhnarodna naukovo-praktychna konferencija [Actual problems of the forest spectrum and landscape gardening: International scientific and practical conference]. Kyiv, NUBiP Ukrainy, pp. 145.
22. Parnikoza, I.Yu. *Vikovi dereva na zaplavi Dnipra v mezhakh m. Kyieva [Old trees on the Dnieper floodplain within the city of Kyiv]*. Available at: <http://www.myslenedrevo.com.ua/uk/sci/kyiv/islands/nature.html>.
23. Podobajlo, A.V., Borejko, V.Je. (2007). *Metodychni rekomendacii' shhodo ohorony ta «likuvannja» vikovykh derev [Methodological recommendations for the protection and 'treatment' of age-old trees]*. Kyiv, 5 p.
24. WFO. (2024, September 26) *World Flora Online*. Available at: <https://www.worldfloraonline.org>
25. American Conifer Society (ACS). Available at: <https://conifersociety.org/conifers/>

**Agelong trees of Nataliyivskiy park (Kharkiv region)****Hryhorenko A., Klymenko Y.**

The article provides information on the location and biometric parameters of 192 agelong trees growing in the landscape park «Nataliyivskiy» (Kharkiv region). The results of continuous census on a 0.25 ha sample area in age-specific pine stand are presented. The plantations of agelong pines cover 17.8 hectares, or 51.5% of proved area. The average trunk diameter of *Pinus sylvestris* L. is 45.2 cm. The number of trees per hectare is 244 pcs. There were also 2 *Ulmus laevis* Pall. trees and one *Pyrus communis* L. tree and four bushes: *Crataegus monogyna* Jacq. There is no undergrowth or young growth on the plantation. No invasive species have been found.

The most valuable trees in the park are the agelong *Quercus robur* L. Biometric indicators have been identified for most of the old oak trees. For the majority of agelong oaks species biometric indicators were determined. The trunk circumference of other agelong tree species was also measured to obtain the trunk diameter. The location of agelong trees was recorded on the park plan.

The data from the park's 1997 and 2018 studies were used during examination and analysis of results. It was found that the number of *Picea abies* and *Picea pungens* 'Glauca' plants in the park has been significantly decreased due to the drought and the attack of engraver beetle. A significant number of dead trees were found in the park, which indicates the need for sanitary felling to remove them.

It was found that in general, the condition of the park's ageold trees is satisfactory. However there are trees with hollows in their trunks and with dry branches. *Quercus robur* L. with the largest trunk diameter of 207 cm has a hollow. Once it was closed using an outdated method – cement mortar. This technology is not currently used to preserve ageold hollow trees. Modern technologies of caring for such trees ensure their long life. The individual care of agelong trees by arborists is an important issue. Unfortunately due to the lack of funding for the park's maintenance it's impossible to use modern technology and employ professional arborists. The emergence of self-seeding of indigenous and introduced species within the crown projection of agelong *Quercus robur*, as well as shading of their lower branches by these trees is another threat to old trees. It is necessary to remove young self-sowing plants within the crown projection.

As a result of the study, it was established that there are 19 species and cultivars of agelong trees in Nataliyivskiy Park. Some of them are represented by only 1-2 plants. Therefore, there is a threat that they may disappear from the plantations. In order to preserve the taxonomic composition of the park, it is necessary to plant some more trees of the exact species that were planted during park creation.

Nataliyivskiy Park is an important nature conservation institution. The data of conducted research can be used in the future to monitor the health of agelong trees.

**Key words:** an ancient park-monument of landscape art, species composition of ageold trees, trunk diameter, plantings.



Copyright: Григоренко А.В., Клименко Ю.О. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:








Клименко Ю.О.

<https://orcid.org/0000-0003-4695-9527>

## АГРОНОМІЯ

УДК 631.16:633.111.5

**Економічна оцінка технології вирощування сортів пшениці спельти**

Карпук Л.М. , Заїка Н.В. , Тігаренко О.С.,   
Павліченко А.А. , Філіпова Л.М. , Єзерковська Л.В. ,  
Караульна В.М. , Єзерковський А.В.

*Білоцерківський національний аграрний університет*

Карпук Л.М., Заїка Н.В., Тігаренко О.С., Павліченко А.А., Філіпова Л.М., Єзерковська Л.В., Караульна В.М., Єзерковський А.В. Економічна оцінка технології вирощування сортів пшениці спельти. «Агробіологія», 2024. № 2. С. 35–42.

Karpuk L., Zaika N., Titarenko O., Pavlichenko A., Filipova L., Yezerkovska L., Karaulna V., Yezerkovskiy A. Economic assessment of spelt wheat growing technology. «Agrobiology», 2024. no. 2, pp. 35–42.

Рукопис отримано: 16.10.2024 р.

Прийнято: 31.10.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-191-2-35-42

У статті представлено результати досліджень, спрямованих на економічну оцінку технології вирощування різних сортів пшениці спельти на дослідній ділянці НВЦ Білоцерківського НАУ у період з 2019 до 2022 років. Дослідження проводили із застосуванням загальноприйнятих агрономічних методик та комп'ютерних технологій для обробки й узагальнення результатів експерименту. Для статистичного аналізу використано програму «Statistica-6», що дозволило отримати точні дані щодо витрат на вирощування спельти залежно від застосування мікродобрив та регуляторів росту рослин.

Особливу увагу приділено розрахункам витрат на технологію вирощування спельти, яка порівняно з пшеницею озимою потребує менших інвестицій, зокрема через стійкість рослин до хвороб та менш інтенсивне застосування інсектицидів і добрив. Вартість вирощування спельти обчислювали на основі технологічних карт із врахуванням використання насіння, добрив, засобів захисту рослин, палива, оплати праці та орендної плати за землю.

У роботі наведено економічну ефективність вирощування трьох сортів спельти: Зоря України, Європа та Аттергауер Дінкель. Досліджено витрати на різні елементи технології та визначено, що найбільша частка витрат припадає на мінеральні добрива (32 %) та насіння (27 %). Вартість насіння різних сортів також істотно вплинула на загальну собівартість вирощування. Крім того, проаналізовано ефективність застосування позакореневого підживлення гуматами та стимуляторами росту Agriflex Amino.

Економічна оцінка показала, що витрати на технологію вирощування спельти становили в межах 19–24 тис. грн/га залежно від сорту та варіантів підживлення. Встановлено, що найбільш економічно вигідним є вирощування сорту Аттергауер Дінкель, де витрати були мінімальними, а рентабельність сягала 247 %. Проте найбільші показники рентабельності були зафіксовані для сорту Європа – 272 % за максимального застосування гуматів і стимуляторів росту.

Результати досліджень підтверджують економічну доцільність вирощування спельти як альтернативної культури, яка потребує менших витрат на засоби захисту та добрива, порівняно з традиційною пшеницею озимою.

**Ключові слова:** пшениця спельта, сорт, основні витрати, структура витрат, собівартість, рівень рентабельності.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Впровадження технологій вирощування сучасних сортів на основі принципів адаптивного рослинництва є важливим інструментом для збільшення виробництва продукції рослинництва. Ефективність усіх чинників інтенсифікації технологій вирощування сільськогосподарських культур має зростати в контексті постійного розвитку сільськогосподарської техніки. Сучасні сорти озимих культур мають високий потенціал продуктивності, однак його реалізація у виробничих умовах залишається низькою. Сорти з високим потенціалом більше схильні до впливу різноманітних абіотичних та біотичних чинників навколишнього середовища, тому завдання забезпечення стабільних врожаїв стає все більш актуальним. Це потребує перегляду підходів до рослинництва та розробки стратегії адаптивної інтенсифікації рослинництва, яка ґрунтується на використанні адаптивного потенціалу всіх біологічних компонентів агроecosистеми [1–4].

Трансформація клімату, крім безпосередньої шкоди, призводить до збільшення поширення та інтенсифікації ураження посівів шкідниками, хворобами грибового та вірусного походження, а також збільшує вплив бур'янів. Це змушує фермерів шукати нові сорти, які були б стійкими до небажаних впливів, й заохочує селекціонерів пристосовувати сорти до зростаючих викликів [5–7].

Спельта є відмінною альтернативою для вирощування без застосування пестицидів в умовах жорсткого екологічного контролю та на маргінальних землях. Адаптивні сорти спельти набагато витриваліші за генетично поліпшені сорти м'яких та твердих пшениць [8–10].

Загалом площа вирощування пшениці спельти в Україні становить 10 тис. га за всіма регіонами. При цьому значні коливання в площах можуть бути з року в рік залежно від зацікавленості господарств у її вирощуванні, адже технологія ідентична вирощуванню пшениці озимої. Тобто господарству не потрібно переналаштовувати свої технологічні карти та змінювати технічний парк наявних засобів.

Підвищений інтерес до цієї культури обумовлений різними чинниками, серед яких вирішальне значення мають її можливості для ефективного, економічного сільськогосподарського виробництва та переваги у сфері харчування і технології. Її розглядають як цінне джерело зерна для здорового харчування [11–12].

Спельта вважається цінним видом зернових культур для споживання, вона є популяр-

ною як в Україні, так і за кордоном. Це зерно багате білком (до 25 %) та низькокалорійне (127 кКал) і містить всі необхідні амінокислоти, макро- і мікроелементи в правильних пропорціях. Його використовують у дієтичному харчуванні, готуванні та косметології [13–15].

Останнім часом збільшується кількість наукових публікацій, які присвячені всебічному вивченню спельти: її походженню, захисту від шкідників та хвороб. Спротив шкідникам та хворобам рослин забезпечується наявністю генів стійкості, що дозволяє уникнути застосування хімічних засобів захисту рослин, що відповідає стандартам органічного землеробства [16–19].

Україна впродовж воєнного стану зіткнулася зі значними економічними негараздами, які першочергово торкнулися агропромислового комплексу. До наявної дороговизни імпортованих засобів захисту та мінеральних добрив, виготовлених з використанням дорогих викопних видів палива додалися і низькі закупівельні ціни на зерно, що суттєво зменшили спроможності галузі рослинництва до стійкого розвитку.

**Мета дослідження.** Провести економічну оцінку елементів технології вирощування сортів пшениці озимої спельти в умовах нестійкого зволоження Лісостепу України.

**Матеріал і методи дослідження.** Дослідження проводили на дослідній ділянці НВЦ Білоцерківського НАУ упродовж періоду 2019–2022 рр. Для проведення досліджень використовували загальноприйняті методи та методики в галузі агрономічних досліджень, а також комп'ютерні технології для оброблення й узагальнення результатів експерименту.

Для статистичного аналізу отриманих результатів експерименту використовували комп'ютерну програму "Statistica-6" (розроблені рекомендації Е.Р. Ермантраутом, О.І. Присяжнюком та І.Л. Шевченком у 2007 році, й вдосконалені в 2016) [20].

Економічну ефективність агротехнології визначали за методикою оцінки ефективності наукових досліджень, розраховуючи витрати на вирощування спельти залежно від мікродобрив та регуляторів росту рослин за допомогою складання технологічних карт.

**Результати дослідження та обговорення.** За вирощування спельти витрати на технологію будуть набагато меншими порівняно з пшеницею озимою, оскільки рослини більш стійкі до хвороб, менше потребують застосування інсектицидів, зрештою навіть невеликі прогнози урожаїв культури потребують набагато меншого застосування мінеральних добрив.

Адже для пшениці озимої розраховувати дозу мінеральних добрив менш ніж на 8 т/га врожаю – недоцільно, тимчасом для спельти вираховують удобрення на врожай зерна в 5–6 т/га.

За оцінки ефективності використання конкретних елементів технології вирощування, необхідно провести розрахунок основних витрат, використовуючи технологічні схеми та реальні ресурси, необхідні для культивування спельти (табл. 1). Під час оцінки економічної ефективності вирощування пшениці спельти використовували технологічні схеми для її вирощування та проводили розрахунки в цінах на 2023 рік.

Основні статті витрат на технологію вирощування спельти подібні до інших зернових, а саме: насіння, удобрення, засоби захисту, паливно-мастильні матеріали, оплата праці, загальнопромислові та адміністративні витрати, орендна плата за землю.

Щодо насіннєвого матеріалу спельти, то досліджувані сорти Зоря України та Європа продають виробники по 20 тис. грн/т, Аттергауер Дінкель – 16,0 тис. грн/т, що й вплинуло на формування кінцевої вартості насіння.

За рештою витрат різниці у роботі не було, окрім відмінностей зафіксованих за вивчення різних варіантів застосування позакореневого підживлення та власне стимуляторів росту. Тому доцільно проаналізувати структуру витрат в усередненому вигляді (рис. 1).

Таблиця 1 – Основні витрати на вирощування пшениці спельти в цінах 2023 року, грн/га

№ п/п	Стаття витрат	Вартість, грн*
1	Насіння сортів:	
	Зоря України	6800
	Європа	6700
	Аттергауер Дінкель	4000
2	Мінеральні добрива	6780
3	Пестициди	1500
4	Паливо та мастильні матеріали	1756
4	Заробітна плата	890
5	Загальнопромислові витрати	711
10	Адміністративні витрати	520
11	Орендна плата за землю	3500
<b>Всього**</b>		<b>15657</b>

\* за середньої урожайності по досліді в 5,5 т/га;  
\*\* без врахування вартості насіння.

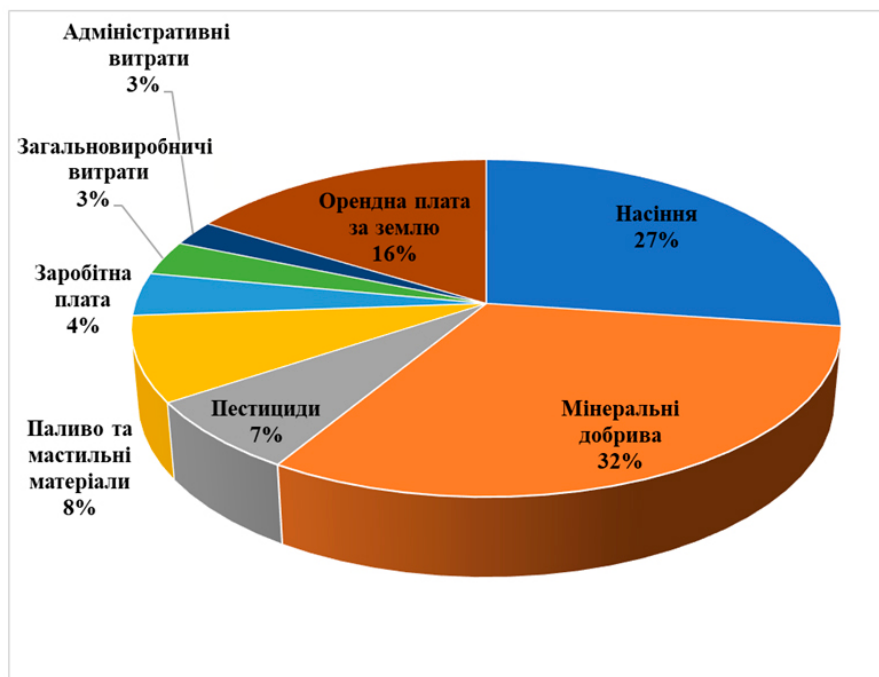


Рис. 1. Структура витрат на базову технологію вирощування пшениці спельти, в цінах 2023 року.

Згідно зі структурою витрат, мінеральні добрива займають найбільшу частку – 32 %, водночас насіння теж доволі вартісне і його частка становить 27 %. Натомість пестициди та паливно-мастильні матеріали мають частки в структурі на рівні 7 та 8 %.

Основні показники вартості елементів технології вирощування спельти використовували для розрахунків економічної ефективності вирощування різних сортів за позакореневого підживлення гуматами та обробки стимуляторами росту (табл. 2).

Дані щодо собівартості виробництва однієї тонни продукції та рівня рентабельності наведено в таблиці 3.

Отже, за вирощування спельти сорту Зоря України витрати на технологію вирощування становили в межах від 22457 грн на контрольному базисному варіанті дослідження та сягали до рівня 23717 грн за максимального застосування Гумат калію ГК-17 у фазу колосіння і повторно молочної стиглості та поєднання з Agriflex Amino у фазу колосіння.

Такі невеликі витрати пояснюються не лише простотою внесення препаратів, а також малими нормами їх використання і ціновою політикою виробників препаратів. Зокрема, разова норма застосування Гумат калію ГК-17 становить 400 г/га, а вартість препарату – 90 грн/га. Стимулятор росту Agriflex Amino виробник рекомендує вносити в нормі 200 г/га, при цьому витрати на препарат становлять 82 грн/га. Строки застосування препаратів сприяють максимальному їх поєднанню з іншими обробками посівів. Тобто, за можливості, виробничник економить не лише на вартості препарату, а також на його застосуванні. Однак, враховуючи, що спельту не потрібно інтенсивно захищати від шкідників та хвороб на пізніх етапах розвитку, рахували окремо вартість обробки кожним з препаратів приймаючи це за максимально можливий варіант негативного розвитку подій.

Таблиця 2 – Сумарні витрати на технологію та вартість врожаю зерна спельти

Сорт	Позакореневе удобрення	Стимулятор росту	Витрати на технологію, грн/га	Вартість врожаю, грн/га
Зоря України	Контроль	Контроль	22457	55234
	Гумат калію ГК-17 у фазу колосіння	Без стимулятора	22892	56329
		Agriflex Amino у фазу колосіння	23282	56944
	Гумат калію ГК-17 у фазу молочної стиглості	Без стимулятора	22892	54824
		Agriflex Amino у фазу колосіння	23282	55347
	Гумат калію ГК-17 у фазу колосіння та повторно молочної стиглості	Без стимулятора	23327	58185
Agriflex Amino у фазу колосіння		23717	59036	
Європа	Контроль	Контроль	22357	58145
	Гумат калію ГК-17 у фазу колосіння	Без стимулятора	22792	58325
		Agriflex Amino у фазу колосіння	23182	58815
	Гумат калію ГК-17 у фазу молочної стиглості	Без стимулятора	22792	57897
		Agriflex Amino у фазу колосіння	23182	55532
	Гумат калію ГК-17 у фазу колосіння та повторно молочної стиглості	Без стимулятора	23227	59417
Agriflex Amino у фазу колосіння		23617	64348	
Аттергауер Дінкель	Контроль	Контроль	19657	47023
	Гумат калію ГК-17 у фазу колосіння	Без стимулятора	20092	47509
		Agriflex Amino у фазу колосіння	20482	48353
	Гумат калію ГК-17 у фазу молочної стиглості	Без стимулятора	20092	46950
		Agriflex Amino у фазу колосіння	20482	47273
	Гумат калію ГК-17 у фазу колосіння та повторно молочної стиглості	Без стимулятора	20527	50558
Agriflex Amino у фазу колосіння		20917	51697	

Таблиця 3 – Собівартість та рівень рентабельності вирощування спельти

Сорт	Позакореневе удобрення	Стимулятор росту	Собівартість виробництва, грн/т	Рентабельність, %
Зоря України	Контроль	Контроль	4066	246
	Гумат калію ГК-17 у фазу колосіння	Без стимулятора	4064	246
		Agriflex Amino у фазу колосіння	4089	245
	Гумат калію ГК-17 у фазу молочної стиглості	Без стимулятора	4176	239
		Agriflex Amino у фазу колосіння	4207	238
	Гумат калію ГК-17 у фазу колосіння та повторно молочної стиглості	Без стимулятора	4009	249
Agriflex Amino у фазу колосіння		4017	249	
Європа	Контроль	Контроль	3845	260
	Гумат калію ГК-17 у фазу колосіння	Без стимулятора	3908	256
		Agriflex Amino у фазу колосіння	3941	254
	Гумат калію ГК-17 у фазу молочної стиглості	Без стимулятора	3937	254
		Agriflex Amino у фазу колосіння	4175	240
	Гумат калію ГК-17 у фазу колосіння та повторно молочної стиглості	Без стимулятора	3909	256
Agriflex Amino у фазу колосіння		3670	272	
Аттергауер Дінкель	Контроль	Контроль	4180	239
	Гумат калію ГК-17 у фазу колосіння	Без стимулятора	4229	236
		Agriflex Amino у фазу колосіння	4236	236
	Гумат калію ГК-17 у фазу молочної стиглості	Без стимулятора	4279	234
		Agriflex Amino у фазу колосіння	4333	231
	Гумат калію ГК-17 у фазу колосіння та повторно молочної стиглості	Без стимулятора	4060	246
Agriflex Amino у фазу колосіння		4046	247	

За вирощування сорту Європа витрати на технологію вирощування становили в межах від 22357 грн на контрольному варіанті та сягали до рівня 23617 грн за максимального застосування факторів досліду, а за вирощування сорту Аттергауер Дінкель сумарно витрати були меншими, завдяки меншій вартості насіння, однак на контролі вони теж були мінімальними – 19657 грн/га, а за застосування Гумат калію ГК-17 у фазу колосіння і повторно молочної стиглості та поєднання з Agriflex Amino у фазу колосіння – максимальними – 20917 грн/га.

Слід зазначити, що вартість отриманого врожаю безпосередньо залежала від урожайності сортів спельти і мінімум гарантували варіанти вирощування, на яких не вносили досліджувані елементи технології взагалі.

Стосовно формування ціни на вартість зерна спельти, то це доволі цікаве питання,

оскільки стійкого ринку утворення закупівельних цін на продукцію як із зерном пшениці озимої чи ярої немає. Зернотрейдери формують партії спельти окремо, враховуючи потреби конкретного замовника та від цього значно залежать і закупівельні ціни.

Моніторинг відкритих джерел пропозицій зернотрейдерів України показав, що мінімальна закупівельна ціна на товарне зерно пшениці спельти становить 10000 грн за тону. Закуповують зерно вирощене за класичною технологією з використанням мінеральних добрив і синтетичних засобів захисту та за відсутності сертифікату про органічне походження виробленої продукції. Ціни на органічне зерно спельти становлять від 16 тис. грн/т і попит на неї значний. Однак, з огляду на складність та вартість отримання ліцензії на виробництво сертифікованої органічної продукції не враховували такий

варіант продажу врожаю пшениці. Адже за вирощування за органічними технологіями отримано значно менші кількості зерна, за вищого рівня витрат.

Отже, за базової мінімальної закупівельної ціни на 1 т спельти в 10 тис. грн/га за вирощування сорту Аттергауер Дінкель було отримано найменшу грошову вартість врожаю – 47–51,7 тис. грн/га, що безпосередньо пов'язано з урожайністю досліджуваного сорту.

Вищі показники вартості отриманого врожаю спостерігались за вирощування сорту Європа за обробки посівів позакореневим удобренням Гумат калію ГК-17 у фазу колосіння і повторно молочної стиглості та поєднання з Agriflex Amino у фазу колосіння – 64348 грн/га. Встановлено, що варіанти застосування Гумат калію ГК-17 у фазу колосіння і повторно молочної стиглості та поєднання з Agriflex Amino у фазу колосіння сприяли формуванню високих значень вартості отриманого врожаю по всіх сортах.

За показниками собівартості виробництва однієї тонни зерна по сорту Зоря України на контролі витрачали 4066 грн/т, за застосування Гумат калію ГК-17 у фазу молочної стиглості – найбільше витрат було в поєднанні з стимулятором росту – 4207 грн/га, це пояснюється низькою ефективністю щодо приросту від цього препарату в пізні фази росту рослин. На цьому ж варіанті досліді отримано рівень рентабельності 238 %, тимчасом на контролі – 246 %. За дворазового внесення позакореневого підживлення з стимулятором росту отримано собівартість в 4017 грн/т та рентабельність – 249 %.

За вирощування сорту Європа собівартість виробництва однієї тонни зерна на контролі становила 3845 грн/т, за обробки посівів Гумат калію ГК-17 у фазу молочної стиглості – найбільше витрат було в поєднанні зі стимулятором росту – 4175 грн/га. На цьому ж варіанті отримано рентабельність на рівні 240 %, тимчасом на контролі – 260 %, за дворазового внесення позакореневого підживлення зі стимулятором росту отримано собівартість в 3670 грн/т та рентабельність – 272 %.

Досліджено, що за показниками собівартості виробництва по сорту Аттергауер Дінкель на контролі витрачали 4180 грн/т, за застосування Гумат калію ГК-17 у фазу молочної стиглості – найбільше витрат було в поєднанні зі стимулятором росту – 4333 грн/га. На цьому ж варіанті рівень рентабельності становив 231 %, тимчасом за дворазово-

го внесення позакореневого підживлення зі стимулятором росту отримано собівартість в 4046 грн/т та рентабельність – 247 %.

**Висновки.** Оптимальні економічні показники отримано за вирощування сорту Європа, зокрема собівартість виробництва однієї тонни зерна на контролі становила 3845 грн/т, за обробки посівів Гумат калію ГК-17 у фазу молочної стиглості – найбільше витрат було в поєднанні зі стимулятором росту – 4175 грн/га. На цьому ж варіанті отримано рівень рентабельності 240 %, тимчасом на контролі – 260 %, за дворазового внесення позакореневого підживлення зі стимулятором росту отримано собівартість в 3670 грн/т та рентабельність – 272 %.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Fatrcova-Šramkova K., Lacko-Bartošova M., Mariassyova M. Bioproducts made from spelt wheat (*Triticum spelta*) and their antioxidant properties. *Aquat. Ecosyst. Health*. 2010. 14. P. 185–187.
2. Заїка Н.В., Карпук Л.М. Урожайність та якість зерна спельти (*Triticum spelta* L.) в умовах Лісостепу України. *Агробіологія*. 2023. № 1. С. 114–122. DOI: 10.33245/2310-9270-2023-179-1-114-122
3. Elfun R., Aasven M. The possibilities for spelt cultivation in Norway. In: «Spelt and Quina» Working Group Meeting. Wageningen, Netherlands, 1997. P. 7–13.
4. Escarnot E., Jacquemin J.M., Agneessens R., Paquot M. Comparative study of the content and profiles of macronutrients in spelt and wheat, a review. *Biotechnologie. Agronomie Societe Et Environnement*. 2012. 16(2). P. 243–256.
5. Morphological and productive traits of spelt wheat – *Triticum spelta* L. *Agric / S. Jankovic et al.* 2015. 61. P. 173–182.
6. Ружицька О.М., Борисова О.В. Ріст, продуктивність та якість зерна озимої спельти за умов півдня степової зони України. *Вісник ОНУ. Біологія*. 2015. Т. 20. Вип. 1(36). С. 47–58.
7. Дослідження змін температурного режиму за багаторічний період у південно-степовій зоні України та вивчення його впливу на продуктивність пшениці озимої / Ю.П. Кіріак та ін. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. 2017. Вип. 97. С. 53–59.
8. Коваленко А.М., Кіріак Ю.П. Фотосинтетична діяльність насінницьких посівів пшениці озимої від умов вирощування. *Зрошуване землеробство: міжвід. темат. наук. зб.* 2018. Вип. 70. С. 72–77.
9. Dvorak J., Luo M.C., Akhunov E.D. Vavilov's theory of centres of diversity in the light of current understanding of wheat diversity, domestication and evolution. *Czech J Genet Plant Breed.* 2011. 47. P. 20–27.
10. Flaksberger C. Ursprungszentrum und geographische Verbreitung des Splzes (*Triticum spelta* L.). *Angew Bot.* 1930. 12. P. 86–99.



11. Muramatsu M. Dosage effect of the spelta gene q of hexaploid wheat. *Genetics*. 1963. 48. P. 469–482.
12. Парій Ф.М., Сухомуд В.В., Любич О.Г. Оцінка господарських цінних властивостей нового сорта пшениці спельти озимої Зоря України. *На-сінництво*. 2013. № 5. С. 5–6.
13. Господаренко Г., Ткаченко І. Якість пше-ниці спельти залежно від особливостей удобрен-ня азотними добривами. *Вісник Львівського на-ціонального аграрного університету. Агрономія*. 2014. № 18. С. 68–74.
14. Твердохліб О.В., Голік О.В., Нінієва А.К., Богуславський Р.Л. Спельта і полба в органічному землеробстві. *Посібник українського хлібороба*. 2013. С. 154–155.
15. Kluchevich M.M., Piontkovsky P.V. Main fungal diseases of spelt in Polissya. *Збірник науко-вих праць ННЦ «Інститут землеробства»*. 2015. Вип. 3. С. 64–68.
16. Ключевич М.М. Захист спельти озимої від хвороб на ранніх етапах органогенезу. *Карантин і захист рослин*. 2016. № 5. С. 5–8.
17. Облік шкідників і хвороб сільськогоспо-дарських культур / В.П. Омелюта та ін. Київ: Уро-жай, 1986. 288 с.
18. Кошицька Н.А. Вплив біопрепаратів на ступінь ураження хворобами озимих зернових культур. *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем АПК: матеріали Всеукраїнської науко-во-практичної конференції*. Житомир: Укрекобіо-кон, 2017. С. 90–92.
19. Довгань О.М. Органічне виробництво: сут-ність, об'єктивна необхідність, ефективність. *Ста-лий розвиток економіки*. 2013. № 1. С. 200–206.
20. Статистичний аналіз агрономічних до-слідних даних в пакеті Statistica 10: методичні вказівки / О.І. Присяжнюк та ін. Київ: Нілан-ЛТД, 2016. 54 с.
5. Jankovic, S., Ikanovic, J., Popovic, V., Rakic, S., Pavlovic, S., Ugrenovic, V., Simic, D., Doncic, D. (2015). Morphological and productive traits of spelt wheat – *Triticum spelta* L Agric. no. 61, pp. 173–182.
6. Ruzhytska, O.M., Borysova, O.V. (2015). Rist, produktyvnist ta yakist zerna ozymoi spely za umov pivdnia stepovoi zony Ukrainy [Growth, productivity and grain quality of winter spelt under the conditions of the southern steppe zone of Ukraine.]. *Visnyk ONU. Bioloheia [ONU Bulletin. Biology]*. Vol. 20, Issue 1(36), pp. 47–58.
7. Kiriak, Yu.P., Kovalenko, A.M., Biliaie-va, I.M., Fedorchuk, M.I., Kokovikhin, S.V. (2017). Doslidzhennia zmin temperaturnoho rezhymu za bahatorichnyi period u pivdenno-stepovii zoni Ukrainy ta vyvchennia yoho vplyvu na produktyvnist pshenytsi ozymoi [Study of changes in the temperature regime over a long period in the southern steppe zone of Ukraine and study of its influence on productivity winter wheat]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Silskohospodarski nauky [Tavria Scientific Bulletin. Agricultural sciences]*. Issue 97, pp. 53–59.
8. Kovalenko, A.M., Kiriak, Yu.P. (2018). Fotosyntetychna diialnist nasinytskykh posviv pshenytsi ozymoi vid umov vyroshchuvannia [Photosynthetic activity of seed crops of winter wheat depending on growing conditions]. *Zroshuvane zemlerobstvo: mizhdv. temat. nauk. zb. [Irrigated agriculture: interdisciplinary thematic scientific collection]*. Issue 70, pp. 72–77.
9. Dvorak, J., Luo, M.C., Akhunov, E.D. (2011). Vavilov's theory of centres of diversity in the light of current understanding of wheat diversity, domestication and evolution. *Czech J Genet Plant Breed*. no. 47, pp. 20–27.
10. Flaksberger, C. (1930). Ursprungszentrum und geographische Verbreitung des Splzes (*Triticum spelta* L.). *Angew Bot*. no. 12, pp. 86–99.
11. Muramatsu, M. (1963). Dosage effect of the spelta gene q of hexaploid wheat. *Genetics*. no. 48, pp. 469–482.
12. Parii, F.M., Sukhomud, V.V., Liubych, O.H. (2013). Otsinka hospodarsky tsinnykh vlastyvostei no-voho sorta pshenytsi spely ozymoi Zoria Ukrainy [Eval-uation of economically valuable properties of a new variety of spelled wheat of winter Zorya of Ukraine]. *Nasinytstvo [Seed production]*. no. 5, pp. 5–6.
13. Hospodarenko, H., Tkachenko, I. (2014). Yakist pshenytsi spely zalezno vid osoblyvostei udobrennia azotnymy dobryvamy [The quality of spelt wheat depending on the features of fertilization with nitrogen fertilizers]. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Ahronomiia [Bulletin of Lviv National Agrarian University. Agronomy]*. no. 18, pp. 68–74.
14. Tverdokhlib, O.V., Holik, O.V., Niniie-va, A.K., Bohuslavskiy, R.L. (2013). Spelta i polba v orhanichnomu zemlerobstvi [Spelt and polba in organic farming]. *Posibnyk ukrainskoho khliboroba [Guide to the Ukrainian farmer]*. pp. 154–155.
15. Kluchevich, M.M., Piontkovsky, P.V. (2015). Main fungal diseases of spelt in Polissya. *Zbirnyk*

## REFERENCES

1. Fatrcova-Šramkova, K., Lacko-Bartošova, M., Mariassyova, M. (2010). Bioproducts made from spelt wheat (*Triticum spelta*) and their antioxidant properties *Aquat. Ecosyst. Health*. no. 14, pp. 185–187.
2. Zaika, N.V., Karpuk, L.M. (2023). Urozhainist ta yakist zerna spely (*Triticum spelta* L.) v umovakh Lisostepu Ukrainy [Yield and grain quality of spelt (*Triticum spelta* L.) in the conditions of the forest-steppe of Ukraine]. *Ahrobioloheia [Agrobiology]*. no. 1, pp. 114–122. DOI: 10.33245/2310-9270-2023-179-1-114-122
3. Elfun, R., Aasven, M. (1997). The possibilities for spelt cultivation in Norway. In: «Spelt and Quina» Working Group Meeting. Wageningen, Netherlands, pp. 7–13.
4. Escarnot, E., Jacquemin, J.M., Agneessens, R., Paquot, M. (2012). Comparative study of the content and profiles of macronutrients in spelt and wheat, a review *Biotechnologie. Agronomie Societe Et Environnement*. no. 16 (2), pp. 243–256.

naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva» [Collection of scientific papers of the National Scientific Center "Institute of Agriculture"]. Issue 3, pp. 64–68.

16. Kliuchevych, M.M. (2016). Zakhyst spelyt ozymoi vid khvorob na rannikh etapakh orhanohenezu [Protection of winter spelt from diseases at the early stages of organogenesis]. Karantyn i zakhyst roslin [Quarantine and plant protection]. no. 5, pp. 5–8.

17. Omeliuta, V.P. (1986). Oblik shkidnykiv i khvorob silskohospodarskykh kultur [Accounting for pests and diseases of agricultural crops]. Kyiv, Harvest, 288 p.

18. Koshytska, N.A. (2017). Vplyv biopreparativ na stupin urazhennia khvorobamy ozymykh zernovykh kultur [The effect of biological preparations on the degree of damage by diseases of winter grain crops]. Naukovi zdobutky molodi – vyrishenniu problem APK: materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii [Scientific achievements of youth – solving problems of the agricultural complex: materials of the All-Ukrainian scientific and practical conference]. Zhytomyr, Ukrekoobkon, pp. 90–92.

19. Dovhan, O.M. (2013). Orhanichne vyrobnytstvo: sutnist, obiektyvna neobkhidnist, efektyvnist [Organic production: essence, objective necessity, efficiency]. Stalyi rozvytok ekonomiky [Sustainable economic development]. no. 1, pp. 200–206.

20. Prysiazhniuk, O.I., Karazhbei, H.M., Leshchuk, N.V., Tsyba, S.V., Mazhuha, K.M., Brovkin, V.V., Symonenko, V.A., Maslechkin, V.V. (2016). Statystychnyi analiz ahronomichnykh doslidnykh danykh v paketi Statistica 10: metodychni vkazivky [Statistical analysis of agronomic research data in the Statistica 10 package]. Kyiv, Nilan-LTD, 54 p.

### Economic assessment of spelt wheat growing technology

Karpuk L., Zaika N., Titarenko O., Pavlichenko A., Filipova L., Yezerkovska L., Karaulna V., Yezerkovskiy A.

The article presents the research results aimed at the economic evaluation of the technology for growing different varieties of spelt wheat at the experimental site of the Bila Tserkva National Agrarian University

from 2019 to 2022. The research was conducted using generally accepted agronomic methods and computer technologies for processing and summarizing the experimental results. The "Statistica-6" program was used for statistical analysis, which made it possible to obtain accurate data on the costs of growing spelt depending on microfertilizers and plant growth regulators using.

Particular attention is paid to cost calculations for the technology of spelt growing, which, compared to winter wheat, requires less investment, in particular due to the plants resistance to diseases and less intensive use of insecticides and fertilizers. Spelt growing cost was calculated on the basis of technological maps, taking into account the use of seeds, fertilizers, plant protection products, fuel, wages and land rent.

The paper presents the economic efficiency of growing three spelt varieties: «Zorya Ukrainy», «Europa» and «Atterhauer Dinkel». The costs of various technological elements have been studied and it was determined that the largest share of costs fell on mineral fertilizers (32%) and seeds (27%). The seeds cost of different varieties also significantly affected the total cultivation cost. In addition, the effectiveness of foliar fertilization with humates and growth stimulants «Agriflex Amino» was analysed.

The economic assessment showed that the costs for the technology of spelt growing were in the range of 19-24 thousand hryvnias/ha depending on the variety and feeding options. It was established that the most economically profitable was the cultivation of the «Atterhauer Dinkel» variety, where the costs were minimal, and the profitability reached 247 %. However, the highest profitability rates were recorded for the «Europa» variety – 272% with the maximum use of humates and growth stimulants.

The research results confirm the economic feasibility of spelt wheat growing as an alternative crop that requires lower costs of protection products and fertilizers compared to traditional winter wheat.

**Key words:** spelt wheat, variety, main expenses, cost structure, cost price, level of profitability.



Copyright: Карпук Л.М. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

#### ORCID iD:

Карпук Л.М.

Заїка Н.В.

Тітаренко О.С.

Павліченко А.А.

Філіпова Л.М.

Єзерковська Л.В.

Караульна В.М.

<https://orcid.org/0000-0002-2303-7899>

<https://orcid.org/0000-00025294050X>

<https://orcid.org/0000-0002-0631-3353>

<https://orcid.org/0000-0001-5576-9931>

<https://orcid.org/0000-0002-7447-5418>


<https://orcid.org/0000-0002-6644-120X>

<https://orcid.org/0000-0002-9141-9880>



## АГРОНОМІЯ

УДК 632: 633.16: 581.5

**Вплив допоміжних продуктів в органічному виробництві на посівні якості та врожайні властивості насіння проса****Карпук Л.М.** , **Федорченко М.М.***Білоцерківський національний аграрний університет* Федорченко М.М. E-mail: nikolay\_fedorchenko@ukr.net

Карпук Л.М., Федорченко М.М. Вплив допоміжних продуктів в органічному виробництві на посівні якості та врожайні властивості насіння проса. «Агробіологія», 2024. № 2. С. 43–50.

Карпук Л., Федорченко М. The influence of auxiliary products in organic production on sowing qualities and yield properties of millet seeds. «Agrobiology», 2024. no. 2, pp. 43–50.

Рукопис отримано: 16.10.2024 р.

Прийнято: 31.10.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-191-2-43-50

Тривалий час в Україні поширений напрям органічного виробництва, проте останніми роками він набув стрімкого розвитку, навіть за умов війни Україна посідає провідні позиції щодо експорту такої продукції. За впровадження органічного виробництва ряд операторів в Україні стикаються з проблемою забезпечення якісного, органічного посадкового матеріалу, особливо проса. Площі за ведення органічного виробництва в Україні становлять 1 % від загальної площі сільськогосподарських угідь.

Тому метою досліджень було вдосконалення елементів технології вирощування проса, як основи для отримання якісного посадкового матеріалу за органічного виробництва.

Дослідження проводили впродовж 2022–2024 рр. на базі ПСП ім. Т.Г. Шевченка с. Тростинка, Васильківського району Київської області. Вивчали сорти проса Омріяне і Біла Альтанка та дозволені в органічному виробництві допоміжні продукти й умови їх внесення.

Дозволені допоміжні продукти в органічному виробництві позитивно впливали на покращення енергії проростання, зокрема за застосування Біокомплексу-БТУ отримали 93,0 % у сорту Омріяне та 92,0 % – у сорту Біла Альтанка. Польова схожість досліджуваних сортів становила в межах 76,3–76,6 %. Кількість рослин проса у сорту Омріяне у фазу повних сходів була на рівні 243,0–245,8 шт./м<sup>2</sup>, підвищення цього показника обумовлено застосуванням біопрепаратів.

У разі застосування таких препаратів як Біокомплекс-БТУ та Органік-Баланс отримали врожайність проса на рівні 3,74–3,90 т/га порівняно з контрольними ділянками 2,49–2,73 т/га.

**Ключові слова:** органічне виробництво, врожайність проса, посівні якості.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Особливо актуальним питанням щодо сталого сільського господарства є альтернативні методи господарювання, оскільки навантаження на агроєкосистему з початком «зеленої революції» за широкого застосування добрив, пестицидів, є досить вагомим та в деяких випадках необґрунтованим [1–4].

Ряд дослідників відмічають, що в умовах змін клімату, негативних змін економічної складової України та погіршення родючості

грунту внаслідок збройної агресії російської федерації, дедалі більшої актуальності набувають дослідження з питань розвитку органічного землеробства [5].

Із набуттям чинності Закону України «Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції» в нашій державі з'явився ряд продуктів, які дають змогу регулювати та оцінювати безпосередньо діяльність в напрямку органічного виробництва.

Водночас для операторів органічного виробництва постає ряд викликів щодо умов реалізації такої продукції, інколи критичним етапом може бути оцінка ризиків діяльності оператора. Адже забруднення органічної продукції може супроводжуватися низкою неконтрольованих чинників, таких як забруднення продукції залишками пестицидів, що містяться у підґрунтових водах, дріфт, історичні чинники. Одним з актуальних питань на сьогодні є застосування допоміжних продуктів для ведення органічного виробництва. Саме інсектициди, засоби із фунгіцидною дією, а також добрива мають відповідати вимогам щодо ведення органічного виробництва, а їх вхідні компоненти мають бути вивчені та обґрунтовані. Відповідно в Україні є низка таких продуктів, які внесені до Переліку допоміжних продуктів та методів дозволених для використання в органічному виробництві з врахуванням вимог органічних стандартів Європейського Союзу [6, 7]. Відповідно до Закону України, що регулює виробництво органічної продукції, буде створено Додаток, який міститиме перелік допоміжних продуктів.

Станом на кінець 2024 року в Україні налічують близько 49 операторів, які займаються вирощуванням проса за органічного виробництва, найбільші з них: ПП «ГАЛЕКС-АГРО», ТОВ «Кварк», ПрАТ «Етнопродукт», ТОВ «Жива земля Потутори», ПСП ім. Т.Г. Шевченка, ТОВ «Арніка Органік» [8].

За впровадження органічного виробництва ряд операторів в Україні стикаються з проблемою забезпечення якісного, органічного посадкового матеріалу, особливо проса.

Органічне виробництво висуває жорсткі вимоги до якості насіння: воно має бути не лише високопродуктивним, а також вільним від ГМО, пестицидів та інших шкідливих речовин. Дефіцит органічного насіння на ринку зумовлений недостатньою кількістю сертифікованих виробників органічного насіння проса в Україні, також таке насіння часто дорожче за традиційне, що може бути перешкодою для багатьох операторів [18–20].

Щодо поживного режиму ґрунтів за ведення органічного виробництва багато операторів приймають рішення збагачувати ґрунти органічною речовиною за допомогою місцевих добрив, зокрема це поживні рештки, органічні добрива, компости. Проте за застосування органічних добрив має бути дотримано умови замкнутого циклу. Також ряд операторів і науковців та органи сертифікації продукції наголошують, що за ведення органічного виробництва можна застосовувати гній лише

з підприємств, які займаються органічним виробництвом. Мають бути витримані відповідні вимоги щодо заготівлі такого добрива. Слід зазначити, що ряд допоміжних продуктів, які містять у своїй специфікації вхідні компоненти з гною також проходять всі етапи його підготовки. Наприклад, пташиний послід досить агресивний компонент і не завжди може бути наявний у рецептурних формах з виробництва добрив, також гній свиней, яких утримують, не може бути доданий до виробництва органічних добрив [12–14].

Останнім часом оператори органічного виробництва як добрива застосовують біопрепарати на основі сапропелю, леонардиту, торфу, збагачених мікроелементами [15].

Тому **метою досліджень** було вдосконалення елементів технології вирощування проса, як основи для отримання якісного посадкового матеріалу за органічного виробництва.

**Матеріал і методи дослідження.** У процесі виконання роботи застосовували загальнонаукові й спеціальні методи досліджень. Дослідження проводили впродовж 2022–2024 рр. на базі ПСП ім. Т.Г. Шевченка с. Тростинка, Васильківського району Київської області. Схема досліду передбачає дослідження таких факторів: Фактор А. Сорти: Біла Альтанка, Омріяне. Фактор В. Біопрепарати: Біокомплекс-БТУ, Органік-Баланс, та умови їх застосування (обробка насіння; обприскування рослин на II, III, VIII et. o.; комплекс (обробка насіння+обприскування рослин на II, III, VIII et. o.)). Площа облікової ділянки становила 36 м<sup>2</sup>. Повторність – триразова.

Усі види мікродобрив занесено до Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених для використання в Україні, а також до Переліку допоміжних продуктів та методів дозволених для використання в органічному виробництві з врахуванням вимог органічних стандартів Європейського Союзу [7].

**Результати дослідження та обговорення.** Погодні умови в період проведення досліджень (2022–2024 рр.) характеризувалися дещо підвищеними температурними показниками та нерівномірною кількістю опадів, як за місяцями так і за роками.

У результаті проведених досліджень (2022–2024 рр.) щодо посівних якостей насіння проса слід зазначити, що енергія проростання була на рівні 91,0–93,0 %, застосування дозволених допоміжних продуктів в органічному виробництві позитивно впливало на покращення цього показника, за застосування Біокомплексу-БТУ отримали 93,0 % у сорту Омріяне та 92,0 % – у сорту Біла Альтанка (табл. 1).

Таблиця 1 – Посівні якості насіння проса залежно від сорту та біопрепаратів, (середнє за 2022–2024 рр.)

Варіант обробки	Енергія проростання, %	Лабораторна схожість, %
Омріяне		
Контроль (без обробки ДП)	91,2	92,3
Біокомплекс - БТУ	93,0	96,7
Органік-Баланс	92,0	95,3
Біла Альтанка		
Контроль (без обробки ДП)	91,0	91,6
Біокомплекс - БТУ	92,0	95,8
Органік-Баланс	92,0	94,1
<i>НІР<sub>05</sub></i>	0,6	2,1

Лабораторна схожість досліджуваних сортів проса становила 91,6–96,7 %. Деяко більші показники отримали у сорту Омріяне на рівні 92,3–96,7 %, у сорту Біла Альтанка – 91,6–95,8 %. Застосування біопрепаратів сприяло підвищенню лабораторної схожості досліджуваних сортів до 94,1–96,7 %, порівняно з контрольними варіантами 91,6–92,3 %.

За даними С.П. Полторецького, найбільш якісне насіння культури проса з високими показниками та життєздатності можна отримати після удобреного гороху та пшениці озимої, після яких просо висівають на удобреному фоні [11]. Тобто поживний режим має важливе значення у процесі росту і розвитку культури проса.

Польова схожість досліджуваних сортів становила в межах 76,3–76,6 %. Застосування біопрепаратів, а саме обробка насіння Біокомплексом-БТУ та Органік-Баланс, сприяло покращенню цього показника, зокрема у сорту Омріяне він становив 79,2–80,4 %, у сорту Біла Альтанка – 78,9–79,3 %, що на 3–4 % більше порівняно з контрольними варіантами (табл. 2).

Виживання рослин було на високому рівні у досліджуваних сортів – 85,2–91,0 %, що обумовлено застосуванням допоміжних продуктів в органічному виробництві, які забезпечили оптимальні умови для росту і розвитку культури. Саме ці препарати сприяли стійкості рослин до хвороб, несприятливих чинників навколишнього середовища.

Кількість рослин проса у сорту Омріяне в роки проведення досліджень у фазу повних сходів становила 243,0–245,8 шт./м<sup>2</sup>, підвищення цього показника було обумовлено застосуванням біопрепаратів (рис. 1). На період збирання проса кількість рослин була на рівні 209,1–223,2 шт./м<sup>2</sup>, найнижчі показники отримали на контрольних ділянках та на ділянках без обробки насіння біопрепаратами.

Найвищі показники фіксували за обробки насіння Біокомплексом-БТУ (245,8 шт./м<sup>2</sup>) та Органік-Баланс (244,2 шт./м<sup>2</sup>) (рис. 1).

Перед збиранням культури у сорту Омріяне фіксували 209,1 шт./м<sup>2</sup>, на контрольних ділянках. За використання продукту Біокомплекс-БТУ на II, III, VIII ет. о., отримали підвищення цього показника до 214,3 шт./м<sup>2</sup>, саме застосування такого технологічного прийому також позитивно впливало на кількість рослин і за застосування Органік-Баланс на II, III, VIII ет. о. – до 213,3 шт./м<sup>2</sup>.

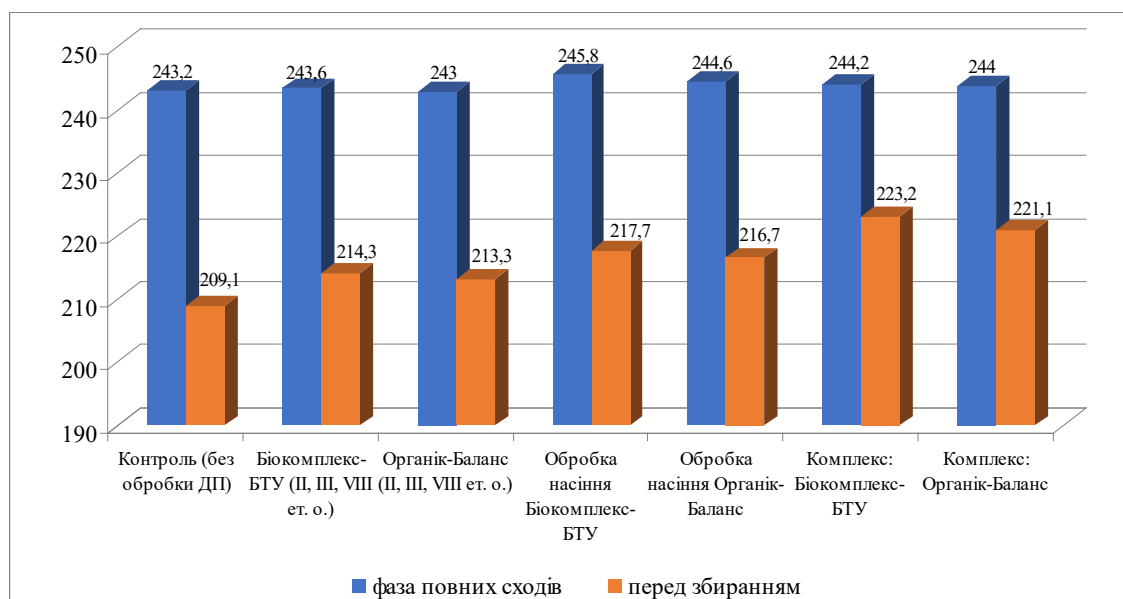
Варіант досліду з обробкою лише насіння також позитивно впливав на зміну показника кількості рослин перед скошуванням, що становило 216,7–217,7 шт./м<sup>2</sup>. За вивчення технології, що передбачала комплексне застосування біологічних препаратів отримали максимальні показники, зокрема у разі застосування Біокомплексу-БТУ показник сягав 223,2 шт./м<sup>2</sup>, Органік-Баланс – 221,1 шт./м<sup>2</sup>.

У роки проведення досліджень показники кількості рослин у фазу сходів у сорту Біла Альтанка були на рівні 241,2–243,7 шт./м<sup>2</sup>. Найнижчі показники спостерігали на контрольних варіантах без застосування допоміжних продуктів, цей показник підвищувався на ділянках з проведенням обробки насіння проса біологічними препаратами до 242,9–243,6 шт./м<sup>2</sup>, та за комплексного варіанта – до 243,6–243,7 шт./м<sup>2</sup> (рис. 2).

Невисокі показники кількості рослин отримали у фазу сходів на ділянках, де планували застосовувати біологічні препарати на II, III, VIII ет. о. (241,4–241,6 шт./м<sup>2</sup>). Проте технологічний захід із застосуванням допоміжних продуктів Біокомплексу-БТУ та Органік-Баланс сприяв покращенню цього показника і на період збирання фіксували 210,9 та 211,4 шт./м<sup>2</sup>, порівняно з контрольними варіантами, що становив лише 205,5 шт./м<sup>2</sup>.

Таблиця 2 – Схожість, густина та виживання проса, середнє за 2022–2024 рр.

Варіант обробки	Польова схожість, %	Кількість рослин, шт./м <sup>2</sup>		Вживання рослин, %
		фаза повних сходів	перед скошуванням	
<b>Омріяне</b>				
Контроль (без обробки ДП)	76,3	243,2	209,1	86,0
Біокомплекс-БТУ (II, III, VIII ст. о.)	77,1	243,6	214,3	88,0
Органік-Баланс (II, III, VIII ст. о.)	76,4	243,0	213,3	87,8
Обробка насіння Біокомплекс-БТУ	80,4	245,8	217,7	88,6
Обробка насіння Органік-Баланс	79,2	244,6	216,7	88,6
Комплекс: Біокомплекс-БТУ	79,2	244,2	223,2	91,8
Комплекс: Органік-Баланс	79,3	244,0	221,1	91,0
<b>Біла Альтанка</b>				
Контроль (без обробки ДП)	76,6	241,2	205,5	85,2
Біокомплекс-БТУ (II, III, VIII ст. о.)	77,0	241,4	211,4	87,6
Органік-Баланс (II, III, VIII ст. о.)	76,5	241,6	210,9	87,3
Обробка насіння Біокомплекс-БТУ	79,3	243,6	214,3	88,0
Обробка насіння Органік-Баланс	78,9	242,9	214,7	88,4
Комплекс: Біокомплекс-БТУ	79,2	243,7	220,2	91,0
Комплекс: Органік-Баланс	78,9	243,6	219,3	91,0
<i>НІР<sub>05</sub></i>	0,6			

Рис. 1. Кількість рослин проса сорту Омріяне, шт./м<sup>2</sup>, середнє за 2022–2024 рр.

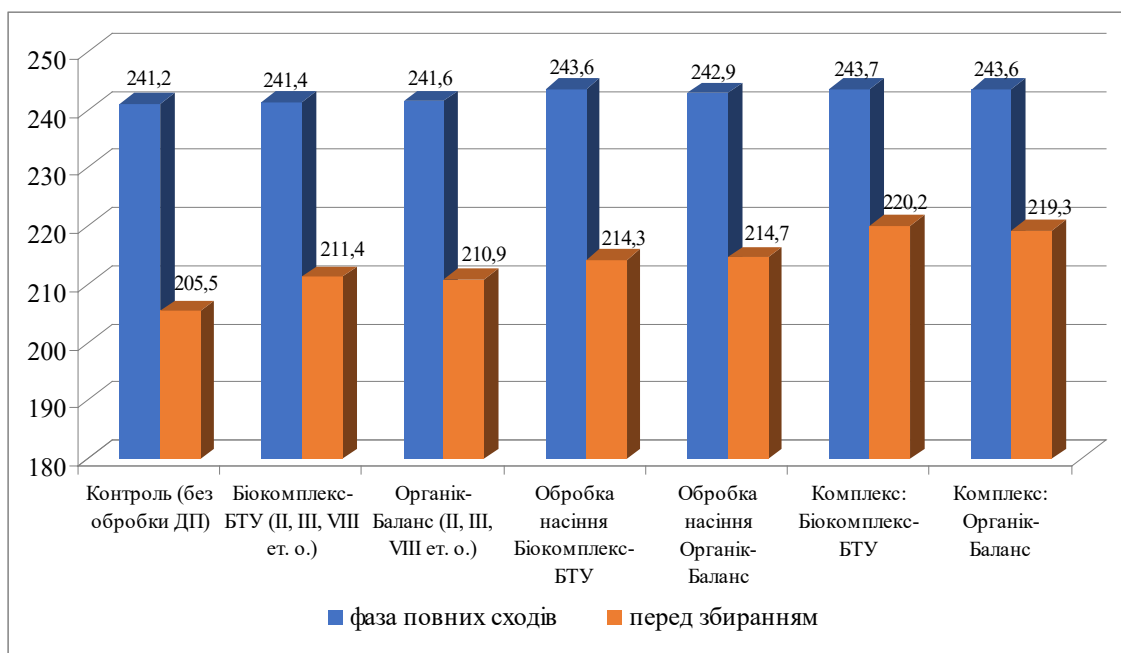


Рис. 2. Кількість рослин проса сорту Біла Альтанка, шт./м<sup>2</sup>, середнє за 2022–2024 рр.

Максимальні показники кількості рослин на період збирання у сорту Біла Альтанка отримали на варіантах з комплексним застосуванням біологічних препаратів (219,3–220,2 шт./м<sup>2</sup>).

Слід зазначити, що за застосування допоміжних продуктів, дозволених в органічному виробництві, що мають у специфікації

азотфіксуючі, фосфор- і каліймобілізуючі ґрунтові бактерії, а також характеризуються фунгіцидними властивостями ефективно сприяють покращенню показників продуктивності сільськогосподарських культур. Максимальні показники врожайності проса отримали за умов комплексного застосування біопрепаратів – 3,74–3,9 т/га.

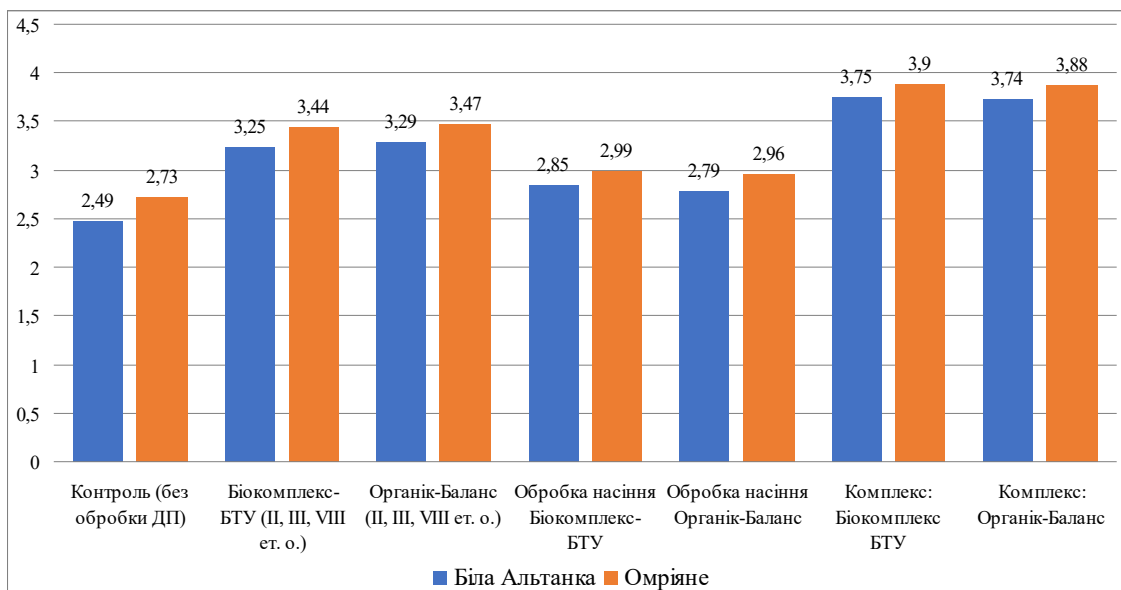


Рис. 3. Урожайність проса, залежно від застосування допоміжних продуктів, т/га, середнє за 2022–2024 рр.

**Висновки.** Першочерговим завданням є забезпечення якісним посадковим матеріалом операторів органічного виробництва. Аналізуючи результати проведених досліджень, варто зазначити, що застосування допоміжних продуктів в органічному виробництві сприяє покращенню показників посівних якостей насіння проса. За застосування таких препаратів як Біокомплекс-БТУ та Органік-Баланс отримали врожайність проса на рівні 3,74–3,90 т/га порівняно з контрольними ділянками 2,49–2,73 т/га.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бегей С.В. Екологічне землеробство: підручник. Львів: ПП «Новий Світ-2000», 2010. 429 с.
2. Берлач Н.А. Адміністративно-правові засади формування органічного напрямку у сільському господарстві України: монографія. Київ: Нова Ідеологія, 2010. 398 с.
3. Вовк В.І. Сертифікація органічного сільського господарства в Україні: сучасний стан, перспективи, стратегія на майбутнє: матеріали Міжнародного семінару «Органічні продукти харчування. Сучасні тенденції виробництва і маркетингу». Львів, 2004. 3 с.
4. Гармашов В.В., Фомічова О.В. До питання органічного сільськогосподарського виробництва в Україні. Вісн. аграр. науки. 2010. № 7. С. 11–16.
5. Кобець М.І. Органічне землеробство в контексті сталого розвитку. Проект «Аграрна політика для людського розвитку». Київ, 2004. 22 с.
6. Cardelli R., Levi-Minzi R., Saviozzi A., Riffaldi R. Organically and Conventionally Managed Soils: Biochemical Characteristics. *J. of Sustainable Agriculture*. 2004. Vol. 25(2). P. 63–74.
7. Перелік допоміжних продуктів та методів дозволених для використання в органічному виробництві з врахуванням вимог органічних стандартів Європейського Союзу / С.О. Галашевський та ін. Київ, 2024. 180 с.
8. Клієнти «ТОВ Органік Стандарт». URL: <https://organicstandard.ua/clients>
9. Andrews D.J., Rajewski J.F., Mason S.C. Grain pearl millet: A new crop being Developed at UNL. *Ext. Visions*. 2013. No 2(1). P. 2–6.
10. Arif M., Ihsanullah S., Khan F., Sarhad J. Response of millet varieties to different planting methods. *Agric*. 2001. No 17. P. 159–163.
11. Полторецький С.П. Порівняльна оцінка впливу комплексної дії попередників і удобрення на посівні якості та врожайні властивості насіння проса. Зб. наук. пр. Уманського НУС. Агрономія. Умань, 2014. Вип. 84. Ч. 1. С. 21–31.
12. Каленська С.М., Черній В.П. Передумови органічного вирощування проса. Органічне виробництво і продовольча безпека: зб. матеріалів IV Міжнар. наук.-практ. конф. Житомир: О.О. Євенок, 2016. С. 286–291.
13. Ezerkovskiy A.V. Efficiency of basic cultivation and fertilization for winter rye organic

growing on peat-gley soils in the Left bank of Forest Steppe. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. 8 (2). P. 128–133.

14. Стан та виробництво органічної продукції в Україні. Вирощування гречки за застосування біопрепаратів / Л.В. Малинка та ін. Агробіологія. 2020. № 2.

15. Добрива в органічному землеробстві: історія, теорія, практика / І.Д. Примак та ін. Вінниця: Твори, 2023. 263 с.

16. Черній В.П. Продуктивність проса за біологізації його вирощування. Екологія і природокористування в системі оптимізації відносин природи і суспільства: тези доповідей III Міжнародної науково-практичної конференції. Тернопіль, 2016. С. 135–137.

17. Примак І.Д., Караульна В.М. Трагування родючості ґрунту в органічному землеробстві у контексті нової біосферичної парадигми природокористування закону ноосфери В.І. Вернадського. Збірник тез II Всеукраїнської науково-практичної конференції «Органічне агровиробництво: Освіта і наука». Київ, 2019. С. 49–53.

18. Караульна В.М., Єзерковська Л.В. Економічна ефективність вирощування гречки за органічного землеробства: матеріали XI Міжнародної науково-практичної молодіжної інтернет-конференції «Актуальні проблеми інноваційного розвитку аграрного сектору економіки». Київ, 2020. С. 60–61.

19. Grabovska T., Lavrov V., Rozputnii O. Effect of organic farming on insect diversity. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. 10 (3). P. 96–101. DOI: 10.15421/2020\_174

20. Примак І.Д., Хахула В.С., Караульна В.М. Вплив органічного добрива Аватар та Аватар захист з фунгіцидними властивостями на посівні якості пшениці озимої. Всеукраїнська науково-практична конференція «Ресурсозберігаючі технології вирощування культурних рослин». Біла Церква, 2021. С. 15–17.

#### REFERENCES

1. Behei, S.V. (2010). *Ekolohichne zemlerobstvo: pidruchnyk [Ecological agriculture]*. Lviv, New World-2000, 429 p.
2. Berlach, N.A. (2010). *Administratyvno-pravovi zasady formuvannya orhanichnoho napriamu u silskomu hospodarstvi Ukrainy: monohrafiya [Administrative and legal principles of the formation of the organic direction in the agriculture of Ukraine]*. Kyiv, New Ideology, 398 p.
3. Vovk, V.I. (2004). *Sertyfikatsiia orhanichnoho silskoho hospodarstva v Ukraini: suchasnyi stan, perspektyvy, stratehiia na maibutnie: materialy Mizhnarodnoho seminaru «Orhanichni produkty kharchuvannya. Suchasni tendentsii vyrobnytstva i marketynhu» [Certification of organic agriculture in Ukraine: current state, prospects, strategy for the future: materials of the International Seminar "Organic food products. Modern trends in production and marketing"]*. Lviv, 3 p.



4. Harmashov, V.V., Fomichova, O.V. (2010). Do pytannia orhanichnoho silskohospodarskoho vyrobnytstva v Ukraini [To the issue of organic agricultural production in Ukraine]. *Visn. ahrar. nauky [Visn. agrar of Sciences]*. no. 7, pp. 11–16.
5. Kobets, M.I. (2004). Orhanichne zemlerobstvo v konteksti staloho rozvytku [Organic farming in the context of sustainable development]. Proekt «Ahrarna polityka dlia liudskoho rozvytku» [Project «Agrarian policy for human development»]. Kyiv, 22 p.
6. Cardelli, R., Levi-Minzi, R., Saviozzi, A., Riffaldi, R. (2004). Organically and Conventionally Managed Soils: Biochemical Characteristics. *J. of Sustainable Agriculture*. Vol. 25(2), pp. 63–74.
7. Halashevskiy, S.O., Havran, I.I., Yezerkovska, L.V. (2024). Perelik dopomizhnykh produktiv ta metodiv dozvolenykh dlia vykorystannia v orhanichnomu vyrobnytstvi z vrakhuvanniam vymoh orhanichnykh standartiv Yevropeiskoho Soiuzu [List of auxiliary products and methods allowed for use in organic production, taking into account the requirements of the organic standards of the European Union]. Kyiv, 180 p.
8. Kliienty «TOV Orhanik Standart» [Clients of Organic Standard LLC]. Available at: <https://organic-standard.ua/clients>
9. Andrews, D.J., Rajewski, J.F., Mason, S.C. (2013). Grain pearl millet: A new crop being Developed at UNL. *Ext. Visions*. no. 2(1), pp. 2–6.
10. Arif, M., Ihsanullah, S., Khan, F., Sarhad, J. (2001). Response of millet varieties to different planting methods. *Agric. no. 17*, pp. 159–163.
11. Poltoretskyi, S.P. (2014). Porivnialna otsinka vplyvu kompleksnoi dii poperednykiv i udobrennia na posivni yakosti ta vrozhaivni vlastyvoli nasinnia prosa. *Ahronomiia [Comparative assessment of the influence of the complex action of precursors and fertilizers on sowing qualities and yield properties of millet seeds. Agronomy]*. Zb. nauk. pr. Umanskoho NUS [Collection of science Ave. of Umansky NUS]. Uman, Issue 84, Part 1, pp. 21–31.
12. Kalenska, S.M., Chernii, V.P. (2016) Peredumovy orhanichnoho vyroshchuvannia prosa [Prerequisites of organic millet cultivation]. *Orhanichne vyrobnytstvo i prodovolcha bezpeka: zb. materialiv IV Mizhnar. nauk.-prakt. konf. [Coll. additional materials participation IV International science and practice conference]*. Zhytomyr, O.O. Yevenok, pp. 286–291.
13. Ezerkovskiy, A.V. (2018). Efficiency of basic cultivation and fertilization for winter rye organic growing on peat-gley soils in the Left bank of Forest Steppe. *Ukrainian Journal of Ecology*. no. 8 (2), pp. 128–133.
14. Malynka, L.V., Shyshkina, K.I., Didur, I.M., Yezerkovska, L.V., Karaulna, V.M., Karpuk, L.M., Pavlichenko, A.A., Kozak, L.A. (2020). Stan ta vyrobnytstvo orhanichnoi produktsii v Ukraini. *Vyroshchuvannia hrechky za zastosuvannia biopreparativ [Buckwheat cultivation with the use of biological preparations]*. *Ahrobiolohiia [Agrobiology]*. no. 2.
15. Prymak, I.D., Khakhula, V.S., Filipova, L.M., Obrazhii, S.V., Marchuk, I.U., Martyniuk, I.V., Panchenko, O.B., Yezerkovska, L.V., Karaulna, V.M., Karpuk, L.M., Pavlichenko, A.A., Titarenko, O.S., Voitovyk, M.V., Kulyk, R.M. (2023). Dobryva v orhanichnomu zemlerobstvi: istoriia, teoriia, praktyka [Fertilizers in organic farming: history, theory, practice]. Vinnytsia, Tvory, 263 p.
16. Chernii, V.P. (2016). Produktivnist prosa za biolohizatsii yoho vyroshchuvannia [Productivity of millet under biologization of its cultivation]. *Ekolohiia i pryrodokorystuvannia v systemi optymizatsii vidnosyn pryrody i suspilstva: III Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia [Ecology and nature management in the system of optimizing relations between nature and society: III International Scientific and Practical Conference]*. Ternopil, pp. 135–137.
17. Prymak, I.D., Karaulna, V.M. (2019). Traktuvannia rodiuchosti irtu v orhanichnomu zemlerobstvi u konteksti novoi biosferichnoi paradyhmy pryrodokorystuvannia zakonu noosfery V.I. Vernadskoho [Interpretation of soil fertility in organic farming in the context of the new biospheric paradigm of nature use of the law of the noosphere by V.I. Vernadsky]. *Zbirnyk tez II Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Orhanichne ahrovyrobnytstvo: Osvita i nauka» [Collection of theses of the 2nd All-Ukrainian Scientific and Practical Conference "Organic Agricultural Production: Education and Science"]*. Kyiv, pp. 49–53.
18. Karaulna, V.M., Yezerkovska, L.V. (2020). Ekonomichna efektyvnist vyroshchuvannia hrechky za orhanichnoho zemlerobstva: materialy XI Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi molodizhnoi internet-konferentsii «Aktualni problemy innovatsiinoho rozvytku ahrarnoho sektoru ekonomiky» [Economic effectiveness of growing buckwheat under organic farming: materials of the XI International Scientific and Practical Youth Internet Conference "Actual Problems of Innovative Development of the Agrarian Sector of the Economy"]]. Kyiv, pp. 60–61.
19. Grabovska, T., Lavrov, V., Rozputnii, O. (2020). Effect of organic farming on insect diversity. *Ukrainian Journal of Ecology*. no. 10 (3), pp. 96–101. DOI: 10.15421/2020\_174
20. Prymak, I.D., Khakhula, V.S., Karaulna, V.M. (2021). Vplyv orhanichnoho dobryva Avatar ta Avatar zakhyst z funhitsydnymi vlastyvostiami na posivni yakosti pshenytsi ozymoi [The effect of organic fertilizer Avatar and Avatar protection with fungicidal properties on the sowing qualities of winter wheat]. *Vseukrainska naukovo-praktychna konferentsiia Resursozberihaiuchi tekhnolohii vyroshchuvannia kulturnykh roslyn [All-Ukrainian scientific and practical conference Resource-saving technologies of cultivation of cultivated plants]*. Bila Tserkva, pp. 15–17.

#### The influence of auxiliary products in organic production on sowing qualities and yield properties of millet seeds

Karpuk L., Fedorchenko M.

Organic production has been widespread in Ukraine for a long time, but in recent years it has developed rapidly, even in war conditions, Ukraine

occupies a leading position in the export of such products. When introducing organic production, a number of operators in Ukraine face the problem of providing high-quality organic planting material, especially millet. The area for organic production in Ukraine is 1% of the total area of farmlands.

Therefore, the aim of the research was to improve the elements of millet cultivation technology as the basis for obtaining high-quality planting material under organic production.

The research was carried out during 2022-2024 on the basis of T.H.Shevchenko private agricultural enterprise, village Trostinka, Vasylkiv district, Kyiv region. The millet varieties («Omriyane» and «Bila Altanka»), the auxiliary products permitted in organic production and the conditions of their application were studied.

Permitted auxiliary products in organic production had a positive effect on the improvement of germination energy, in particular with the use of «Biocomplex BTU» obtained 93,0% in the «Omriyane» variety and 92,0% in the «Bila Altanka» variety. The field germination of the studied varieties was in the range of 76,3-76,6%. The number of millet plants of the «Omriyane» variety in the phase of full emergence was at the level of 243,0-245,8 pl./m<sup>2</sup>, the increase of this indicator was due to the use of biological preparations.

With the use of such preparations as «Biocomplex BTU» and «Organic-Balance», the millet yield was obtained at the level of 3,74-3,90 t/ha compared to the control plots of 2,49-2,73 t/ha.

**Key words:** organic production, millet yield, sowing qualities.



Copyright: Карпук Л.М., Федорченко М.М. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:  
Карпук Л.М.


<https://orcid.org/0000-0002-2303-7899>

## САДОВО-ПАРКОВЕ ГОСПОДАРСТВО

УДК 582.738: 581.412

**Перспективи використання *Cercis canadensis* L.  
у будівництві та оптимізації селітебних зон міського середовища**Колдар Л.А. , Цибровська Н.В. 

Національний дендрологічний парк «Софіївка» НАН України

 Колдар Л.А. E-mail: koldar55@ukr.net

Колдар Л.А., Цибровська Н.В. Перспективи використання *Cercis canadensis* L. у будівництві та оптимізації селітебних зон міського середовища. «Агробіологія», 2024. № 2. С. 51–58.

Koldar L., Tsybrovska N. Prospects for the use of *Cercis canadensis* L. in construction and optimization of farmsteads in the urban environment. «Agrobiologia», 2024. no. 2, pp. 51–58.

Рукопис отримано: 23.07.2024 р.

Прийнято: 07.08.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-191-2-51-58

Представлено інформацію щодо сучасних антропогенних ландшафтів, у яких важливе значення мають селітебні зони, структура яких, особливості функціонування та екологічний стан цілком залежать від особливостей природних умов території та культури і господарської діяльності населення. Найефективнішим засобом поліпшення середовища селітебних зон населених місць є зелені насадження, які здатні мінімізувати несприятливі для людини чинники природного і техногенного походження. Дія цих чинників та ступінь антропогенного впливу, притаманних урбанізованим територіям, постійно призводять до змін ландшафтної структури, ослаблення рослинності, передчасного їх старіння і загибелі насаджень. Виникає необхідність підбору асортименту рослин екологічно стійких до кліматичних умов урбанізованого середовища, збільшення площ зелених насаджень, зокрема розширення породного складу деревних рослин завдяки використанню гарноквітух деревних видів. До таких рослин належить малопоширений, нетрадиційний, високодекоративний вид *Cercis canadensis* L., який набуває все більшої популярності і його використовують для створення рослинних композицій у парках, садах, вуличному озелененні міст України, де він успішно росте створюючи комфортні умови для життя та праці людей. У ландшафтному дизайні міст пластикна екологічна стійкість рослин *C. canadensis* до кліматичних умов урбанізованого середовища та високі декоративні властивості сприяють все ширшому їх використанню в озелененні. Вони придатні для створення деревно-чагарникових композиційних груп з листяними та хвойними рослинами. Шатроподібна форма крони *C. canadensis* придатна для створення моновидових групових насаджень, які стануть зеленими вкрапленнями або осередками у конкретних районах і загалом забезпечать покращення навколишнього середовища для людей, які мешкають в урботехногенному середовищі міста, що є актуальним сьогодні в умовах екологічної кризи і недостатньо використовується в архітектурно-будівельній практиці сучасної України. Тому мета роботи полягала у визначенні перспектив використання *C. canadensis* в оптимізації наявних та за створення нових селітебних зон залежно від їх екологічної пластичності та особливостей росту рослин в умовах урбанізованого середовища.

**Ключові слова:** *Cercis canadensis*, декоративні властивості, екологічна пластичність, урботехногенне середовище, озеленення.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Невід’ємною умовою сталого економічного та соціального розвитку України є здійснення екологічної політики, спрямованої на збереження безпечного для існування живої й неживої природи навколишнього природного середовища, захисту життя і здоров’я населення від негативного впливу, зумовленого забрудненням навколишнього природного середовища, досягнення гармонійної взаємодії суспільства і природи, охорону, раціональне використання і відтворення природних ресурсів [1]. Тому збереження навколишнього середовища та створення сприятливих умов для життя та праці людей є однією з важливих проблем сучасності.

Основною причиною підвищеного забруднення навколишнього природного середовища є ріст промислової інфраструктури, пов’язаної з розбудовою сучасних міст, а відповідно і з транспортним сполученням, що призводить до глобальної урбанізації і потребує постійної оптимізації міського середовища. Особливо це стосується селітебних ландшафтів, які формують каркас антропогенних територій будь-якого регіону і становлять одну з основних частин планувальної структури міста (60–80 % площі території). Для розміщення селітебних територій придатні ділянки з найбільш сприятливими природними й санітарними умовами, за можливості поблизу водойм і зелених масивів. На них заборонено будівництво промислових, транспортних та інших підприємств, що забруднюють довкілля [2–4].

Впродовж ХХ ст. одним із головних результатів урбанізації в Україні був поступовий розвиток наявних міст та створення нових, що протягом століття призвело до збільшення кількості міського населення більш як у десять разів. На сьогодні для країни всі урбанізаційні процеси призвели до негативних наслідків, хоча відбувались вони переважно еволюційно [5, 6]. Відображаючи збільшення міст і підвищення їх значення у житті країни, урбанізаційні процеси створювали проблеми пов’язані з якістю навколишнього середовища. Бувши видатним досягненням людської цивілізації, міста, особливо великі, поступово ставали не лише незручними, але й значною мірою небезпечними для життя. Все це призводило до поступового розриву зв’язків між людиною і середовищем – як природним, так і штучно створеним [7].

Високий ступінь антропогенного впливу та дії техногенних чинників, притаманний урбанізованим територіям, закономірно при-

зводять до ослаблення рослинності, передчасного старіння, зниження продуктивності, ураження хворобами, шкідниками і загибелі насаджень. Відповідно, виникла необхідність збільшення площ зелених насаджень, як в середині міста так і за його межами, і найефективнішим засобом поліпшення середовища міст слугують зелені насадження, здатні мінімізувати несприятливі для людини чинники природного і техногенного походження, а головним компонентом екологічної рівноваги в урбанізованому середовищі є деревна рослинність [8–10].

Тому характеристика й оцінка змін ландшафтно-ї структури сприяли оптимізації природокористування, назрілою можливістю її раціонального використання та охорони, що є одним із пріоритетних напрямів дослідження для забезпечення стійкого розвитку регіону. Сучасний науково-технічний розвиток відкриває широкі можливості ефективного використання природних ресурсів для потреб розвитку господарства, населених пунктів, інфраструктури [3, 11].

У сучасному зеленому будівництві використовують переважно деревні та чагарникові рослини, які утворюють складну систему, оскільки виконують низку екологічних функцій: сприяють декоративному оформленню паркових та рекреаційних зон, створюють мікрокліматичні умови конкретної ділянки й очищують повітря від пилу і зайвої загазованості та збагачують мікроклімат киснем і фітонцидами, захищають від холодних вітрів та надмірного висушування або перезволоження тощо. Крім цього, у людини яка перебуває в цих умовах, вони зменшують стрес і створюють комфортне та привабливе середовище її проживання [12].

Одним з елементів благоустрою селітебних зон, за створення сприятливих умов для проживання населення, задоволення його естетичних та санітарних функцій, зниження активного процесу антропогенізації, можна рекомендувати розширення породного складу деревних рослин завдяки використанню гарноквітух деревних видів. Вони відрізняються оригінальною будовою крони, фактурою кори, різною формою листків, красивими та різнобарвними квітками, тривалим і рясним цвітінням – важливими елементами повноцінного сприйняття і емоційних вражень людини та здатністю до виживання в умовах інтенсивного антропогенного навантаження. Рослини не лише виробляють кисень, а також створюють приємну атмосферу у великих просторах, знімаючи стрес і підви-

щуючи лояльність відвідувачів, створюють комфортне і привабливе середовище їх перебування та проживання [13–15].

Впродовж останніх 10–20 років все більшої популярності як в Україні так і світі набувають види роду *Cercis* L., зокрема *Cercis canadensis* (за APG IV родина *Fabaceae* Lindl.), який є найстійкішим до низки екологічних показників серед решти видів цього роду та добре витримує умови міського середовища [16–19]. *C. canadensis* – представник прадавньої флори Землі, ареал поширення його розташований на Північно-Американському континенті – від південного Онтаріо і Нью-Йорка на південь до Флориди та на захід до Айови, Небраски, Техасу і півночі Мексики [17].

Вид належить до групи високодекоративних, проте маловідомих та малопоширених інтродукованих рослин, перспективних для використання у декоративному садівництві, зокрема в створенні та оптимізації селітебних зон міського середовища.

**Мега дослідження** – на основі огляду літературних джерел та за результатами власних досліджень визначити перспективи використання *C. canadensis* у створенні нових та оптимізації наявних селітебних зон залежно від екологічної пластичності та особливостей росту рослин у кліматичних умовах урбанізованого середовища.

**Матеріал і методи дослідження.** На основі огляду, порівняння та узагальнення літературних даних, інтернет-джерел та власних

досліджень з'ясували декоративні властивості рослин *C. canadensis* (форма крони, тривалість декоративної фази, кількість репродуктивних органів та їх розташування в кроні дерева, наявність плодів тощо), екологічну пластичність та особливості їх використання в кліматичних умовах урбанізованого середовища. Визначення залежності росту і розвитку рослин від низки екологічних чинників (морозо-, зимо-, посухостійкість, світлолюбивість) проводили в умовах Національного дендропарку «Софіївка» НАН України. Інвентаризацію рослин, визначення таксаційних показників декоративних властивостей, аналіз їх вікової структури проводили за використання імперичного, експериментально-описового, порівняльного методів, що дало змогу зібрати фактичний матеріал, аналізувати його і з'ясувати особливості росту й розвитку рослин *C. canadensis*.

**Результати дослідження та обговорення.** До виду рослин яким властиві високі декоративні властивості належить *C. canadensis* і найбільш ефектно вони проявляються під час цвітіння (проходження комплексу фізіологічних процесів генеративного розвитку), коли ще до появи листків на дереві з'являється маса квіток: рожевих, лілових, бузкових, фіолетових відтінків, а іноді й чисто білих, зібраних у суцвіття по 10–20 шт., щільно розташованих на гілках старших однорічних пагонів, а гілки й навіть стовбур вкриваються ніжними суцвіттями (явище кауліфлорії) (рис. 1.).

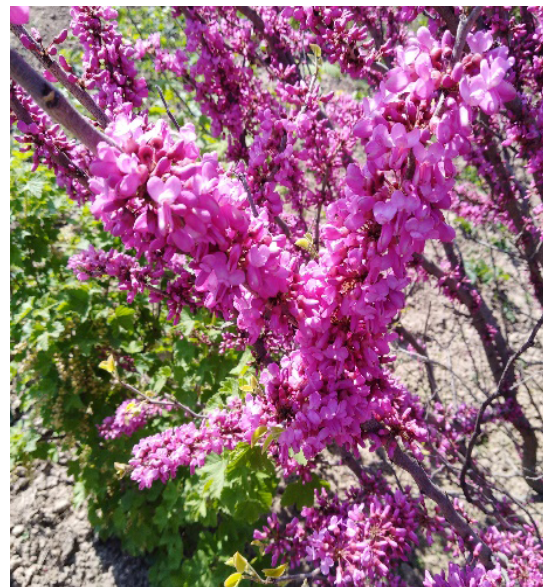


Рис. 1. Явище кауліфлорії у *C. canadensis* (приватний сектор).

Кількість репродуктивних органів є величина нестала і щорічно змінюється. Одним із вагомих чинників появи кількості квіток навесні є сума активних температур на початок періоду диференціації генеративних бруньок, яка є прямо пропорційною кількості квіток [20].

Фаза цвітіння у рослин та її тривалість належить до основних показників декоративності. В умовах НДП «Софіївка» тривалість декоративної фази у *C. canadensis* становила 12–17 діб і залежала як від середньодобових так і від суми активних температур у період цвітіння (табл.).

Крім цього, завдяки густому розташуванню пагонів з великими серцеподібними листками, рослина формує шатроподібну крону. Восени листки набувають жовто-лимонного забарвлення і декоративність рослини зберігається аж до їх опадання. По закінченню цвітіння на деревах формуються численні грона зелених, а під час досягання коричневих бобів, які надають рослині неповторного вигляду в осінньо-зимовий період. Довжина бобів, із 4–7 темно-брунатними насінинами, становить в середньому 7–10 см. У цей період рослина зберігає свою декоративність і має не менш чудовий вигляд ніж навесні [21, 22].

Окремими елементами необхідними для життя рослин є абіотичні екологічні чинники: світло, тепло, температура, вологість повітряного та хімічний склад ґрунтового середовища. Вирощувати рослини цього виду можна не лише в субтропічному чи тропічному кліматі. Вони цілком придатні до росту в більш суворих північних широтах (USDA, зона морозостійкості 6) і витримувати зниження температури до -23–25 °C [23].

За результатами досліджень проведені у дендропарку «Софіївка» НАН України з'ясовано, що висока життєздатність *C. canadensis* за різних умов вирощування у Правобережному Лісостепу України свідчить про його високу екологічну пластич-

ність [24]. Хоча рослина не надто вибаглива до умов вирощування, проте вона належить до геліофітів і як у групових так і солітерних насадженнях потребує росту на добре освітлених ділянках, захищених від холодних вітрів.

За використання у зеленому будівництві гарноквітучих деревних рослин, зокрема у структурі зелених насаджень селітебних зон, надзвичайно важливе значення має видове та формове різноманіття. *C. canadensis* – поліморфний вид, який має багато декоративних форм, що відрізняються від основного виду формою крони, розташуванням пагонів, забарвленням листків, квіток тощо.

Не менш важливим показником є стійкість таких рослин до чинників техногенного походження та росту в умовах урбанізованого середовища. За даними ряду авторів, зелене будівництво, зокрема створення селітебних зон потребує залучення у зелену архітектуру цінних декоративних рослин [25, 15, 19, 26, 29]. Варто зазначити, що за впровадження гарноквітучих деревних видів рослин, які проявили себе в урботехногенному середовищі як стійкі, з високим рівнем життєвості та для суттєвого збільшення площ озеленення міста необхідне отримання масового садивного матеріалу, що потребує створення розсадників з вирощування цих рослин [31].

У зеленому будівництві та ландшафтному дизайні *C. canadensis* досить популярний в країнах Європи, Азії та Північної Америки і в озелененні використовують вже більше трьох сторіч, а як культура в Європі відомий з 1813 року.

В Україні рослини цього виду належать до малопоширених, проте останніми роками вони стають більш популярними і їх все частіше використовують для створення рослинних композицій у парках, садах, вуличному озелененні міст України, зокрема в урбанізованих територіях міст Києва, Львова, Ужгорода, Полтави, Дніпра, Кривого Рогу та інших, де вони успішно ростуть і плодоносять.

Таблиця – Початок та тривалість фази цвітіння *C. canadensis* залежно від суми активних температур

Роки спостережень	На початок цвітіння, °C		Період цвітіння		Тривалість декоративної фази, діб
	середньодобова температура повітря	сума активних температур	початок	закінчення	
2020	16,7	390,7	1.05	14.05	14
2021	17,4	461,2	28.04	12.05	17
2022	16,8	441,9	29.04	13.05	17
2023	17,7	480,4	27.04	16.05	12

*C. canadensis* належить до видів, які інколи трапляються в парках і скверах міста, проте становлять значний інтерес для широкого використання в озелененні. У Кривому Розі, як великому промисловому місті степової зони, *C. canadensis* висаджений в кількох парках, скверах, вулицях, у Криворізькому Ботанічному саду НАН України. За хронологією використання деревних рослин в озелененні міста Кривий Ріг рослини роду *Cercis* з'явилися у період 1971–1980 років. Проте й донині його використовують у різних композиційних та вуличних насадженнях, що підтверджує його стійкість до техногенного навантаження регіону та в майбутньому дає змогу широко використовувати *C. canadensis* в озелененні різних за призначенням територій [29–31].

Дерево майже не має обмежень у використанні за озеленення. У садово-парковій архітектурі та ландшафтному дизайні міст, під час розбудови селітебних зон, рослини цього виду використовують як рослинний матеріал для створення деревно-чагарникових композиційних груп з листяними та хвойними рослинами [31]. Завдяки шатроподібній формі крони *C. canadensis* придатний для створення моновидових групових насаджень, які стануть зеленими осередками для забезпечення сприятливих мікрокліматичних умов у конкретних районах і загалом приведуть до покращення навколишнього середовища для людей, які мешкають в урботехногенному середовищі міста.

Варто вказати, що в колекціях ботанічних садів та дендропарків України *C. canadensis* представлений лише поодинокими екземплярами. Найбільша колекція видів роду *Cercis* в Україні зібрана в Національному дендропарку «Софіївка» НАН України. Більша частина колекції (54 %) представлена особинами *C. canadensis*, оскільки рослини цього виду найбільш стійкі до погодно-кліматичних умов Правобережного Лісостепу України. Вони належать до геліофітів невибагливих до родючості та вологості ґрунтів, які ростуть у кварталах парку з різними екологічними умовами (вологість та родючість ґрунтів, вологість повітря, інтенсивність освітлення, умови перезимівлі, напрямки вітрів тощо). В умовах значного антропогенного навантаження вони добре ростуть, цвітуть, плодоносять. Поєднання декоративних властивостей рослин *C. canadensis* і пластичної стійкості до кліматичних умов урбанізованого середовища обумовлює широке використання цих рослин в озелененні.

**Висновки.** Створення нових селітебних зон та оптимізація наявних потребує використання оригінальних декоративних рослин, які можуть бути основою багатьох рослинних композицій.

*C. canadensis* об'єднує рослини, декоративність яких найбільш ефектно проявляється як під час цвітіння так і впродовж всього року. Висока життєздатність цих рослин, за умов вирощування в різних ґрунтово-кліматичних умовах, свідчить про його екологічну пластичність, а використання у різних композиційних та вуличних насадженнях в умовах урбанізованого середовища підтверджує його стійкість до техногенного навантаження регіону. Ці інтродуценти мають значну перспективу в озелененні, що дає змогу широкого їх використання у створенні та оптимізації наявних селітебних зон.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 26.06.91. № 1268-ХІІ. Відомості Верховної Ради України. 1991. № 41. 546 с.
2. Безлатня Л. Селітебні ландшафти міжзонального геоекотону «Лісостеп–Степ» Правобережної України та можливі шляхи їхньої реконструкції. Вісник Львівського університету. Серія географічна. 2014. Вип. 48. С. 209–214.
3. Ничая О.О., Тарасюк Н.А. Селітебні ландшафти в структурі угідь височинної області Волині. Вісник Дніпропетровського університету. Геологія, географія. 2016. 24 (1). С. 112–119. DOI: 10.15421/111617
4. Аблєєва І.Ю. Екологія міських систем. Суми: Сумський державний університет, 2020. 178 с.
5. Котенок Д.М. Економічна оцінка урбанізаційних процесів в Україні та формування економічного потенціалу міста. Інвестиції: практика та досвід. 2013. № 7. С. 40–45.
6. Бакуліна Г.Ю. Урбанізація як тенденція розвитку суспільства: міжнародний аспект. Економіка і суспільство. 2018. Вип. 18. С. 22–27. DOI: 10.32782/2524-0072/2018-18-4
7. Вольнова Л.М. Девіантність у великому місті: міждисциплінарні дослідження. Междисциплинарные исследования в науке и образовании. Электронный научный журнал. 2013. № 2. URL: <https://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/9461/Volnova.deviantnist%20u%20misty.PDF?sequence=1>
8. Колдар Л.А. Сучасний стан насаджень представників роду *Cercis* L. у НДП «Софіївка» НАН України. Ландшафтна архітектура в ботанічних садах і дендропарках: матеріали X Міжнародної наукової конференції. Київ–Камянець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2018. С. 290–293.
9. Єлісеєва Л.В. Сучасні урбанізаційні процеси: основні тенденції та виклики. Вісник со-

ціально-економічних досліджень. 2015. 3(58). С. 11–17. DOI: 10.33987/vsed.3(58).2015.11-17

10. Іщук Л.П. Таксономічний склад і вікова структура хвойних насаджень міста Біла Церква. *Journal of Native and Alien Plant Studies*. 2020. 16. С. 58–73. DOI: 10.37555/2707-3114.16.2020.219815

11. Care of Ornamental Plants in the Landscape: monograph. University of Georgia. 2022. P. 1–15.

12. Колдар Л.А. Інтродукція видів роду *Cercis* L. у Правобережному Лісостепу України та перспективи використання їх у зеленому будівництві: монографія. Умань: VPP, 2006. 158 р.

13. Бреус Н.Ю. Роль гарноквітучих кущів у колориті ландшафтів м. Києва. Лісове і садово-паркове господарство. НУБіП. 2014. № 5. С. 1–16.

14. Декоративна дендрологія: навчально-методичний посіб. Вінниця: ВНАУ, 2015. 140 с.

15. Марно-Куца О.Ю. Зелені насадження населених місць Черкащини: сучасний стан та перспективи розвитку: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.03.01. Львів, 2016. 20 с.

16. APG IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: The Angiosperm Phylogeny Group. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 2016. Vol. 181. No 1. P. 1–20. DOI: 10.1111/boj.12385

17. Habitat fragmentation influences genetic diversity and differentiation: Fine-scale population structure of *Cercis canadensis* (eastern redbud) / A. Meher Ony et al. *Ecology and Evolution*. 2020. P. 3655–3670. DOI: 10.1002/ece3.6141

18. Кривомаз Т.І., Тищенко О.В., Сулейманов І.Е. Рослини для біофільного дизайну в зеленому будівництві. *Theory and practice of design. Landscaping*. 2022. 25. С. 236–248. DOI: 10.18372/2415-8151.25.16801

19. Alimov Fazliddin. Kanada arg'uvoni (*Cercis canadensis*) ko'chatlarini yetishtirish texnologiyasi jodkor o'qituvchi jurnali. 2023. P. 291–293.

20. Колдар Л.А., Оксантик В.М. *Cercis canadensis* L. в оптимізації садово-паркових ландшафтів Правобережного Лісостепу України: матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції (у рамках VII наукового форуму «Науковий тиждень у Крутах – 2022»): Основні, малопоширені і нетрадиційні види рослин – від вивчення до освоєння (сільськогосподарські і біологічні науки). Крути: Друкарня ФОП Гуляєва В.М., 2022. Т. 1. С. 92–98.

21. Шлапак В.П., Колдар Л.А. Біоекологічні особливості видів роду *Cercis* L. інтродукованих у Правобережному Лісостепу України. *Науковий вісник НЛТУУ*. Львів: НЛТУУ, 2006. Вип. 16.2. С. 19–24.

22. Колдар Л.А. Інтродукція видів роду *Cercis* L. в Национальном дендропарке «Софиевка» НАН Украины и перспективы их использования. *Zeszyty Naukowe Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej im. Witelona w Legnicy. Legnica*, 2020. 35(20). P. 65–74.

23. Климатическая зона USDA. Plant Hardiness Zone Map. 2023.

24. Korshikov I.I., Petrushkevych Y.M., Shkuta S.I. Spontaneous forest communities of introduced species in Kryvyi Rih area. *Issues of steppe forestry and forest reclamation of soils*. 2020. Vol. 49. P. 3–16. DOI: 10.15421/442001

25. Домшина К.М., Щербак С.М. Біоекологічні та декоративні особливості видів роду *Cercis* L. в умовах Криворіжжя. *Екологічний вісник Криворіжжя*. Кривий Ріг: КП ДВНЗ «КНУ», 2015. Вип. 1. С. 47–49.

26. Василенко І.А., Півоваров О.А., Трус І.М., Іванченко А.В. *Урбоекологія*. Дніпро: Акцент ПП, 2017. 309 с.

27. Гой Б.В., Котола Х.О. Розвиток поняття «зеленої архітектури» в сучасному проектуванні та будівництві. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. Архітектура. 2015. № 816. С. 99–108.

28. Видовий склад та життєвий стан деревно-чагарникової рослинності парків та скверів м. Кривий Ріг / В.Д. Федоровський та ін. *Інтродукція рослин*. 2013. № 3. С. 73–79.

29. Міндер В.В., Сидоренко І.О. Деревні рослини у формуванні обрису ландшафту ландшафтного парку по вул. Соломянській у м. Києві. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2020. 68(88). С. 108–114. DOI: 10.31548/dopovidi.2020.06.024

30. Коршиков І.І. Хронологія використання деревних рослин в озелененні Криворіжжя. *Journal of Native and Alien Plant Studies*. 2021. № 17. С. 101–111. DOI: 10.37555/2707-3114.17.2021.248343

## REFERENCES

1. Pro okhoronu navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha: Zakon Ukrainy vid 26.06.91. № 1268-XII [On the protection of the environment: Law of Ukraine of 26.06.91]. *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy* [Information of the Verkhovna Rada of Ukraine]. 1991, no. 41, 546 p.

2. Bezlatnia, L. (2014). Selitebni landshafty mizhazonalnoho heoekotonu "Lisostep-Step" Pravoberezhnoi Ukrainy ta mozhyvi shliakhy yikhnoi rekonstruktsii [Settlement landscapes of the interzonal geoeotone "Forested Steppe-Steppe" of right-bank Ukraine and possible ways of their reconstruction]. *Visnyk Lvivskoho universytetu. Seriya heohrafichna* [Bulletin of Lviv University. The geographical series]. Issue 48, pp. 209–214. DOI: 10.1002/ece3.6141

3. Nychaia, O.O., Tarasiuk, N.A. (2016). Selitebni landshafty v strukturі uhid vysochynnoi oblasti Volyni [The inhabited landscapes in the land structure of Volyn region upland area]. *Visnyk Dnipropetrovskoho universytetu. Heolohiia, heohrafiia* [Dnipropetrovsk University Bulletin. Geology, geography]. no. 24 (1), pp. 112–119. DOI: 10.15421/111617

4. Ablicieva, I.Yu. (2020). *Ekolohiia miskykh system* [Ecology of urban systems]. Sumy, Sumy State University, 178 p.

5. Kotenok, D.M. (2013). *Ekonomichna otsinka urbanizatsiinykh protsesiv v Ukraini ta formuvannia ekonomichnoho potentsialu mista* [Economic evaluation of urbanization processes in Ukraine and the



- formation of economic potential city]. Investytsii: praktyka ta dosvid [Investments: practice and experience]. no. 7, pp. 40–45.
6. Bakulina, H.Yu. (2018). Urbanizatsiia yak tendentsiia rozvytku suspilstva: mizhnarodnyi aspekt [Urbanization as a tendency of development of society: international aspect]. *Ekonomika i suspilstvo* [Economy and society]. Issue 18, pp. 22–27. DOI: 10.32782/2524-0072/2018-18-4-4
7. Volnova, L.M. (2013). Deviantnist u velykomu misti: mizhdystsyplinarni doslidzhennia. [Deviant influence in the city: interscientific researches]. *Mezhdystsyplinarnye yssledovanyia v nauke y obrazovanyi. Jelektronnyi nauchnyi zhurnal* [Means-minements increase in supply and education. Electronic scientific journal]. no. 2. URL: <https://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/9461/Volnova.deviantnist%20u%20misty.PDF?sequence=1>
8. Koldar, L.A. (2018). Suchasnyi stan nasadzhen predstavnykiv rodu *Cercis* L. u NDP «Sofiyivka» NAN Ukrainy [Current state of plantations of representatives of the genus *Cercis* L. in the NDP "Sofiyivka" of NAS of Ukraine]. *Landshaftna arkhitektura v botanichnykh sadakh i dendroparkakh: materialy X Mizhnarodnoi naukovoï konferentsii [Landscape Architecture in Botanical Gardens and Dendroparks: materials of the X International Scientific Conference]*. Kyiv–Kamianets-Podilskyi, FOP Sysyn O.V., pp. 290–293.
9. Yeliseieva, L.V. (2015). Suchasni urbanizatsiini protsesy: osnovni tendentsii ta vyklyky [Modern processes of urbanisation: the main trends and challenges]. *Visnyk sotsialno-ekonomichnykh doslidzhen* [Socio-economic research bulletin]. no. 3 (58), pp. 11–17. DOI: 10.33987/vsed.3(58).2015.11-17
10. Ishchuk, L.P. (2020). Taksonomichnyi sklad i vikova struktura khvoinykh nasadzhen mista Bila Tserkva [Taxonomic composition and age structure of coniferous plantations in Bila Tserkva]. *Journal of Native and Alien Plant Studies*. no. 16, pp. 58–73. DOI: 10.37555/2707-3114.16.2020.219815
11. Care of Ornamental Plants in the Landscape: monograph. University of Georgia. 2022, pp. 1–15.
12. Koldar, L.A. (2006). Introduktsiia vydiv rodu *Cercis* L. u Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy ta perspektyvy vykorystannia yikh u zelenomu budivnytstvi: monohrafiia [Introduction of species of the genus *Cercis* L. in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine and the prospects of their use in green construction]. Uman, VPP, 158 p.
13. Breus, N.Yu. (2014). Rol harnokvituchykh kushchiv u koloryti landshaftiv m. Kyieva. [The role of garnage bushes in the color of the landscapes of Kyiv]. *Lisove i sadovo-parkove hospodarstvo* [Forest and landscaping]. NUBiP, no. 5, pp. 1–16.
14. Dekoratyvna dendrolohiia: navchalno-metodychnyi posibnyk [Dendrology]. Vinnitsa, VNAU, 2015, 140 p.
15. Marno-Kutsa, O.Yu. (2016). Zeleni nasadzhenia naselenykh mist Cherkashchyny: suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku: avtoref. dys.kand. s.-h. nauk: 06.03.01 [Green areas of settlements Cherkassy region: current state and development prospects: abstract of the dissertation of the candidate of agricultural sciences: 03.06.01]. Lviv, 20 p.
16. APG IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: The Angiosperm Phylogeny Group. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 2016, Vol. 181, no. 1, pp. 1–20. DOI: 10.1111/boj.12385
17. Meher, A. Ony, Marcin, Nowicki, Sarah, L. Boggess, William, E. Klingeman, John, M. Zobel, Robert, N. Trigiano, Denita, Hadziabdic (2020). Habitat fragmentation influences genetic diversity and differentiation: Fine-scale population structure of *Cercis canadensis* (eastern redbud). *Ecology and Evolution*. pp. 3655–3670. DOI: 10.1002/ece3.6141
18. Kryvomaz, T.I., Tyshchenko, O.V., Suleimanov, I.E. (2022). Roslyny dla biofilnoho dyzainu v zelenomu budivnytstvi [Plants for biophilic design in green building]. *Theory and practice of design. Landsaping [Theory and Practice of Design. Land-saping]*. no. 25, pp. 236–248. DOI: 10.18372/2415-8151.25.16801
19. Alimov Fazliddin. Kanada arg'uvoni (*Cercis canadensis*) ko'chatlarini yetishtirish texnologiyasi jodkor o'qituvchi jurnali. 2023, pp. 291–293.
20. Koldar, L.A., Oksantiuk, V.M. (2022). *Cercis canadensis* L. v optymizatsii sadovo-parkovykh landshaftiv Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy: materialy VI Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (u ramkakh VII naukovoï forumu «Naukovyi tyzhden u Krutakh – 2022»: Osnovni, maloposhiyreni i netradytsiini vydy roslyn – vid vyvchennia do osvoiennia (silskohospodarski i biolohichni nauky) [*Cercis canadensis* L. in optimization of landscapes of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine: materials of the VI International Scientific and Practical Conference (within the framework of the VII Scientific Forum "Scientific Week in Kruty-2022": basic, widespread and unconventional species of plants-from study to development (agricultural and biological sciences)]. Kruty village, FOP Gulyaeva V.M., Vol. 1, pp. 92–98.
21. Shlapak, V.P., Koldar, L.A. (2006). Biokolohichni osoblyvosti vydiv rodu *Cercis* L. introdukovanykh u Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy [Bioecological features of species of the genus *Cercis* L. introduced in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Naukovyi visnyk NLTUU [Scientific Bulletin of NLTUU]*. Lviv, NLTUU, Issue 16.2, pp. 19–24.
22. Koldar, L.A. (2020). Yntroduktsiia vydiv roda *Cercis* L. v Natsyonalnom dendroparke «Sofiyivka» NAN Ukrainy y perspektyvy ykh yspolzovanyia [Introduce of the genus *Cercis* L. in the national dendropark "Sofiyivka" of NAS of Ukraine and the prospects of their use]. *Zeszyty Naukowe Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej im. Witelona w Legnicy. Legnicy. Legncy, NR*, no. 35 (20), pp. 65–74.

23. 2023 USDA Plant Hardiness Zone Map. USDA Plant. Available at: <https://planthardiness.ars.usda.gov/>

24. Korshikov, I.I., Petrushkevych, Y.M., Shkuta, S.I. (2020). Spontaneous forest communities of introduced species in Kryvyi Rih area. Issues of steppe forestry and forest reclamation of soils. Vol. 49, pp. 3–16. DOI: 10.15421/442001

25. Domshyna, K.M., Shcherbak, S.M. (2015). Bioekolohichni ta dekoratyvni osoblyvosti vydivrodu *Cercis* L. v umovakh Kryvorizhzhia [Bioecological and decorative features of species of the genus *Cercis* L. in the conditions of Kryvorizhzhya]. Ekolohichniy visnyk Kryvorizhzhia [Ecological Bulletin of Kryvorizhzhia]. Kryvyi Rih, KPI DVNZ "KNU", Issue. 1, pp. 47–49.

26. Vasylenko, I.A., Pivovarov, O.A., Trus, I.M., Ivanchenko, A.V. (2017). Urboekolohiia [Urboecology]. Dnipro, Aktsent, 309 p.

27. Hoi, B.V., Kotola, Kh.O. (2015). Rozvytok poniattia «zelenoi arkhitektury» v suchasnomu proektuvanni ta budivnytstvi [Development of the notion of “green architecture” in modern design and construction]. Visnyk Natsionalnoho universytetu «Lvivska politekhnika». Architectura [Bulletin of Lviv Polytechnic National University. Architecture]. no. 816, pp. 99–108.

28. Fedorovskiy, V.D., Terlyha, N.S., Yukhymenko, Yu.S., Danylchuk, O.V., Danylchuk, N.M., Laptieva O.V. (2013). Vydovyi sklad ta zhyttievyi stan derevno-chaharnykovoї roslynnosti parkiv ta skveriv m. Kryvyi Rih [Specific composition and vital state of arboreal-shrub vegetation of parks and public gardens of Kryvyi Rih]. Introduktsiia roslyn [Plant introduction]. no. 3, pp. 73–79.

29. Minder, V.V., Sydorenko, I.O. (2020). Derevni roslyny u formuvanni obrysu landshaftu landshaftnoho parku po vul. Solomianskii u m. Kyievi [Woody plants in the formation of the landscape outline of the landscape park on Solomyanska street in Kyiv]. Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy [Scientific reports of NULES of Ukraine]. no. 68(88), pp. 108–114. DOI: 10.31548/dopovidi2020.06.024.

30. Korshykov, I.I. (2021). Khronolohiia vykorystannia derevnykh roslyn v ozelenenni Kryvorizhzhia [Chronology of the use of woody plants in landscaping of Kryvyi Rih]. Journal of Native and Alien Plant Studies. no. 17, pp. 101–111. DOI: 10.37555/2707-3114.17.2021.248343

### Prospects for the use of *Cercis canadensis* L. in construction and optimization of farmsteads in the urban environment

Koldar L., Tsybrovska N.

The article presents information about the existence of modern anthropogenic landscapes in which a significant role is played by urban areas, the structure of which, features of functioning and ecological state depend entirely on the peculiarities of the natural conditions of the territory, as well as the culture and economic activity of the population. The most effective means of improving the environment of the urban village zones of settlements is greenery, which can minimize factors of natural and man-made origin that are unfavourable to humans. The effect of these factors and the degree of anthropogenic impact inherent in urbanized areas constantly leads to changes in the landscape structure, weakening of vegetation, premature aging and death of plantings. There is a need to select an assortment of plants that are environmentally resistant to the climatic conditions of the urban environment, to increase the area of green spaces, in particular to expand species composition of woody plants by using beautifully flowering woody species. Such plants include less common, unconventional, highly decorative species *Cercis canadensis* L., which is gaining popularity and is used to create plant compositions in parks, gardens and street landscaping in Ukrainian cities, where it successfully grows, creating comfortable conditions for people to live and work. In urban landscape design the plastic environmental resistance of *C. canadensis* plants to the climatic conditions of the urban environment and their high decorative properties contribute to their wider use in landscaping. They are suitable for woody-shrubby composite groups creating with deciduous and coniferous plants. The tent-like shape of the crown of *C. canadensis* provides opportunities to create monospecies group plantings that will become green islands or centres in specific areas and in general will improve the environment for people living in urbotechnogenic environment of the city, which is relevant today in the context of the environmental crisis and is not sufficiently used in the architectural and construction practice of modern Ukraine. Therefore the aim of this work was to determine the prospects for the use of *C. canadensis* in optimising of existing and creating of new urban areas depending on their ecological plasticity and plant growth characteristics in urban environments.

**Key words:** *Cercis canadensis*, decorative properties, ecological plasticity, urban-technogenic environment, landscaping.



Copyright: Колдар Л.А., Цибровська Н.В. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

ORCID iD:

Колдар Л.А.

Цибровська Н.В.


<https://orcid.org/0000-0002-6756-4172>

<https://orcid.org/0000-0003-0180-6850>



## САДОВО-ПАРКОВЕ ГОСПОДАРСТВО

УДК 712.42: 631.47

**Етапи технології створення та догляду  
за газонами засобами малої механізації: огляд****Бордусь О.О.** *Білоцерківський національний аграрний університет* Бордусь О.О. E-mail: Bordusoleksii@gmail.com

Бордусь О.О. Етапи технології створення та догляду за газонами засобами малої механізації: огляд. «Агробіологія», 2024. № 2. С. 59–67.

Bordus O. Modern technologies for creating and maintaining lawns using small-scale mechanization tools: review. «Agrobiology», 2024. no. 2, pp. 59–67.

Рукопис отримано: 30.09.2024 р.

Прийнято: 15.10.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-191-2-59-67

Аналіз технологій робіт і садової техніки, яку використовують для створення газонних покриттів, показує, що наявні сучасні методи і обладнання здатні забезпечити створення і догляд за високоякісними газонами в різних ґрунтово-кліматичних умовах. Проте, в Україні відсутнє наукове обґрунтування щодо адаптації цих технологій до специфічних умов країни, що підкреслює необхідність подальших досліджень у цій галузі. Інтеграція сучасних технологій і техніки з урахуванням місцевих умов дозволить значно покращити якість газонних покриттів в Україні.

Урбанізовані екосистеми слугують альтернативою природним, де ключове значення мають газони. Вони зберігають ґрунтову вологу, функціонують як зелені легені, виробляють кисень і фітонциди, гальмуючи ріст хвороботворних мікроорганізмів. Газони мають значний вплив на здоров'я людини, сприяючи відпочинку, естетичному задоволенню, стабілізації нервової системи, очищенню дихальних шляхів та покращенню зору. Вони є важливим елементом зелених насаджень, впливаючи на формування кисневої складової атмосфери.

Створення газонів потребує комплексного підходу, включаючи підготовку ґрунту, вибір насіння, полив, косіння та підживлення. Використання сучасних технологій та спеціалізованого обладнання, таких як сівалки, міні-трактори, системи автополиву та аератори, значно підвищує ефективність догляду за газонами. Вибір якісного насіння і відповідних сортів трав є ключовим для створення здорового та естетичного газону. Професійні газонокосарки також є важливими для підтримання високої якості газонного покриття.

Створення та догляд за газоном це трудомістка праця, яка потребує значних трудових і матеріальних ресурсів, тому механізація ручної праці та автоматизація поливу значно полегшує догляд за створеним газоном а також процес його створення.

**Ключові слова:** газон, тростій, благоустрій, ландшафт, парк, лувівництво, механізація садово-паркових робіт.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Урбоекосистемами є альтернативою природним екосистемам і функції луків виконують газони, вони сприяють збереженню ґрунтової вологи [1, 2, 4, 5, 6, 14, 21], слугують зеленими легенями, виробляють кисень і фітонциди, які гальмують ріст та розвиток хвороботворних мікроорганізмів

[3, 9, 18]. Водночас вони сприяють відновленню життєвих сил людей, які отримують естетичне задоволення і новий життєдайний запас енергії, урівноважують нервову систему, очищують дихальні шляхи та поліпшують зір.

З огляду на зазначене вище, газонні рослини мають вагомe значення у формуванні

зелених насаджень у природному комплексі нашої планети і разом з деревними визначають формування кисневої складової атмосфери Землі, виникнення тваринного світу та людини. Тому питання щодо створення необхідних умов для росту і розвитку газонних рослин й сприятливого впливу на навколишнє середовище міст та населених пунктів України, які розташовані в зонах великих промислових регіонів, – розглядається як важлива соціально-економічна проблема [7, 8]. Невід’ємним елементом будь-якої зеленої композиції міського об’єкта є декоративні газони, які необхідні для створення паркових пейзажів. Вони утворюють глибину перспективи і одночасно являють собою основний фон для розміщення паркової деревної та квіткової рослинності. Завдяки газонам рельєфно вирізняються декоративні, вертикальні і колоритні особливості насаджень та паркових архітектурних елементів. Газони мають також вагомое санітарно-гігієнічне значення, оскільки створений ними дерен закріплює ґрунт і затримує пил та випаровує значну кількість води.

Однією з основних складових вирішення проблеми підвищення ефективності зеленого будівництва є вирощування стійкого до стресових умов довкілля газонного травостою. Як свідчить світовий і вітчизняний досвід, за реалізації цих завдань першочерговим є забезпечення технологій вирощування рослин високоефективними механізмами для полегшення догляду, а також добривами та ґрунтосумішами, обробка їх засобами захисту і біологічно активними речовинами різного призначення, які сприяють підвищенню життєдіяльності рослин на всіх етапах їх росту та розвитку, а також захищають рослини від стресових чинників. Стресом називають реакцію рослин на відхилення від оптимальних для росту і розвитку показників: температури середовища, дефіциту води і кисню, засолення ґрунтів, загазованості повітря, інфекцій, шкідників, іонізуючого випромінювання тощо [10, 11, 12, 18, 15, 17, 18]. Інакше кажучи – стресом є стан організму, який проявляється у формі напруження або специфічних пристосувальних реакцій. Захисна реакція організму у відповідь на стресовий чинник називається стрес-реакцією, а чинник, який її зумовлює, – стрес-чинником.

Чинники, які спричиняють стрес у рослинних організмів, поділяють на абіо- (фізичні і хімічні) та біотичні (біологічні). До фізичних відносять недостатню або надлишкову вологу, недостатнє чи надмірне освітлення, високу чи низьку температуру, раді-

аційне випромінювання, механічні впливи; до хімічних – негативний вплив солей, газів, ксенобіотиків (гербіцидів, інсектицидів, фунгіцидів, промислових відходів та ін.); до біологічних – пошкодження рослин збудниками хвороб або шкідниками, конкуренцію з іншими рослинами, вплив тварин [13, 16, 19, 20].

На сьогодні у літературі відсутнє наукове обґрунтування щодо технологій створення газонів, які б враховували ґрунтово-кліматичні умови та нестійке зволоження в межах населених пунктів України.

**Мета дослідження** – аналіз технологій робіт і техніки, яку використовують для створення газонних покриттів різного призначення.

**Об’єкти дослідження:** сучасні технології створення та догляду за газоном.

**Предмет дослідження:** аналіз пропозицій щодо поліпшення стану газонного покриття в урбоєкосистемах, застосування техніки спеціального призначення для догляду за газонами.

**Результати дослідження та обговорення.** Газоном називають ділянку ґрунту, вкриту зімкненим, килимовим трав’яно-дерновим покривом, що складається, здебільшого, з багаторічних мезофітних злаків. Наземну частину такого покриву формує велика кількість вкорочених пагонів, а підземну – густе переплетення коріння, кореневищ та основ пагонів, що утворює дернину.

Газони є популярним елементом ландшафтного дизайну в багатьох країнах світу, особливо у міських і субурбанних зонах, а також у приватних садах і парках.

Визначення точної площі під газонами у всьому світі є складним для оцінки, оскільки вона постійно змінюється через будівництво нових об’єктів, зміну використання землі та інші чинники. Проте, можна навести деякі загальні оцінки та статистику:

За даними американського Environmental Protection Agency (EPA), приблизно 50 % площі земельних ділянок у США припадає на газони.

В Європі газони також є популярним елементом ландшафтного дизайну в приватних садах, парках, скверах та міських зелених зонах.

Країни з високим ступенем розвитку, такі як Канада, Японія та Австралія, часто мають значні площі під газонами через культурні та кліматичні особливості.

Створення та догляд за газоном потребують комплексного підходу, який включає підготовку ґрунту, правильний вибір насіння, належний полив, регулярне кошення та

підживлення. Використання сучасних технологій і спеціалізованого обладнання значно підвищує ефективність і якість догляду за газоном. Вибір надійних виробників і продуктів є ключовим для забезпечення здоров'я та естетичного вигляду газону.

**Підготовка території.** Перший крок у створенні газону – це підготовка території. Підготовку ґрунту розпочинають з обприскування раундапом. Кращі попередники – просапні культури та однорічні злаково-бобові суміші. Очищення включає видалення бур'янів, каміння і будівельного сміття. Для цього можна використовувати різні інструменти, зокрема:

- граблі, лопати, сапи для проведення ручного догляду та обробки в умовах відсутності техніки;
- бензинові косарки, які ефективно обрізають високу траву та дозволяють швидко очистити великі площі;
- використання дренажних систем для покращення водопроникності ґрунту, це особливо важливо у місцях із підтопленням території;
- корекція рН ґрунту: внесення вапна або сірки для регулювання кислотності ґрунту до оптимального рівня (рН 6–7).

Культивування і вирівнювання ґрунту. Після очищення території необхідно розпушити і вирівняти ґрунт, це дозволяє покращити структуру ґрунту і підготувати його. Для цього використовують плуг або глибокий культиватор, розпушуючи ґрунт на глибину 20–30 см. Після цього проводять корекцію ґрунту: регулюють рівень рН за допомогою внесення вапна або сірки, а також додають органічні речовини, такі як компост чи перегній. Після глибокого розпушування використовують граблі або мотоблок для розбивання великих грудок ґрунту, що забезпечує більш дрібнозернисту структуру.

Вирівнювання ґрунту починають з грубого вирівнювання за допомогою граблів, видаляючи каміння та коріння і вирівнюючи поверхню. Далі перевіряють рівність поверхні за допомогою довгої дошки або рейки з рівнем, виявляючи та вирівнюючи високі і низькі місця. Після цього ґрунт ущільнюють за допомогою садового катка, прокочуючи ділянку в різних напрямках для досягнення рівномірного ущільнення. Потім ще раз перевіряють рівність поверхні і за допомогою граблів усувають залишкові нерівності.

Міні-трактори John Deere (серія X300, X500) мають відмінну продуктивність і зручні у використанні. Kubota (серія ВХ) відомі

своєю надійністю і багатофункціональністю, ідеально підходять для підготовки великих площ, оснащених різними насадками, що дозволяють розпушувати і вирівнювати ґрунт ефективно і з мінімальним зусиллям.

**Вибір і посів насіння.** Вибір правильних сортів трав є ключовим для створення здорового і естетичного газону. Він має враховувати місцеві кліматичні умови і вимоги до обслуговування.

На якість насіння газонних трав також значно впливають наступні чинники:

**Чистота і частка насіння.** Висока чистота насіння визначається відсутністю домішок та інших видів насіння. Домішки можуть впливати на рівномірність росту газону та його зовнішній вигляд.

**Вологовміст.** Насіння повинно мати оптимальний вміст вологи для зберігання і збереження життєздатності.

**Обробка і зберігання.** Важливо, щоб насіння обробляли та зберігали відповідно до рекомендацій виробника для забезпечення максимальної життєздатності.

**Випробування і сертифікація.** Насіння, яке пройшло випробування і сертифікацію, відповідає стандартам щодо чистоти, життєздатності та інших важливих характеристик, що впливають на якість. На українському ринку доступні як вітчизняні сорти українського виробництва, так і зарубіжного, серед яких досить популярні суміші насіння фірми DFL (Німеччина) та Rasenlux (Німеччина).

**Спосіб збирання і обробки.** Якість насіння також залежить від того, як воно зібране та оброблене під час виробництва. Оптимальні умови зберігання і обробки дозволяють зберегти максимальну життєздатність і покращити висівні якості.

Ці чинники загалом визначають, наскільки успішно насіння газонних трав проросте і сформує здоровий, естетичний газон.

Оптимальна норма висіву зазвичай вказана на упаковці насіння, але здебільшого вона становить приблизно 30–50 г на квадратний метр. Після посіву насіння його вкривають тонким шаром ґрунту або піску, що забезпечує кращий контакт з ґрунтом і запобігає змиванню насіння під час поливу. Потім знову проводять легке ущільнення ділянки за допомогою садового катка.

**Догляд за молодим газоном.** Догляд за молодим газоном часто включає використання поливних систем, які можуть значно полегшити процес забезпечення відповідної вологості та здоров'я газону. Автополив газону – це сучасне рішення для підтримання

оптимального рівня вологості без постійного контролю. Системи зрошення включають різноманітні компоненти, які загалом забезпечують ефективне та економічне використання води.

Зрошувачі розташовані в стратегічних місцях для забезпечення рівномірного поливу. Ротаційні зрошувачі забезпечують поворот на 360 градусів для поливу великих площ, тимчасом статичні зрошувачі використовують для точного поливу окремих ділянок.

Контролери програмують для автоматичного управління графіком поливу, враховуючи час, погодні умови і вологість ґрунту. Деякі контролери синхронізуються з метеостанціями для точного адаптування поливного режиму.

Датчики дощу вимикають систему поливу в разі опадів, щоб уникнути надмірного зволоження газону. Датчики вологості ґрунту вимірюють рівень вологості і регулюють полив залежно від потреб рослин.

Деякі виробники пропонують мобільні додатки для віддаленого керування поливом через смартфони або планшети.

Ці інтегровані технології дозволяють власникам газонів забезпечувати ефективний полив, що сприяє якості газону, раціональне водоспоживання і витрати на обслуговування.

Ці виробники поливних систем є відомими у світі завдяки своїм інноваціям, надійності та ефективності. Вони пропонують різноманітні рішення, які можуть задовольнити потреби у догляді за молодим газоном різного розміру і складності.

**Аерація.** Дослідження, проведене в Університеті Мічигану, демонструє значне покращення здоров'я та зовнішнього вигляду газонів після регулярної аерації. У процесі експерименту, який тривав три роки, було встановлено, що газони, які піддавали аерації двічі на рік, демонстрували на 30 % кращу стійкість до посухи та на 40 % меншу сприйнятливості до хвороб порівняно з контрольною групою, яка не зазнавала цієї процедури. Під час вибору професійного аератора для газону важливо обирати виробника з доброю репутацією і якісною продукцією.

Аератори для газонів можуть бути класифіковані за кількома критеріями, такими як тип приводу, конструкція штифтів і функціональні особливості. Ось деякі типи аераторів для газонів:

*Бензинові аератори.* Можуть бути самохідними і без приводу руху. Самохідні аератори – оснащені двигуном, що забезпечує рух

машини, це дозволяє оператору легко переміщати аератор по газону без значної фізичної напруги. Аератори з важелями – ці аератори потребують фізичного зусилля оператора для руху по газону, однак вони зазвичай менші за розміром і вагою, що робить їх зручнішими для використання на менших ділянках.

*Електричні аератори.* Компактні електричні моделі для невеликих територій – легкі та компактні, мають електричний двигун, який забезпечує рух штифтів.

*Ручні аератори.* Ручні вилки для аерації – прості у використанні і не потребують електричного чи бензинового приводу. Оператор проколює ґрунт вилкою для покращення доступу повітря і води до кореневої системи трав.

*Аератори прикріплені до трактора.* Прикріплюють до задньої частини газонного трактора і працюють на основі механічної сили трактора. Вони зазвичай мають великі штифти для швидкої аерації значних площ.

Загалом, технологія аерації газону дозволяє покращити здоров'я газону завдяки полегшенню доступу повітря, води і поживних речовин до кореневої системи трав. Аерація сприяє зменшенню щільності ґрунту, покращенню дренажу, зниженню забруднення і полегшує підживлення трав.

**Покіс газонних трав.** Професійні газонокосарки є незамінним інструментом для догляду за великими та вимогливими газонами, де важлива якість стрижки, продуктивність і надійність обладнання. Розглянемо детальніше типи професійних газонокосарок, їх особливості та провідних виробників.

Бензинові газонокосарки – це найбільш популярний вибір серед професіоналів завдяки своїй маневреності і незалежності від джерела електроживлення. Вони ідеально підходять для великих площ і забезпечують високу продуктивність. Електричні газонокосарки зазвичай менш потужні, однак добре підходять для невеликих або середніх газонів, де доступ до електроживлення зручний і ефективний. Акумуляторні газонокосарки комбінують переваги бензинових і електричних моделей, забезпечуючи маневреність без обмежень, із безшумним роботом і без викидів шкідливих речовин.

Робоча ширина і висота стрижки. Професійні газонокосарки часто мають широкую робочу ширину (від 50 см і більше), що дозволяє швидше обробляти великі площі. Вони також можуть мати регульовану висоту стрижки для адаптації до різних умов ґрунту і типів трав.

Система збору трави і мульчування. Багато професійних моделей оснащені ефективними системами збору трави, які забезпечують чистоту газону після стрижки. Деякі також мають функцію мульчування, яка переробляє траву на корисний органічний матеріал для ґрунту.

Вибір правильної моделі з врахуванням типу газону, площі та інтенсивності використання дозволить досягти оптимального результату і тривалої ефективності обладнання.

**Добрива.** Добрива для газонів поділяють на кілька основних типів: азотні, фосфорні, калійні та комплексні. Кожен тип добрива має свої особливості та склад, який впливає на ріст і стан газону.

1. Азотні добрива. Азот є ключовим елементом для росту листя і загального зеленого кольору газону. Він стимулює ріст нових пагонів і покращує густоту трави. Приклад: сульфат амонію  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  з вмістом азоту близько 21 % та сечовина  $(\text{CO}(\text{NH}_2)_2)$  – близько 46 %.

2. Фосфорні добрива. Фосфор стимулює ріст кореневої системи і сприяє загальному здоров'ю газону, особливо на початкових етапах росту. Приклад: суперфосфат  $(\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2)$ , в якому вміст фосфору близько 20–22 % та моноамонійфосфат  $(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4)$  – фосфору близько 48–52 %.

3. Калійні добрива. Калій підвищує стійкість трави до посухи, хвороб і холодів, а також зміцнює клітинні стінки рослин. Приклад: сульфат калію  $(\text{K}_2\text{SO}_4)$  з вмістом калію близько 50 % та хлорид калію  $(\text{KCl})$  – близько 60 %.

4. Комплексні добрива. Містять збалансовану кількість азоту (N), фосфору (P) і калію (K), пропорції можуть бути різні для різних фаз вегетації. Забезпечують повноцінне живлення газону, підтримують його якість впродовж усього сезону. Наприклад:

- NPK 10-10-10: рівні частини азоту, фосфору і калію, відповідно 10 % кожного;
- NPK 20-5-10: високий вміст азоту для активного росту трави, з помірними рівнями фосфору і калію.

Комплексні добрива забезпечують збалансоване живлення і зручні у використанні, оскільки одним внесенням можна покрити всі потреби газону.

Вибір добрив залежить від конкретних потреб газону. На початкових етапах росту або за влаштування нового газону варто використовувати фосфорні або комплексні добрива з високим вмістом фосфору. Для стимулювання росту зеленої маси навесні або влітку застосовують азотні добрива.

Для підготовки газону до зими підходять калійні добрива, які допоможуть траві пережити холодний період.

Для забезпечення рослинам необхідних умов для перебігу фізіологічних процесів головними потребами є можливість отримувати в достатній кількості поживні речовини й енергію, а також зберігати необхідну кількість води у рослинах [12]. Для життєдіяльності газонних рослин необхідними умовами є освітлення, наявність води [13–16], поживних речовин, оптимальної температури та відсутність пошкоджень.

Оптимізація умов життєдіяльності газону і підвищення його стійкості до дефіциту вологи й мінерального живлення в ґрунті є важливими аспектами для забезпечення здорового і естетично привабливого газонного покриття. Ці заходи передбачають різноманітні практики та стратегії, які спрямовані на покращення умов росту рослин і зменшення негативного впливу екстремальних умов.

Для забезпечення рослин макроелементами необхідно своєчасно виявляти нестачу азоту, фосфору, калію, а також вологи в ґрунті за зовнішніми ознаками:

- листки газонних рослин за дефіциту азоту мають світліше забарвлення і набувають світло-зеленого кольору з жовтим відтінком. Згодом, коли хлороз розповсюджується по листовій пластинці, вони повністю жовтіють. Симптоми нестачі азоту з'являються спочатку на нижніх листках, потім розповсюджуються на середні і верхні. Середні жилки старих листків і прилеглі до них тканини починають відмирати в напрямку від вершини до основи;

- за дефіциту калію по краях листків газонних рослин виникає жовта крапчастість у вигляді хлоротичних ділянок, які з часом зливаються і створюють безперервну жовту смугу вздовж вершини та країв. Тканини, які уражені хлорозом, швидко відмирають, а краї листків закручуються донизу. Опік, який з'являється спочатку по краях листової пластинки, розповсюджується, окрім середини і основи, на всю поверхню. В подальшому листові пластинки покриваються темно-бурими плямами;

- дефіцит вологи в ґрунті спричинює зниження тургору і в'янення листків газонних рослин. У тих випадках, коли коренева система не спроможна забезпечити достатнє надходження вологи зав'язання набуває незворотного прояву, який оцінюють вранці за ступенем зів'янення верхніх листків рослин. За умов виявлення ознак нестачі вологи

в ґрунті, проведення поливу розглядається як невідкладний захід, який спрямований на відновлення росту клітин і синтетичних процесів, що забезпечують оптимальне функціонування рослин [19]. Впродовж весни і першої половини літа зелені газони слід поливати 3–4 рази, а в посушливі роки – 6–8. Полив газонних рослин має бути достатнім (необхідна глибина промочування ґрунту має становити 15–20 см).

Виявлення дефіциту азоту, фосфору, калію та вологи за зовнішніми ознаками доз-

воляє вчасно вжити відповідних заходів для корекції умов живлення. Ефективна оптимізація умов життєдіяльності газону та підвищення його стійкості до дефіциту вологи і мінерального живлення потребує комплексного підходу та систематичного догляду. Застосування правильного поливу, аерації ґрунту, регулярного догляду та вибору стійких сортів трав допоможе забезпечити здоровий і привабливий газон, здатний витримувати різні стресові умови. Схема оптимізації наведена на рисунку 1.

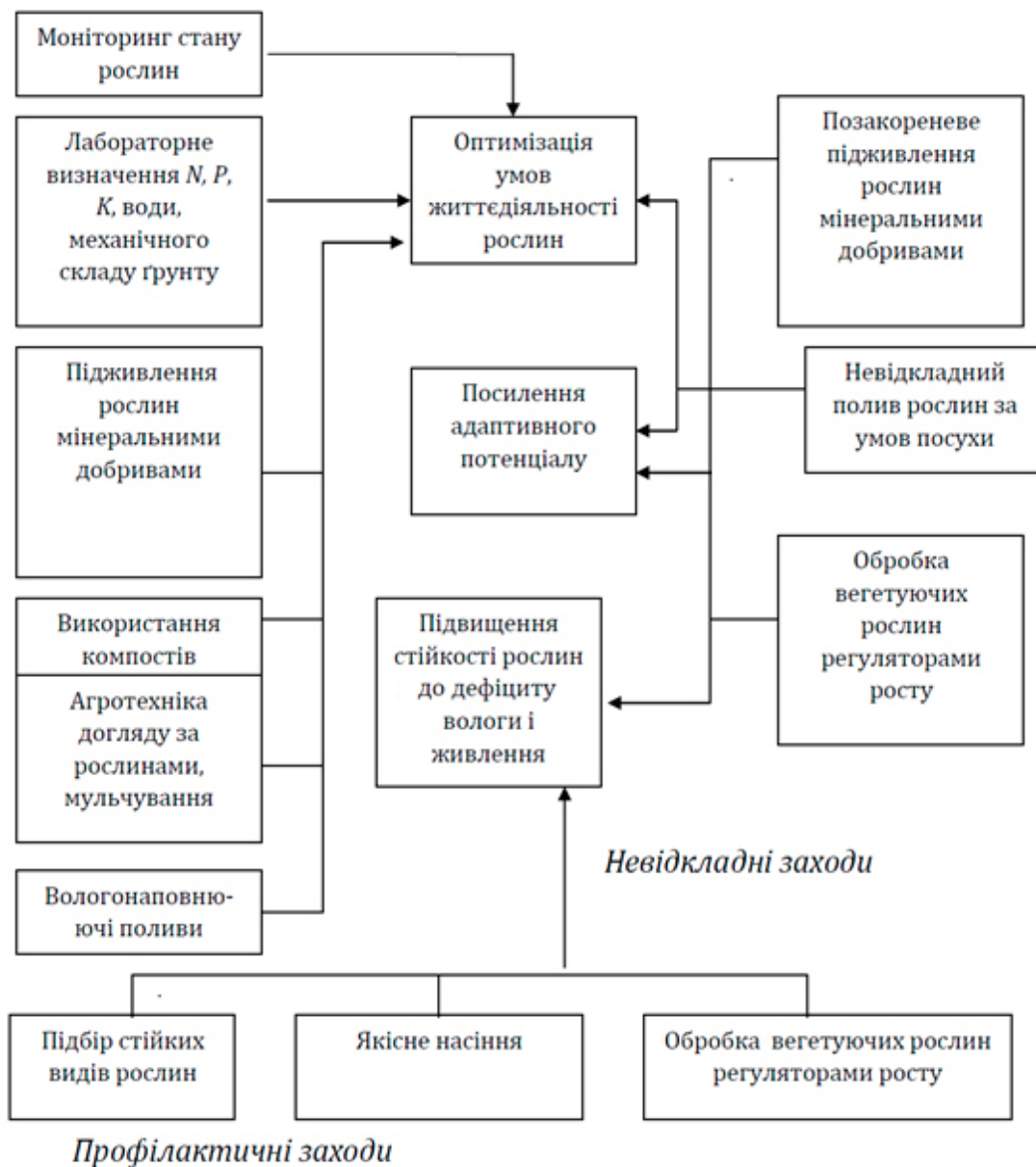


Рис. 1. Заходи з оптимізації умов життєдіяльності і підвищення стійкості газонного травостою до дефіциту вологи та мінерального живлення в ґрунті.



**Висновки.** Аналіз технологій і техніки, яку використовують для створення газонних покриттів, показує, що наявні сучасні методи і обладнання здатні забезпечити високоякісні газони в різних ґрунтово-кліматичних умовах. Оптимізація умов життєдіяльності газону і підвищення його стійкості до дефіциту вологи й мінерального живлення потребують комплексного і систематичного підходу. Проте, в Україні відсутнє наукове обґрунтування щодо адаптації цих технологій до специфічних умов країни, що підкреслює необхідність подальших досліджень у цій галузі. Інтеграція сучасних технологій і техніки з урахуванням місцевих умов дозволить значно покращити якість газонних покриттів в Україні.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бессонова В.П., Шокало О.В. Вплив різних співвідношень компонентів субстрату на вміст пластидних пігментів у листках газонних трав. Питання біоіндикації та екології: міжвід. зб. наук. пр. Запоріжжя, 2000. Вип. 5. № 2. С. 48–61.
2. Гриник О.М., Горбенко Н.Є. Екологічна характеристика газонотвірних трав'яних рослин паркової зони Львова. Науковий вісник НЛТУ України. 2011. № 22. С. 58–65.
3. Дідур І.М., Прокопчук В.М., Циганська О.І., Циганський В.І. Газони. Технологічні особливості створення та експлуатації: навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2019. 293 с.
4. Кагало О.О., Сичак Н.М. Різноманітні газони – нова концепція в озелененні міста. Актуальні проблеми озеленення населених місць: освіта, наука, мистецтво формування ландшафту: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. Тернопіль, 2024. С. 124–128.
5. Костенко І., Кулініч Н., Савосько В. Еколого-ботанічна характеристика газонів в умовах Криворіжжя. Вісник екологічного наукового та науково-методичного центру КДПУ. 2010. Вип. 6. С. 12–13.
6. Костенко І.В., Євтушенко Е.О., Савосько В.М. Морфометричні та біогеохімічні характеристики газонів моно- та полівидового складу в посушливих умовах Криворіжжя. Вісник екологічного наукового та науково-методичного центру Криворізького державного педагогічного університету. 2011. Вип. 7. С. 26–28.
7. Кучерявий В.П. Озеленення населених місць: підручник. Львів: Світ, 2008. 456 с.
8. Лапа Г.В. Спонтанна флора газонів Приморського району м. Одеси: дипломна робота бакалавра. Одеса: Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова, 2016. 46 с.
9. Марутяк С.Б. Формування газонів у зонах інтенсивного антропогенного навантаження. Науковий вісник УкрДЛТУ: зб. наук.-техн. праць. Проблеми урбоєкології та фітомеліорації. Львів: Вид-во УкрДЛТУ, 2003. Вип. 13.5. С. 326–331.

10. Мицик Л.П., Кузнецова О.В., Опанасенко В.Ф. Вплив викошування газонного травостою на його структурні ознаки. Вісник Львівського національного університету ім. І. Франка. Біологічні науки. 2004. Вип. 36. С. 299–303.

11. Розенфельд В.В. Особливості технологій підтримання декоративності газонів у ландшафтному озелененні. Вісник Житомирського національного агроєкологічного університету. 2015. № 2(1). С. 136–145.

12. Самарська О.В., Бессонова В.П. Вплив інтенсивності автомобільного руху на продуктивність фітоценозів газонних трав. Вісн. Запоріж. держ. ун-ту. Фізико-математичні науки. Біологічні науки. 2001. № 2. С. 168–171.

13. Сорокіна С.В., Летута Т.М., Акмен В.О. Порівняльний аналіз якісних характеристик рулонних газонів різних виробників. Коммунальное хозяйство городов. 2007. № 74. С. 465–469.

14. Роговський С.В. Термінологічний словник-довідник фахівця з садово-паркового будівництва і ландшафтної архітектури. Київ: КНТ, 2017. 140 с.

15. Чоха О.В. Газонні покриття м. Києва. Київ: Фітосоціоцентр, 2005. 288 с.

16. Шкура О.В., Рахметов Д.Б. Аналіз генофонду газонних трав та відбір перспективних видів за показниками продуктивності і декоративності. Інтродукція рослин. 2011. № 2. С. 79–85.

17. Leshchenko O., Kolesnichenko O., Leshchenko Yu. Qualitative assessment of lawn phytocenosis from plants of varieties of Ukrainian breeding at the territory of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. *Forestry and landscape gardening*. 2015. Vol. 8. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Lis/article/view-File/9014/8289>

18. Разанов С.Ф., Ткачук О.П. Інтенсивна хімізація землеробства як передумова забруднення зернової продукції важкими металами. Технологія виробництва та переробки продукції тваринництва. Біла Церква, 2017. № 1(134). С. 66–71.

19. Sharma M.L., Herne D.E., Byrne J.D., Kin P.G. Nutrient discharge beneath urban lawns to a sandy coastal aquifer, Perth, Western Australia. *Hydrogeological Journal*. 1996. No 4. P. 103–117.

20. Smith L., Fellowes M. The grass-free lawn: Management and species choice for optimum ground cover and plant diversity. *Urban Forestry & Urban Greening*. 2014. No 13(3). P. 433–442. DOI: 10.1016/j.ufug.2014.04.008.

21. Green space in an extremely exposed part of the city center “Aorta of Warsaw” – Case study of the urban lawn. *Urban Ecosystems / J. Winkler et al.* 2023. No 26. P. 1225–1238. DOI: 10.1007/s11252-023-01380-6.

#### REFERENCES

1. Bessonova, V.P., Shokalo, O.V. (2000). Vplyv riznykh spivvidnoshenniv komponentiv substratu na vmist plastydnykh pihmentiv u lystkakh hazonnykh trav [Effect of different substrate component ratios on

the content of plastid pigments in the leaves of lawn grasses]. Py`annia bioindykatsii ta ekolohii: mizhvuz. zb. nauk. pr. [Issues of bioindication and ecology: interuniversity collection of scientific papers]. Zaporizhzhia, Zaporizhzhia State University, Vol. 5, no. 2, pp. 48–61.

2. Hrynyk, O.M., Horbenko, N.Ye. (2011). Ekolohichna kharakterystyka hazonotvirnykh trav`ianykh roslyn parkovoi zony Lvova [Ecological characteristics of lawn-forming grasses in the park zone of Lviv]. Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy [Scientific Bulletin of NLTU of Ukraine]. no. 22, pp. 58–65.

3. Didur, I.M., Prokopchuk, V.M., Tsyhanska, O.I., Tsyhanskyi, V.I. (2019). Hazony. Tekhnolohichni osoblyvosti stvorennia ta ekspluatatsii: navchalnyi posibnyk [Lawns. Technological features of creation and operation]. Vinnytsia, VNAU, 293 p.

4. Kahalo, O.O., Sychak, N.M. (2024). Riznotravni hazony – nova kontseptsiiia v ozelenenni mista [Herbaceous Lawns: A New Concept in Urban Greening]. Aktualni problemy ozelenennia naselenykh mist: osvita, nauka, mystetstvo formuvannia landshaftu: materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii [Current Issues of Urban Greening: Education, Science, and the Art of Landscape Formation: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference]. Ternopil, pp. 124–128.

5. Kostenko, I., Kulnich, N., Savosko, V. (2010). Ekoloho-botanichna kharakterystyka gazoniv v umovakh Kryvorizhzhia [Ecological and botanical characteristics of lawns in the conditions of Kryvyi Rih]. Visnyk ekolohichnoho naukovoho ta naukovo-metodychnoho tsentru KDPU [Bulletin of the Ecological Scientific and Methodological Center of KDPU]. Kryvyi Rih, Publishing house, Vol. 6, pp. 12–13.

6. Kostenko, I.V., Yevtushenko, E.O., Savosko, V.M. (2011). Morfometrychni ta bioheokhimichni kharakterystyky gazoniv mono- ta polividovoho skladu v posushlyvykh umovakh [Morphometric and biogeochemical characteristics of mono- and poly-species lawns in arid conditions]. Visnyk ekolohichnoho naukovoho ta naukovo-metodychnoho tsentru Kryvorizkoho derzhavnogo pedahohichnoho universytetu [Bulletin of the Ecological Scientific and Methodological Center of Kryvyi Rih State Pedagogical University]. Kryvyi Rih, Issue 7, pp. 26–28.

7. Kucheriaviy, V.P. (2008). Ozelenennia naselenykh mist: pidruchnyk [Greening of Settlements]. Lviv, Svit, 456 p.

8. Lapa, H.V. (2016). Spontanna flora hazoniv Prymorskoho raionu m. Odesy: Dyploмна робота bakalavra [Spontaneous Flora of Lawns in the Primorsky District of Odesa: Bachelor's Thesis]. Odesa, ONAU named after I.I. Mechnikov, 46 p.

9. Marutiak, S.B. (2003). Formuvannia hazoniv u zonakh intensyvnoho antropohennoho navantazhenia [Formation of lawns in areas of intense anthropogenic pressure]. Naukovyi visnyk UkrDLTU: zbirnyk naukovo-tekhnichnykh prats. Problemy urboekolohii ta fitomelioratsii [Scientific Bulletin of UkrDLTU:

collection of scientific and technical works. Problems of urban ecology and phytomelioration]. Lviv, Publishing house UkrDLTU, Vol. 13.5, pp. 326–331.

10. Mytsyk, L.P., Kuznetsova, O.V., Opanasenko, V.F. (2004). Vplyv vykoshuvannia hazonnoho travostoju na yoho strukturni oznaky [Influence of mowing lawn grass stand on its structural features]. Visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu im. I. Franka. Biolohichni nauky [Bulletin of the Lviv National University named after I. Franko. Biological Sciences]. Vol. 36, pp. 299–303.

11. Rozenfel'd, V.V. (2015). Osoblyvosti tekhnolohii pidtrymannia dekoratyvnosti hazoniv u landshaftnomu ozelenenni [Technological features of maintaining the decorative properties of lawns in landscape gardening]. Visnyk Zhytomyr'skoho natsional'noho ahroekolohichnoho universytetu [Bulletin of Zhytomyr National Agroecological University]. no. 2(1), pp. 136–145.

12. Samarska, O.V., Bessonova, V.P. (2001). Vplyv intensyvnosti avtomobilnoho rukhu na produktyvnist fitotsenoziv hazonnykh trav [The Impact of Traffic Intensity on the Productivity of Lawn Grass Phytocenoses]. Visnyk Zaporizkoho derzhavnogo universytetu. Fyzyko-matematychni nauky. Biolohichni nauky: zbirnyk naukovykh statei [Bulletin of Zaporizhzhia State University. Physical-Mathematical Sciences. Biological Sciences: Collection of Scientific Articles]. Zaporizhzhia, no. 2, pp. 168–171.

13. Sorokina, S.V., Letuta, T.M., Akmen, V.O. (2007). Porivnialnyi analiz yakisnykh kharakterystyk rulonnykh hazoniv riznykh vyrobnykiv [Comparative analysis of qualitative characteristics of rolled lawns from different producers]. Kommunalnoe khoziaistvo gorodov [Municipal economy of cities]. no. 74, pp. 465–469.

14. Rohovskyi, S.V. (2017). Terminolohichni slovnyk-dovidnyk fakhivtsia z sadovo-parkovoho budivnytstva i landshaftnoi arkhitektury [Terminological dictionary-reference book for a specialist in garden and park construction and landscape architecture]. Kyiv, KNT, 140 p.

15. Chokha, O.V. (2005). Hazonni pokryttia m. Kyieva [Lawn coverings of Kyiv]. Kyiv, Phytosociocenter, 288 p.

16. Shkura, O.V., Rakhmetov, D.B. (2011). Analiz henofondu hazonnykh trav ta vidbir perspektivnykh vydiv za pokaznykamy produktyvnosti i dekoratyvnosti [Analysis of the Gene Pool of Lawn Grasses and Selection of Promising Species Based on Productivity and Ornamental Traits]. Introduktsiia roslyn [Plant Introduction]. no. 2, pp. 79–85.

17. Leshchenko, O., Kolesnichenko, O., Leshchenko, Yu. (2015). Qualitative assessment of lawn phytocenosis from plants of varieties of Ukrainian breeding at the territory of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Forestry and landscape gardening. no. 8. Retrieved from <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Lis/article/viewFile/9014/8289>

18. Razanov, S.F., Tkachuk, O.P. (2017). Intensyvna khimizatsiia zemlerobstva yak peredumova

zabrudnennia zernovoi produktsii vazhkymy metalamy [Intensive chemicalization of agriculture as a prerequisite for contamination of grain products with heavy metals]. Tekhnolohiia vyrobnytstva i pererobky produktsii tvarynnytstva [Technology of production and processing of livestock products]. Bila Tserkva, no. 1(134), pp. 66–71.

19. Smith, L., Fellowes, M. (2014). The grass-free lawn: Management and species choice for optimum ground cover and plant diversity. *Urban Forestry & Urban Greening*. no. 13(3), pp. 433–442. DOI: 10.1016/j.ufug.2014.04.008

20. Sharma, M.L., Herne, D.E., Byrne, J.D., Kin, P.G. (1996). Nutrient discharge beneath urban lawns to a sandy coastal aquifer, Perth, Western Australia. *Hydrogeological Journal*. no. 4, pp. 103–117.

21. Winkler, J., Koda, E., Cervenková, J., Děkanovský, I., Nowysz, A., Mazur, Ł., Jakimiuk, A., Vaverková, M.D. (2023). Green space in an extremely exposed part of the city center “Aorta of Warsaw” – Case study of the urban lawn. *Urban Ecosystems*. no. 26, pp. 1225–1238. DOI: 10.1007/s11252-023-01380-6

#### Modern technologies for creating and maintaining lawns using small-scale mechanization tools: review

**Bordus O.**

The analysis of technologies for creating lawn covers and the garden equipment used to create lawn coverings shows that there are modern methods and tools capable of ensuring the establishment and maintenance of high-quality lawns under various soil and climatic conditions. However, in Ukraine there is no

scientific basis for adapting these technologies to the specific conditions of the country, which emphasizes the need for further research in this area. Integration of modern technologies and equipment while considering local conditions will significantly enhance the quality of lawn covers in Ukraine.

Urbanized ecosystems serve as alternatives to natural ones, where lawns play a key role. They retain soil moisture, function as green lungs by producing oxygen and phytoncides, and inhibit the growth of pathogenic microorganisms. Lawns have a significant impact on human health, promoting relaxation, aesthetic satisfaction, stabilizing the nervous system, cleansing respiratory tracts, and improving vision. They are important elements of greenery, influencing the oxygen component of the atmosphere.

Creating lawns requires a comprehensive approach, including soil preparation, seed selection, watering, mowing, and fertilization. The use of modern technologies and specialized equipment such as seeders, mini-tractors, automated irrigation systems, and aerators greatly enhances the efficiency of lawns care. Choosing of qualitative seeds and appropriate grass varieties is crucial for creating a healthy and aesthetically pleasing lawn. Professional lawn mowers are also important for maintaining high-quality lawn cover.

Creating and maintaining a lawn is labor-intensive work that requires significant labor and material resources. Therefore, mechanizing manual labor and automating irrigation significantly ease both lawn care and the process of its creation.

**Key words:** lawn, grass stand, amenity, landscape, park, meadow cultivation, mechanization of gardening and park works.



Copyright: Бордусь О.О. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:










Бордусь О.О.

<https://orcid.org/0000-0003-2992-6651>

## АГРОНОМІЯ

УДК 633.11.631.527:633.1:631.524.86

**Результати аналізу  $F_1$  та  $F_2$  *Triticum aestivum* L. за проявом резистентності до борошнистої роси та септоріозу листя**

Кириленко В.В.<sup>1</sup> , Муха Т.І.<sup>1</sup> , Гуменюк О.В.<sup>1</sup> ,  
Судденко Ю.М.<sup>1</sup> , Мурашко Л.А.<sup>1</sup> , Шадчина Т.М.<sup>1</sup> ,  
Лісова Г.М.<sup>2</sup> , Сабадин В.Я.<sup>3</sup> , Дубовик Н.С.<sup>3</sup> 

<sup>1</sup> Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла НААН<sup>2</sup> Інститут захисту рослин НААН<sup>3</sup> Білоцерківський національний аграрний університет

Судденко Ю.М. E-mail: yu\_suddenko@ukr.net



Кириленко В.В., Муха Т.І., Гуменюк О.В., Судденко Ю.М., Мурашко Л.А., Шадчина Т.М., Лісова Г.М., Сабадин В.Я., Дубовик Н.С. Результати аналізу  $F_1$  та  $F_2$  *Triticum aestivum* L. за проявом резистентності до борошнистої роси та септоріозу листя. «Агробіологія», 2024. № 2. С. 68–78.

Kyrylenko V., Mukha T., Humeniuk O., Suddenko Yu., Murashko L., Shadchy-na T., Lisova H., Sabadyn V., Dubovyk N. The analysis results of  $F_1$  and  $F_2$  *Triticum aestivum* L. on the manifestation of resistance to powdery mildew and septoria leaf blight. «Agrobiology», 2024. no. 2, pp. 68–78.

Рукопис отримано: 04.11.2024 р.

Прийнято: 18.11.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-191-2-68-78

У статті наведено дані щодо ступеня та частоти трансгресії рослин пшениці м'якої озимої за проявом резистентності до *Septoria tritici* Rob. et Desm. та *Erysiphe graminis* DC. f. sp. *tritici* Em. Marchal у гібридів першого та другого покоління. Щорічно (2016–2023 рр.) в Миронівському інституті пшениці імені В.М. Ремесла НААН створювали 30 гібридних комбінацій за участі шести сортів пшениці м'якої озимої, які є носіями пшенично-житніх транслокацій (ПЖТ): Експромт, Колумбія, Золотоколоса (1AL.1RS) і Калинова, Легенда Миронівська, Світанок Миронівський (1BL.1RS). Дослідження проводили різними методами: селекційний (для одержання нового селекційного матеріалу проведення міжсорткової гібридизації з наступним добром генотипів, створених за участю носіїв пшенично-житніх транслокацій 1AL/1RS і 1BL/1RS); польовий (фенологічні спостереження, оцінка стійкості до листових хвороб у  $F_1$ ,  $F_2$  батьківських форм); генетичний (визначення закономірностей успадкування стійкості); математично-статистичний (для аналізу результатів дослідження на достовірному рівні). Проаналізовано гібридні комбінації  $F_1$ ,  $F_2$  різних груп схрещування, використовуючи у гібридизації батьківські компоненти носіїв ПЖТ, де виявлено різний ступінь фенотипового домінування за резистентністю до патогенів. Найвищий прояв ознаки (100 %) гетерозис або наддомінування установлено у групі схрещування 1AL.1RS/1AL.1RS щодо *Septoria tritici* і *Erysiphe graminis*. Зниження її спостерігали у 1AL.1RS/1BL.1RS – 20 %, 1BL.1RS/1BL.1RS – 13,3 %, 1BL.1RS/1AL.1RS – 10 %. Генотипи у яких в родоводі є сорти з 1BL.1RS (1BL.RS/1BL.1RS, 1AL.1RS/1BL.1RS, 1BL.1RS/1AL.1RS) транслокацією, істотно поступалися гібридам з 1AL.1RS транслокацією, проте у кожній групі схрещування гібриди проявляли гетерозис або наддомінування за цими ознаками від 10 до 20 %. Виявлено залежність ступеня вищеплення позитивних трансгресивних форм. У рослин гібридів другого покоління за стійкістю до *Erysiphe graminis* вона варіювала від 20 до 100 %, за стійкістю до *Septoria tritici* – від 66,7 до 93,3 %. За стійкістю популяції рослин пшениці у порівнянні із батьківськими компонентами встановлено ступінь позитивної трансгресії за резистентністю до *Erysiphe graminis* та *Septoria tritici* у  $F_2$  різних груп схрещування де залучали блоки ПЖТ. Виявлення закономірностей успадкування ступеня та частоти трансгресії основних селекційних ознак у гібридних популяціях дає можливість визначити селекційну цінність вихідного матеріалу з подальшим проведенням добору.

**Ключові слова:** гібрид, пшениця м'яка озима, пшенично-житня транслокація, селекція, сорт, стійкість, ступінь домінування, трансгресія.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Пшениця озима є найбільш поширеною культурою в світі, частка якої становить близько 30 % посівів зернових культур. Світова тенденція нарощування валових зборів зерна ґрунтується на принципі збільшення продуктивності культури – це єдиний спосіб підвищення валових зборів зерна. Продовольча потреба активно зростає разом із населенням світу, що є актуальним політичним викликом у світі. Відомо [1], що завдяки впровадженню нових технологій, з урахуванням очікуваного підвищення продуктивності, отримані об'єми зерна пшениці не зможуть задовольнити попит через зовнішні чинники, такі як зміна клімату, продовольчі впадоби та військові дії.

Забезпечення населення продовольством вітчизняного виробництва визнано пріоритетним завданням і стратегічним напрямом економічної політики нашої держави. Важливе місце серед глобальних викликів сучасності посідає проблема голоду та продовольчої безпеки [2, 3].

Селекційна практика підтверджує необхідність пошуку цінних батьківських компонентів серед світового різноманіття рослин. Актуальною є проблема підвищення врожайності пшениці та екологічної пластичності й стійкості генотипів до несприятливих біотичних та абіотичних чинників довкілля. У вирішенні цих питань успіх, переважно, залежить від ефективності й генетичного поліпшення генотипів та за умови постійного розроблення і вдосконалення наявних методів селекції, що спрямовані на підвищення адаптивного і врожайного потенціалу. Одним із способів збагачення геноплазми пшениці чужинними генетичними компонентами, завдяки міжсортівій гібридизації, є використання пшенично-житніх транслокацій (ПЖТ). Нині набувають поширення генотипи з ПЖТ, які характеризуються підвищеним адаптивним потенціалом та мають попит у виробництві й використовуються в селекції як новий вихідний матеріал [4–6].

У збільшенні виробництва продуктів харчування важливе значення має зернова група, яка є найбільш привабливою для аграрного ринку в усіх країнах світу. Перше місце у цій групі належить пшениці. Впровадження інтенсивних технологій вирощування пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) та однотипність генотипів спонукає до стрімкого зростання кількості та шкодочинності збудників хвороб, популяції яких формуються під впливом зовнішніх чинників. Глобальні змі-

ни клімату впливають практично на всі компоненти системи – патоген–рослина–живитель. Через підвищення температури повітря, з'являються і розповсюджуються нові раси листостеблових хвороб, зміщуються строки зараження рослин патогенами на більш ранні, збільшується інфекційне навантаження на рослину. Під впливом погодних умов у рослин-живителів погіршується обмін речовин, це впливає на імунний стан рослини, що також завдає значних втрат урожаю [7].

Збудники хвороб, уражуючи рослину впродовж вегетаційного року, зокрема і зернові культури, завдають рослинам шкоди, знижуючи урожай та його якість. Останнім часом на посівах пшениці озимої спостерігали розвиток плямистостей, особливо збудників борошнистої роси (*Erysiphe graminis* (DC.) та септоріозу листків (*Septoria tritici* Rob. et. Desm – *Septoria tritici*).

Борошниста роса (*Erysiphe graminis* DC. f. sp. *tritici* Em. Marchal – *Erysiphe graminis*), поширена в усіх зонах де вирощують зернові колосові культури. Це облигатний і вузькоспеціалізований паразит, що уражує листя, листові піхви, стебла, та колоскові луски й остюки в роки сильного розвитку хвороби [8, 9]. Восени на молодих вегетуючих рослинах активно проявляється патоген. Із відновленням вегетації весною продовжується наростання збудника хвороби. Спочатку з'являються матові плями на піхвах листків, а згодом білий павутинистий наліт, який стрімко поширюється на листя та вкриває його зверху подушечками різного розміру, які згодом зливаються і темнішають. Поступово наліт поширюється на верхні яруси листків рослин пшениці та колос. Потім він ущільнюється, набуває сіро-жовтого кольору на якому формуються клейстотеції у вигляді чорних крапок.

Збудник *Septoria tritici* проявляється у вигляді знебарвлених сіро-зелених чи ледь жовтуватих плям дещо хлоротичних, центр яких поступово стає блідим з чорними крапочками (пікнідами). За умов тривалої вологої та вітряної погоди патоген набуває найвищого рівня в інтенсивності ураження, за значних опадів в період цвітіння–колосіння. Від ступеня розвитку збудника хвороби залежать втрати врожаю. Зокрема, за ураження листя до 30 % урожайність знижується в середньому на 10 %, а понад 50 % – на 40 %. На зменшення асиміляційної поверхні листя впливає збудник септоріозу, що призводить до недорозвиненості колосів, щуплості зерна, а потім до зниження врожайності та показників якості зерна [10].

Як відомо, на розвиток хвороб пшениці озимої значною мірою впливають погодні умови, а саме температура повітря та вологість [11]. Кліматичні зміни, зумовлені глобальним потеплінням, є несприятливими для розвитку пшениці озимої. Вони негативно впливають як на рослини так і розвиток збудників хвороб [12, 13].

Селекція пшениці озимої за стійкістю до фітопатогенів є одним із найбезпечніших засобів захисту рослин. На жаль, у програмах селекції культури бракує донорів стійких форм до хвороб через появу біотипів гриба з новими вірулентними штамами, що здатні уражувати великі площі посівів пшениці [14].

Варто зазначити, що у результаті змін клімату підвищується стресостійкість польових популяцій збудників хвороб, що посилює ураженість посівів плямистостями листків, зокрема *Erysiphe graminis* та *Septoria tritici*. На жаль, стійкість до патогенів обмежена в часі через появу різних біотипів, рас, видів грибів із новою вірулентністю, здатних охопити значні площі пшениці [15]. Постійний пошук ефективних джерел стійкості щодо патогенів і використання їх у створенні перспективних сортів є важливим етапом селекції за стійкістю до основних збудників хвороб пшениці озимої. Необхідно зазначити, що в пшениці озимій зареєстровано 68 чужинних транслокацій, що контролюють гени стійкості до збудників хвороб і шкідників, а також інші цінні адаптивні ознаки. Нині широкого поширення набули пшенично-житні транслокації (ПЖТ) 1BL.1RS, наявність яких забезпечує генетичний контроль продуктивності та адаптивності сортів. Зміна геноплазми пшениці чужорідними генами, за допомогою ПЖТ, є одним з найбільш перспективних методів створення стійких сортів. Транслокація 1BL.1RS містить ген *Pm8*, а 1BL.1RS – *Pm17*, ці гени забезпечують стійкість сортам з ПЖТ [14].

**Мета дослідження** – з'ясувати ступінь фенотипового домінування стійкості у гібридів  $F_1$  та початковий ступінь трансгресій у популяції  $F_2$  щодо *Erysiphe graminis* і *Septoria tritici*, із залученням у схрещування сортів-носіїв ПЖТ.

**Матеріал і методи дослідження.** Щорічно (2016–2023 рр.) за участі шести сортів пшениці м'якої озимої селекціонери створювали 30 гібридних комбінацій, які є носіями пшенично-житних транслокацій: Експромт, Колумбія, Золотоколосо (1AL.1RS) і Калинова, Легенда Миронівська, Світанок Миронівський (1BL.1RS). Агротехніка дослідження

селекційного матеріалу пшениці м'якої озимої загальноприйнята для умов центральної частини Лісостепу України.

У 2022, 2023 рр. обліки, фенологічні спостереження та структурний аналіз рослин гібридів пшениці озимої здійснювали за «Методикою державної науково-технічної експертизи сортів рослин» [16].

Насіння гібридів висівали вручну за схемою:  $P_1-F_1$ ,  $F_2-P_2$ . Застосовували розріджений спосіб сівби для максимальної реалізації елементів продуктивності. Застосовували методи: селекційний (для одержання нового селекційного матеріалу проведення міжсорткової гібридизації з наступним добром генотипів, створених за участю носіїв пшенично-житних транслокацій 1AL/1RS і 1BL/1RS); польовий (фенологічні спостереження, оцінка стійкості до листових хвороб у  $F_1$ ,  $F_2$  батьківських форм); генетичний (визначення закономірностей успадкування стійкості); математично-статистичний (для аналізу результатів дослідження на достовірному рівні) [17].

Селекційний гібридний матеріал був розподілений на групи за використання ПЖТ у схрещуваннях: 1AL.1RS/1AL.1RS; 1BL.1RS/1BL.1RS; 1AL.1RS/1BL.1RS; 1BL.1RS/1AL.1RS.

Для визначення впливу кліматичних чинників (температура повітря, °C і кількість опадів, мм) на інтенсивність ураження патогенами враховували гідротермічний коефіцієнт (ГТК) [14].

Інтенсивність ураження батьківських компонентів основними збудниками хвороб (борошнистою россою, септоріозом листя) визначали за методиками О.В. Бабаянц, Л.Т. Бабаянца [18]. Ступінь фенотипового домінування – за ознаками резистентності, обраховували за формулою В. Griffing. Діапазон, в якому перебуває ступінь домінування (hp), охоплює будь-які значення від  $-\infty$  до  $+\infty$ . Дані групували за класифікацією G.M. Veil, R.E. Atkins [19]. Ступінь та частоту трансгресії кількісних ознак визначали за відомими формулами [20]. Статистичну обробку отриманого цифрового матеріалу виконували за допомогою комп'ютерних програм «Excel 2010» та «Statistica 8.0».

**Результати дослідження та обговорення.** Метеорологічні умови 2021/22, 2022/23 вегетаційних років були несприятливими для розвитку збудників *Erysiphe graminis* і *Septoria tritici*. У весняно-літній період вегетації (2022 р.) пшениці показники середньомісячних температур зафіксували нижчі

багаторічних на 0,1–1,5 °С, лише у червні вони були вищі на 1,4 °С. За показником вологозабезпечення рік вирізняли посушливим (ГТК = 0,9).

У квітні й травні 2023 р. середню температуру повітря визначили нижчою за середній багаторічний показник на 0,5 та 0,2 °С відповідно, а в червні – перевищувала його на 0,4 °С. Лише у квітні відмічали надмірне вологозабезпечення, перевищення кількості опадів від норми становило 40,0 мм, що сприяло прояву збудників листових хвороб на пшениці озимій. Інтенсивність ураження листя спостерігали у межах 1–20 % з поступовим наростанням. Проте в подальшому впродовж травня–червня відслідковували досить гострий дефіцит опадів (ГТК – 0,46 та 0,67 відповідно), особливо це помітно у червні (лише 39,4 мм) у порівнянні з середньобагаторічними даними 84,8 мм. Подібні погодні умови частково призупинили наростання збудників хвороб листя. Інтенсивність ураження рослин збудниками *Erysiphe graminis* спостерігали у межах 0–30,0 %, *Septoria tritici* – 3–35 %.

У 2022 р. проведено розрахунок ступеня фенотипового домінування (hp) у рослин F<sub>1</sub> за інтенсивністю ураження такими патогенами як *Erysiphe graminis* та *Septoria tritici* за використання штучного комплексного інфекційного фону патогена (ШКІФ) (табл. 1).

За оцінки стійкості F<sub>1</sub> рослин пшениці м'якої озимої спостерігали диференціацію між гібридами у різних групах схрещування сортів носіїв ПЖТ за типами успадкування інтенсивності ураження збудниками *Erysiphe graminis* та *Septoria tritici* від гетерозису (НД позитивного наддомінування) до негативного наддомінування (Д депресії). Найвищий (100 %) прояв ознаки резистентності (гетерозис або наддомінування) виявили у групі схрещування 1AL.1RS/1AL.1RS до *Erysiphe graminis* і *Septoria tritici*. Зниження її спостерігали у – 1AL.1RS/1BL.1RS – 20 %, 1BL.1RS/1BL.1RS – 13,3 %, 1BL.1RS/1AL.1RS – 10 %. Тобто, гібриди у родоводах яких сорти з 1BL.1RS (1BL.RS/1BL.1RS, 1AL.1RS/1BL.1RS, 1BL.1RS/1AL.1RS) транслокацією, суттєво поступалися групі схрещування з 1AL.1RS транслокацією, проте у кожній у групі гібриди проявляли гетерозис (наддомінування) за цими ознаками від 10 до 20 %.

Під час дослідження гібридних популяцій за інтенсивністю ураження та ступенем фенотипового домінування збудником *Erysiphe graminis* встановлено наявність наддомінування (НД) у 67 % комбінацій схрещуван-

ня, часткове від'ємне успадкування (ЧВУ) – у 10 %, проміжне успадкування (ПУ) – 17 % та часткове позитивне домінування (ЧПД) – у 3 % і депресія (Д) – у 3 % (рис. 1).

Імунних до *Septoria tritici* генотипів пшениці озимої не виявлено, проте спостерігали чітку диференціацію за їх стійкістю. Аналізуючи інтенсивність ураження збудником *Septoria tritici* гібридів F<sub>1</sub> пшениці озимої визначено прояв ступеня фенотипового успадкування: гетерозис або позитивне наддомінування у 28 комбінацій схрещування (94 %), майже пропорційно за досліджуваними групами у кількісному вираженні; часткове позитивне домінування – 1 (3 %); негативне наддомінування (депресія) – 1 (3 %) (рис. 2). Негативне наддомінування виявлено у гібридній комбінації Калинова/Колумбія (1BL.1RS/1AL.1RS).

Досліджуючи рослини F<sub>1</sub>, встановлено диференціацію за показником ступеня фенотипового домінування стійкості до двох збудників хвороб пшениці озимої, використовуючи інфекційний фон патогенів. Виявили та відібрали цінні генотипи за цією ознакою у різних групах схрещування за використання батьківських компонентів сортів-носіїв ПЖТ.

Для створення генетичного різноманіття пшениці використовували у родоводах джерела стійкості, що характеризуються здатністю ефективно і тривалий час знижувати темпи розвитку хвороби у поєднанні з іншими корисними господарськими ознаками. У селекції пшениці озимої важливим етапом є виділення трансгресивних форм за ознаками стійкості до основних фітопатогенів. Нині у програмах селекції пшениці м'якої озимої є недостатня кількість стійких генотипів з груповою стійкістю до збудників хвороб.

За дослідженням батьківських компонентів та популяцій рослин пшениці підтверджено ступінь позитивної трансгресії за стійкістю до: *Erysiphe graminis*, *Septoria tritici*, у всіх гібридів другого покоління. За проявом розщеплень у популяціях F<sub>2</sub> щодо патогенів виділили форми з різним рівнем інтенсивності ураження, це вказує що у досліджуваній популяції є різноманітні біотипи. У F<sub>2</sub> частку ступеня позитивних трансгресій (Тс) (у порівнянні із кращим батьківським компонентом інтенсивність ураження рослин популяції була нижчою) спостерігали у всіх групах схрещувань за використання ПЖТ. У рослин гібридів другого покоління за стійкістю до *Erysiphe graminis* вона варіювала від 20 до 100 %, за стійкістю до *Septoria tritici* – від 66,7 до 93,3 % (табл. 2).

Таблиця 1 – Інтенсивність ураження та прояв фенотипового домінування стійкості рослин F<sub>1</sub> до патогенів пшениці м'якої озимої за використання ПЖТ та ШКІФ (2022 р.)

Гібридна комбінація	Інтенсивність ураження та ступінь фенотипового домінування патогенів:			
	<i>Erysiphe graminis</i>		<i>Septoria tritici</i>	
	%	hp*	%	hp
1AL.1RS/1AL.1RS				
Золотоколоса/Колумбія	1,0	4,2 / НД*	3,0	5,6 / НД
Колумбія/Золотоколоса	0,5	4,5 / НД	2,0	6,4 / НД
Золотоколоса/Експромт	0,5	6,8 / НД	4,0	8,0 / НД
Експромт/Золотоколоса	0,5	6,8 / НД	5,0	7,0 / НД
Колумбія/Експромт	1,0	12,0 / НД	4,0	3,0 / НД
Експромт/Колумбія	1,0	13,0 / НД	3,0	3,5 / НД
1BL.1RS/1BL.1RS				
Світанок МИР*/Легенда МИР	1,0	5,0 / НД	3,0	7,0 / НД
Легенда МИР/Світанок МИР	1,0	5,0 / НД	5,0	5,7 / НД
Світанок МИР/Калинова	0,5	5,3 / НД	7,0	4,0 / НД
Калинова/Світанок МИР	1,0	5,0 / НД	5,0	6,0 / НД
Калинова/Легенда МИР	10,0	0 / ПУ*	3,0	3,8 / НД
Легенда МИР/Калинова	10,0	-1,0 / ЧВУ*	7,0	2,2 / НД
1AL.1RS/1BL.1RS				
Експромт/Світанок МИР	1,0	31,0 / НД	7,0	11,0 / НД
Експромт/Легенда МИР	10,0	-1,1 / Д*	5,0	9,0 / НД
Експромт/Калинова	4,0	3,9 / НД	3,0	3,4 / НД
Золотоколоса/Легенда МИР	10,0	0 / ПУ	3,0	5,0 / НД
Золотоколоса/Калинова	0,5	0 / ПУ	5,0	11,0 / НД
Золотоколоса/Світанок МИР	1,0	5,0 / НД	5,0	13,0 / НД
Колумбія/Світанок МИР	1,0	28,5 / НД	5,0	3,0 / НД
Колумбія/Легенда МИР	1,0	4,2 / НД	5,0	2,1 / НД
Колумбія/Калинова	6,0	1,3 / НД	10,0	1,1 / НД
1BL.1RS/1AL.1RS				
Калинова/Експромт	1,0	6,4 / НД	5,0	4,3 / НД
Калинова/Колумбія	0,5	4,5 / НД	5,0	-6,0 / Д
Калинова/Золотоколоса	1,0	0 / ПУ	10,0	1,0 / ЧПД
Світанок МИР/Колумбія	0,5	31,0 / НД	10,0	8,5 / НД
Світанок МИР/Золотоколоса	10,0	-1,0 / ЧВУ	10,0	3,0 / НД
Світанок МИР/Експромт	1,0	31,0 / НД	10,0	5,0 / НД
Легенда МИР/Золотоколоса	10,0	0 / ПУ	5,0	4,0 / НД
Легенда МИР/Експромт	10,0	1,0 / ЧПД*	5,0	9,0 / НД
Легенда МИР/Колумбія	10,0	-1,0 / ЧВУ	7,0	1,5 / НД



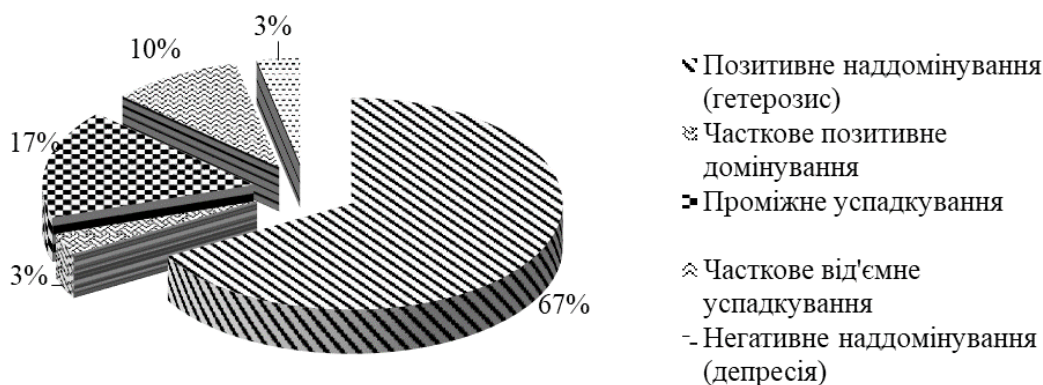


Рис. 1. Розподіл ступеня фенотипового домінування за інтенсивністю ураження збудником *Erysiphe graminis* рослин  $F_2$  пшениці м'якої озимої, створених за участі ПЖТ (2022 р.).

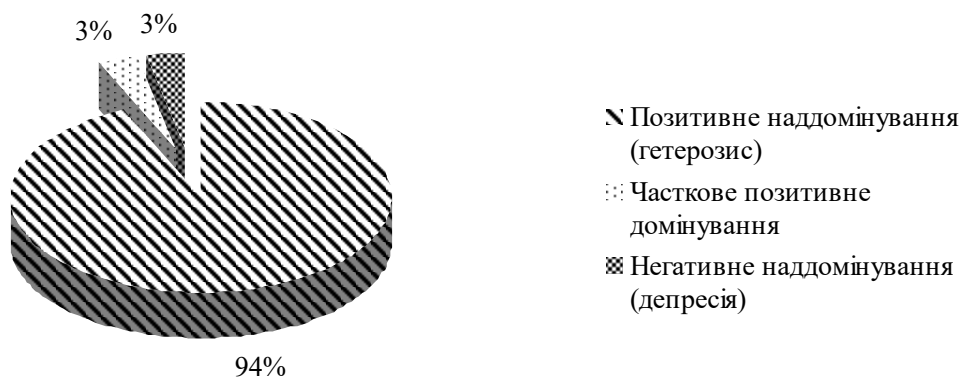


Рис. 2. Розподіл ступеня фенотипового домінування за інтенсивністю ураження збудником *Septoria tritici* рослин  $F_2$  пшениці м'якої озимої, створених за участі ПЖТ (2022 р.).

Слід зазначити, що 100 % частоту трансгресії виявили у популяції  $F_2$  Експромт/Легенда Миронівська за схрещування ПЖТ 1AL.1RS/1BL.1RS за стійкістю до *Erysiphe graminis*, тобто всі рослини генотипу перевищували кращі батьківські форми. Варто виділити популяції із високим ступенем трансгресії від 70 до 80 %, що є цінним у подальшій селекційній роботі, у групах схрещування: 1AL.1RS/1AL.1RS – 66,7 %; 1BL.1RS/1BL.1RS – 16,7 %, 1AL.1RS/1BL.1RS – 66,7; 1BL.1RS/1AL.1RS – 44,5 %. Тому потрібно залучати у схрещування за материнську форму сорти-носії ПЖТ 1AL.1RS для ефективного добору резистентних генотипів щодо *Erysiphe graminis*.

Частота трансгресії у популяції  $F_2$  за стійкістю до *Septoria tritici* варіювала від 66,7 до

93,3 %. Найбільш перспективними для добору і створення стійких форм є популяції із високим ступенем трансгресії (80 %) у групах схрещування: 1AL.1RS/1AL.1RS – 83,3 %; 1BL.1RS/1BL.1RS – 83,3 %, 1AL.1RS/1BL.1RS – 100 %; 1BL.1RS/1AL.1RS – 88,9 %. Найбільш перспективною є група схрещування 1AL.1RS/1BL.1RS з високим рівнем цієї ознаки.

Значний рівень позитивних трансгресій за стійкістю до двох хвороб листя (*Erysiphe graminis* і *Septoria tritici*) виокремлено у гібридних комбінаціях Експромт/Легенда Миронівська ( $T_c = 100,0; 86,6$  %); Світанок Миронівський/Золотоколоса ( $T_c = 80,0; 86,7$  %); Світанок Миронівський/Калинова ( $T_c = 70,0; 80,0$  %), які виділили у другій, третій та четвертій групах схрещувань (табл. 2).

Таблиця 2 – Ступінь трансгресії (Тс, %) рослин F<sub>2</sub> пшениці озимої за стійкістю до *Erysiphe graminis* та *Septoria tritici* (2023 р.)

Гібридна комбінація	<i>Erysiphe graminis</i>	<i>Septoria tritici</i>
1AL.1RS/1AL.1RS		
Золотоколоса/Колумбія	40,0	66,7
Колумбія/Золотоколоса	80,0	80,0
Золотоколоса/Експромт	61,0	80,0
Експромт/Золотоколоса	80,0	86,7
Колумбія/Експромт	80,0	80,0
Експромт/Колумбія	80,0	80,0
1BL.1RS/1BL.1RS		
Світанок МИР/Легенда МИР	50,0	66,7
Легенда МИР/Світанок МИР	20,0	80,0
Світанок МИР/Калинова	70,0	80,0
Калинова/Світанок МИР	50,0	86,7
Калинова/Легенда МИР	40,0	80,0
Легенда МИР/Калинова	40,0	80,0
1AL.1RS/1BL.1RS		
Експромт/Світанок МИР	80,0	93,3
Експромт/Легенда МИР	100,0**	86,7
Експромт/Калинова	60,0	80,0
Золотоколоса/Легенда МИР	40,0	86,7
Золотоколоса/Калинова	70,0	80,0
Золотоколоса/Світанок МИР	70,0	80,0
Колумбія/Світанок МИР	80,0	93,3
Колумбія/Легенда МИР	40,0	80,0
Колумбія/Калинова	80,0	80,0
1BL.1RS/1AL.1RS		
Калинова/Експромт	40,0	80,0
Калинова/Колумбія	80,0	70,0
Калинова/Золотоколоса	80,0	80,0
Світанок МИР/Колумбія	80,0	86,7
Світанок МИР/Золотоколоса	80,0	86,7
Світанок МИР/Експромт	60,0	80,0
Легенда МИР/Золотоколоса	40,0	80,0
Легенда МИР/Експромт	60,0	86,7
Легенда МИР/Колумбія	40,0	80,0

**Примітки:** МИР – Миронівська, Миронівський; \* – відсутні рослини з максимальним значенням ознаки у гібрида (нижчою часткою інтенсивності ураження) від кращої батьківської форми; \*\* – всі рослини популяції переважали максимальне значення кращої батьківської форми (інтенсивність ураження була нижчою).

**Висновки.** Установлено, дослідження щодо двох збудників хвороб (*Erysiphe graminis* і *Septoria tritici*), із використанням інфекційного фону патогенів, гібридів першого покоління пшениці озимої, забезпечили диференціацію за показником ступеня фенотипового домінування. Найвищий (100 %) прояв ознаки резистентності виявили у групі схрещування 1AL.1RS/1AL.1RS. Зниження її спостерігали у 1AL.1RS/1BL.1RS – 20 %, 1BL.1RS/1BL.1RS – 13,3 %, 1BL.1RS/1AL.1RS – 10 %.

Виокремлено гібриди у родоводах яких сорти з 1BL.1RS (1BL.RS/1BL.1RS, 1AL.1RS/1BL.1RS, 1BL.1RS/1AL.1RS) транслокацією, які істотно поступалися групі схрещування з 1AL.1RS транслокацією, проте у кожній групі гібриди проявляли наддомінування за цими ознаками від 10 до 20 %.

Виділено популяції із високим ступенем трансгресії від 70 до 80 %, що є цінним у подальшій селекційній роботі, у групах схрещування: 1AL.1RS/1AL.1RS – 66,7 %; 1BL.1RS/1BL.1RS – 16,7%, 1AL.1RS/1BL.1RS – 66,7 %; 1BL.1RS/1AL.1RS – 44,5 %.

**Перспективи подальших досліджень.** Виявлення закономірностей успадкування ступеня та частоти трансгресій основних селекційних ознак у гібридних популяціях дає можливість визначити селекційну цінність вихідного матеріалу з подальшим проведенням добору.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Впровадження у виробництва нових, стійких до стресових факторів, високопродуктивних сортів озимої пшениці, створених на основі використання хромосомної інженерії та маркер-допоміжної селекції / В.В. Моргун та ін. Наука та інновації. 2014. 10. № 5. С. 40–48.
2. Рисін А.Л. Особливості створення вихідного матеріалу пшениці м'якої озимої з високим потенціалом продуктивності та якості зерна в Лісостепу України: дис... доктора філософії: 201. Центральне, 2023. 341 с.
3. Лифенко С.П., Нарган Т.П., Наконечний М.Ю. Інтрогресії в геномі пшениці м'якої від різних донорів – проблемний, але перспективний напрям селекції. Селекція і насінництво. 2014. Вип. 105. С. 39–50.
4. Бакуменко О.М., Осмаченко О.М., Власенко В.А. Комбінаційна здатність сортів пшениці озимої Крижинка та Смуглянка: монографія. Суми: Мрія, 2019. 194 с.
5. Studying recombination between the 1RS arms from the rye Petkus and Insave involved in the 1BL.1RS and 1AL.1RS translocations

using storage protein loci as genetic markers / N. Kozub et al. Cytol. Genet. 2018. No 52(6). P. 440–447. DOI: 10.3103/S0095452718060063.

6. Ретьман С.В., Кислих Т.М., Шевчук О.В. Динаміка розвитку хвороб листя пшениці озимої. Карантин і захист рослин. 2014. № 10–11. С. 6–9.

7. Нарган Т.П. Виявлення джерел стійкості до листових хвороб пшениці м'якої озимої для використання в селекції. Генетичні ресурси рослин. 2015. № 17. С. 11–18.

8. Демидов О.А., Муха Т.І., Гуменюк О.В. Зимові хвороби посівів пшениці озимої. Пропозиція. 2021. № 11. URL: <https://propozitsiya.com/ua/vplyv-abiotychnyh-chynnykiv-na-rozvytok-hvorob-pshenyuci-ozymoju>

9. Стійкість селекційного матеріалу пшениці м'якої озимої проти листових хвороб на роздільних штучних інфекційних фонах патогенів / Т.І. Муха та ін. Захист рослин: наукові здобутки та перспективи досліджень: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 75-річчю заснування Інституту захисту рослин НААН, 150-річчю від дня народження Поспелова Володимира Петровича, 100-річчю від дня народження Арешнікова Бориса Андрійовича, 90-річчю від дня народження Долина Володимира Гдаліча. Київ, 2022. С. 126–128.

10. Захист посівів пшениці озимої від хвороб та шкідників: методичні рекомендації / О.А. Демидов та ін. Київ: ТОВ «ЦП «КОМПРИНТ», 2016. 39 с.

11. Селекція пшениці м'якої озимої за використання пшенично-житніх транслокацій в умовах центрального Лісостепу: монографія / В.В. Кириленко та ін. Київ, 2021. С. 68–85.

12. Кириленко В.В., Волощук С.І., Дубовик Н.С., Близнюк Б.В. Ретроспективний аналіз погодних умов у зоні діяльності Миронівського інституту пшениці. Миронівський вісник. 2016. Вип. 2. С. 87–97.

13. Агрокліматична характеристика території створення миронівських сортів пшениці / В.А. Власенко та ін. Селекційна еволюція миронівських пшениць. Миронівка, 2012. С. 13–22.

14. Власенко В.А., Осмачко О.М., Бакуменко О.М. Методичні рекомендації щодо виділення ліній пшениці з груповою стійкістю до хвороб, які є носіями пшенично-житніх транслокацій. Суми, 2020. 154 с.

15. Петренко В.П., Черняєва І.М., Маркова Т.Ю., Рябчун Н.І. Формування продуктивності нових сортів пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) залежно від фітовірусного навантаження. URL: [file://C:/Users/PC/Downloads/stopnsr\\_2008\\_1\\_12.pdf](file://C:/Users/PC/Downloads/stopnsr_2008_1_12.pdf).

16. Методика державної науково-технічної експертизи сортів рослин. Методи визначення показників якості продукції рослинництва / за ред. С.О. Ткачик. 4-те вид. випр. і доп. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. 150 с.

17. Поширеність пшенично-житніх транслокацій IBL/IRS і IAL/IRS у сортів пшениці м'якої озимої української селекції / Н.О. Козуб та ін. Захист і карантин рослин. 2015. Вип. 61. С. 148–155.

18. Бабаянц О.В., Бабаянц Л.Т. Основы селекции и методология оценок устойчивости пшеницы к возбудителям болезней. Одесса, 2014. 401 с.

19. Beil G.M., Atkins R.E. Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Iowa State Journal*. 1965. No 39. 3 p.

20. Мазманішвілі О.С. Математична статистика: навчальний посібник до практичних занять. Харків: НТУ «ХПІ», 2010. 232 с.

#### REFERENCES

1. Morhun, V.V., Havryliuk, M.M., Oksom, V.P., Morhun, B.V., Pochynok, V.M. (2014). Vprovadzhennia u vyrobnytstva novykh, stiikykh do stresovykh faktoriv, vysokoproduktyvnykh sortiv ozymoi pshe-nytsi, stvorenykh na osnovi vykorystannia khromosomnoi inzhenerii ta marker-dopomizhnoi selektsii [Introduction into the production of new, stress-resistant, high-yielding varieties of winter wheat, created on the basis of the use of chromosomal engineering and marker-assisted selection]. *Nauka ta innovatsii [Science and innovation]*. no. 10 (5), pp. 40–48.

2. Rysin, A.L. (2023). Osoblyvosti stvorennia vykhidnoho materialu pshe-nytsi miakoi ozymoi z vysokym potentsialom produktyvnosti ta yakosti zerna v Lisostepu Ukrainy: dys... doktora filosofii: 201 [Peculiarities of creating raw material of soft winter wheat with high productivity and grain quality potential in the Forest Steppe of Ukraine: dis. phd: 201]. *Tsentrálne*, 341 p.

3. Lyfenko, S.P., Narhan, T.P., Nakonechnyi, M.Yu. (2014). Introhresii v henom pshe-nytsi miakoi vid riznykh donoriv – problemnyi, ale perspektyvnyi napriam selektsii [Introgression into the common wheat genome from different donors is a problematic but promising direction of breeding]. *Selektsiia i nasinntstvo [Breeding and seed production]*. no. 105, pp. 39–50.

4. Bakumenko, O.M., Osmachenko, O.M., Vlasenko, V.A. (2019). Kombinatsiina zdattist sortiv pshe-nytsi ozymoi Kryzhynka ta Smuhlianka: monohrafiia [The combining ability of Kryzhynka and Smuglyanka winter wheat varieties]. *Sumy, Mria*, 194 p.

5. Kozub, N., Sozinov, I., Karelov, A., Bidnyk, H., Demianova, N., Sozinova, O., Blume, Ya., Sozinov, A. (2018). Studying recombination between the IRS arms from the rye Petkus and Insave involved in the 1BL.1RS and 1AL.1RS translocations using storage protein loci as genetic markers. *Cytol. Genet.* no. 52(6), pp. 440–447. DOI: 10.3103/S0095452718060063

6. Retman, S.V., Kyslykh, T.M., Shevchuk, O.V. (2014). Dynamika rozvytku khvorob lystia pshe-nytsi ozymoi [Dynamics of the development of winter wheat leaf diseases]. *Karantyn i zakhyst roslin [Quarantine and plant protection]*. no. 10–11, pp. 6–9.

7. Narhan, T.P. (2015). Vyiavlennia dzherel stiikosti do lystovykh khvorob pshe-nytsi miakoi ozymoi dlia vykorystannia v selektsii [Identification of sources of resistance to foliar diseases of soft winter wheat for use in breeding]. *Henetychni resursy roslin [Genetic resources of plants]*. no. 17, pp. 11–18.

8. Demydov, O.A., Mukha, T.I., Humeniuk, O.V. (2021). Zymovi khvoroby posiviv pshe-nytsi ozymoi [Winter diseases of winter wheat crops]. *Propozytsiia [Offer]*. no. 11. Available at: <https://propozitsiia.com/ua/vplyv-abiotychnykh-chynnykiv-na-rozvytok-hvorob-pshenytsi-ozymoi/>

9. Mukha, T.I., Murashko, L.A., Humeniuk, O.V., Kyrylenko, V.V., Lisova, H.M. (2022). Stiikist selektsiinoho materialu pshe-nytsi miakoi ozymoi proty lystovykh khvorob na rozdilnykh shtuchnykh infektsiinykh fonakh patoheniv [Resistance of breeding material of soft winter wheat against foliar diseases on separate artificial infectious backgrounds of pathogens]. *Zakhyst roslin: naukovi zdobutky ta perspektyvy doslidzhen: materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, prysviachenoj 75-richchiu zasnuvannia Instytutu zakhystu roslin NAAN, 150-richchiu vid dnia narodzhennia Pospelova Volodymyra Petrovycha, 100-richchiu vid dnia narodzhennia Arieshnikova Borysa Andriiovycha, 90-richchiu vid dnia narodzhennia Dolina Volodymyra Hdalicha [Plant protection: scientific achievements and research perspectives: materials of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of the founding of the Institute of Plant Protection of the NAAS, the 150th anniversary of the birth of Pospelov Volodymyr Petrovych, the 100th anniversary of the birth of Areshnikov Boris Andriiovych, the 90th anniversary of the birth of Dolin Volodymyr Gdalich]*. Kyiv, IZR NAAN, pp. 126–128.

10. Demydov, O.A., Kovalyshyna, H.M., Mukha, T.I., Murashko, L.A., Zaima, O.A., Suddenko, Yu.M. (2016). Zakhyst posiviv pshe-nytsi ozymoi vid khvorob ta shkidnykiv: metodychni rekomenda-

tsii Protection of winter wheat crops from diseases and pests: methodical recommendations]. Kyiv, TOV «TsP «KOMPRYNТ», 39 p.

11. Kyrylenko, V.V., Dubovyk, N.S., Hume- niuk, O.V., Volohdina, H.B., Los, R.M., Dubo- vyk, D.Iu. (2021). Seleksiia pshenytsi miakoi ozymoi za vykorystannia pshenychno-zhytnikh translokatsii v umovakh tsentralnoho Lisostepu: monohrafiia [Selection of soft winter wheat using wheat-rye translocations in the conditions of the central forest-steppe]. Kyiv, pp. 68–85.

12. Kyrylenko, V.V., Voloshchuk, S.I., Du- bovyk, N.S., Blyzniuk, B.V. (2016). Retrospek- tyvnyi analiz pohodnykh umov u zoni diialnosti Myronivskoho instytutu pshenytsi [Retrospec- tive analysis of weather conditions in the area of activity of the Myroniv Wheat Institute]. My- ronivskyi visnyk [Myronivsky herald]. no. 2, pp. 87–97.

13. Vlasenko, V.A., Kochmarskyi, V.S., Ko- liuchyi, V.T. (2012). Ahroklimatychna kharaktery- styka terytorii stvorennia myronivskykh sortiv pshe- nytsi [Agroclimatic characteristics of the territory of creation of Myron wheat varieties]. Seleksiina evoliutsiia myronivskykh pshenyts [Breeding evo- lution of Myron wheats]. Myronivka, pp. 13–22.

14. Vlasenko, V.A., Osmachko, O.M., Bakumen- ko, O.M. (2020). Metodychni rekomendatsii shcho- do vydilennia linii pshenytsi z hrupovoio stikiistiu do khvorob, yaki ye nosiiami pshenychno-zhytnikh translokatsii [Methodological recommendations for the selection of wheat lines with group resistance to diseases that are carriers of wheat-rye transloca- tions]. Sumy, 154 p.

15. Petrenkova, V.P., Cherniaieva, I.M., Mar- kova, T.Yu., Riabchun, N.I. Formuvannia produk- tyvnosti novykh sortiv pshenytsi miakoi ozymoi (*Triticum aestivum* L.) zalezho vid fitovirusno- ho navantazhennia [Formation of productivity of new varieties of soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.) depending on phytovirus load]. Available at: file://C:/Users/PC/Downloads/sto- pnsr\_2008\_1\_12.pdf.

16. Tkachyk, S.O. (2015). Metodyka der- zhavnoi naukovo-tekhnichnoi ekspertyzy sortiv roslyn [Methodology of state scientific and tech- nical examination of plant varieties]. Meto- dy vyznachennia pokaznykiv yakosti produkt- sii roslynnytstva [Methods of determining plant production quality indicators]. Vinnytsia, TOV «Nilan-LTD», 150 p.

17. Kozub, N.O., Sozinov, I.O., Karelov, A.V., Bidniak, H.Ia. (2015). Poshyrenist pshenychno-zhyt- nikh translokatsii IBL/IRS i IAL/IRS u sortiv pshe- nytsi miakoi ozymoi ukrainskoi seleksii [Prevalence of wheat-rye translocations IBL/IRS and IAL/IRS in soft winter wheat varieties of Ukrainian selection].

Zakhyst i karantyn roslyn [Protection and quarantine of plants]. no. 61, pp. 148–155.

18. Babayanc, O.V., Babayanc, L.T. (2014). Os- novy selekcii i metodologiya ocenok ustojchivosti pshenicy k vzbudutelyam boleznej [Fundamentals of selection and methodology for assessing wheat resistance to pathogens]. Odessa, 401 p.

19. Beil, G.M., Atkins, R.E. (1965). Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. Iowa State Journal. no. 39, 3 p.

20. Mazmanishvili, O.S. (2010). Matematychna statystyka: navchalnyi posibnyk do praktychnykh zaniat [Mathematical statistics: a study guide for practical classes]. Kharkiv, NTU «KhPI», 232 p.

### **The analysis results of $F_1$ and $F_2$ *Triticum aestivum* L. on the manifestation of resistance to powdery mildew and septoria leaf blight**

**Kyrylenko V., Mukha T., Humeniuk O., Suddenko Yu., Murashko L., Shadchyna T., Lisova H., Sabadyn V., Dubovyk N.**

The article presents data on the degree and frequency of transgression in terms of main spike productivity in first and second generation hybrids. A study was conducted on plants  $F_1$  and  $F_2$  of different crossing groups using parental components of WRT carriers in hybridization. Every year (2016-2023) the V.M.Remeslo Myronivka Institute of Wheat generates 30 hybrid combinations comprising six varieties of soft winter wheat that act as carriers of wheat-rye translocations (WRT). These include «Eksprompt», «Zolotokolosa», «Columbia» (1AL.IRS) and «Kalynova», «Svitanok Mironivskyi», «Legenda Mironivska» (1BL.IRS). The research was carried out using various methods: selection (to obtain new breeding material for intercrop hybridization with subsequent selection of genotypes created with the participation of carriers of wheat-rye translocations 1AL/IRS and 1BL/IRS); field (phenological observations, assessment of resistance to leaf diseases in  $F_1$  and  $F_2$  parental forms); genetic (determination of patterns of resistance inheritance); mathematical and statistical (to analyze the research results at a reliable level). Hybrid combinations  $F_1$ ,  $F_2$  of different crossing groups were analyzed using parental components of PVT carriers in hybridization, where different degrees of phenotypic dominance in resistance to pathogens were found. The highest manifestation of the the heterosis trait (100%) or overdominance was observed in the group of crosses 1AL.IRS/1AL.IRS against *Erysiphe graminis* and *Septoria tritici*. Its decrease was observed in the following crosses: – 1AL.IRS/1BL.IRS – 20%, 1BL.IRS/1BL.IRS – 13.3%, 1BL.IRS/1AL.IRS – 10%. Consequently, the genotypes in the pedigrees of which varieties with 1BL.IRS (1BL.RS/1BL.IRS, 1AL.IRS/1BL.IRS,

IBL.1RS 1AL.1RS) translocation were found to be significantly inferior to hybrids with 1AL.1RS translocation. However, in each crossing group, hybrids demonstrated heterosis or overdominance for these traits with levels ranging from 10 to 20%. The degree of upregulation of positive transgressive forms was found. In the second generation hybrids the degree of resistance to *Erysiphe graminis* ranged from 20 to 100%, while that to *Septoria tritici* varied from 66.7 to 93.3%. The degree of positive transgression for resistance to *Erysiphe graminis*

and *Septoria tritici* in  $F_2$  of different crossing groups, where PZhT blocks were involved, was established by the resistance of wheat plant populations compared to parental components. Patterns identification of inheritance of the degree and frequency of transgression of the main selection traits in hybrid populations allow determining the selection value of the source material with subsequent selection.

**Keywords:** hybrid, soft winter wheat, wheat-rye translocation, selection, variety, resistance, degree of dominance, transgression.



Copyright: Кириленко В.В. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.




ORCID iD:

Кириленко В.В.  
Муха Т.І.  
Гуменюк О.В.  
Судденко Ю.М.  
Мурашко Л.А.  
Шадчина Т.М.  
Лісова Г.М.  
Сабадин В.Я.  
Дубовик Н.С.

<https://orcid.org/0000-0002-8096-4488>  
<https://orcid.org/0000-0002-2628-7324>  
<https://orcid.org/0000-0002-1147-088X>  
<https://orcid.org/0000-0001-6586-1977>  
<https://orcid.org/0000-0002-0438-7682>  
<https://orcid.org/0009-0002-1690-7566>  
<https://orcid.org/0000-0002-2045-4857>  
<https://orcid.org/0000-0002-8397-8973>  
<https://orcid.org/0000-0002-1473-9565>

## ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО

УДК 630\*114(292.451/.454:477)

**Вплив лісоексплуатації на стійкість ґрунтів  
в Українських Карпатах та шляхи її підвищення**Кімейчук І.В.<sup>1</sup> , Ткачук О.М.<sup>2</sup> , Ситник О.С.<sup>1</sup> <sup>1</sup> Білоцерківський національний аграрний університет<sup>2</sup> Український науково-дослідний інститут  
гірського лісівництва ім. П.С. Пастернака (УкрНДІгірліс) E-mail: Кімейчук І.В. ivan.kimeichuk@btsau.edu.ua; Ткачук О.М. tkachyk.oksana1988@gmail.com;  
Ситник О.С. s.sasha.htc@gmail.com

Кімейчук І.В., Ткачук О.М., Ситник О.С.  
Вплив лісоексплуатації на стійкість  
ґрунтів в Українських Карпатах та шляхи  
її підвищення. «Агробіологія», 2024.  
№ 2. С. 79–95.

Kimeichuk I., Tkachuk O., Sitnik O. Impact  
of forest exploitation on soil stability in the  
Ukrainian Carpathians and ways to improve  
it. «Agrobiology», 2024. no. 2, pp. 79–95.

Рукопис отримано: 02.08.2024 р.

Прийнято: 19.08.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-191-2-79-95

Оцінка ерозійних процесів, що відбуваються за проведення лісозаготівлі, має важливе значення для збалансованого підходу до використання природних ресурсів і збереження лісових екосистем.

Проведено оцінку ерозійних процесів під час лісозаготівлі в Українських Карпатах. Проаналізовано вплив гірського рельєфу на виникнення ерозії та забруднення водних потоків, що зумовлено високою стрімкістю схилів та необхідністю спеціалізованої природозберігаючої техніки для лісосічних робіт. Обґрунтовано необхідність заходів із мінімізації впливу лісозаготівлі на природне середовище гірських регіонів.

У дослідженні розглянуто вплив горбисто-гірського рельєфу на лісозаготівельну діяльність філій «Верховинське лісове господарство», «Осмолодське лісове господарство» та «Чернівецьке лісове господарство». Виявлено, що більше половини заготівлі деревини відбувається тракторним трелюванням. Середні віддалі трелювання значно перевищують оптимальні значення для транспорту, що ускладнює процес експлуатації лісових ресурсів та збільшує їх собівартість.

Дослідження показує, що на підприємстві використовують переважно гусеничну техніку для трелювання деревини (53,8 %), колісну техніку (11,8 %) і гужовий транспорт (34,4 %) – меншою мірою. Розподіл освоєних лісових ділянок вказує на домінування гусеничних тракторів (88,7 %) на рубки головного користування, а гужового транспорту (50,7 %) – на рубки формування та оздоровлення лісів. Дані про середні віддалі трелювання свідчать про високу ефективність гусеничних тракторів та використання гужового транспорту на відстанях, що перевищують оптимальні значення в умовах гірського рельєфу. За даними, на більшості ділянок віддалі підтрелювання кінцями до трактора не перевищує 60 м. Протяжність пасічних волоків на лісосіках варіюється залежно від їх площі, де магістральні волоки використовують для транспортування деревини до навантажувальних пунктів.

Практичне значення дослідження полягає в реалізації вимог «Рамкової конвенції про охорону та сталий розвиток Карпат» і «Стратегічного плану дій для впровадження Протоколу про стале управління лісами». Впровадження сучасних екологічних методів попередження та мінімізації виникнення ерозійних процесів на трелювальних волоках сприятиме екологізації лісозаготівлі у гірських регіонах та матиме позитивний ефект щодо природозбереження.

**Ключові слова:** рубка лісу, транспортування деревини, тракторне трелювання, обсяг рубки, технологія гірської лісозаготівлі, стрімкість схилу, середня віддалі трелювання, рельєф, навантажувальні пристрої.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Для економіки України лісове господарство набуває все більшого значення. У зв'язку з підвищенням конкурентоспроможності лісового господарства, міжнародна конкуренція посилилася у двох основних напрямках: впровадження інноваційних технологічних процесів та створення нових видів лісоматеріалів. Деревинна сировина, як споживчий продукт, має обмежений потенціал для інновацій. На європейському ринку спостерігається стабілізація цін на лісову продукцію, зокрема на фанеру та пиломатеріали. Водночас вартість заготівлі деревини зростає у гірських умовах, зокрема до таких територій належать Українські Карпати [1].

В сучасних умовах, для яких характерні негативні тенденції кліматичних змін, надзвичайно загострюються глобальні екологічні проблеми, з якими пов'язана і лісозаготівля деревини. Тому забезпечення стабільності, життєвості і раціонального використання багатofункціональності лісів, а також запровадження практичних заходів із зниження впливу лісосічних робіт на довкілля є важливим і актуальним завданням [2].

Важливим гідролого-лісівничим показником наслідків рубок головного користування і трелювання лісу є пошкодження ґрунту, що характеризується різним ступенем здирання і знесення гумусового шару ґрунту. Від його масштабів значно залежить зміна лісорослинних умов, що впливає на інтенсивність лісовідновних процесів на вирубках, продуктивність майбутніх деревостанів, а також водний режим гірських схилів і розвиток ерозії. Якщо на непошкоджених лісоексплуатаційними процесами ділянках вирубки фізичні й інфільтраційні властивості ґрунту в Карпатах змінюються незначною мірою, то на пошкоджених місцях зростає його об'ємна маса і різко зменшується водопроникність, унаслідок чого формується поверхневий стік води і розвиваються ерозійні явища [2].

Гірські умови Українських Карпат значно ускладнюють лісозаготівельні роботи, що потребує адаптації техніки та технологій для заготівлі лісу. Одним із основних чинників вибору технології заготівлі на конкретній ділянці є рельєф, який потрібно враховувати за планування та проведення рубок. Лісівничо-екологічна та економічна ефективність, а також середня відстань тракторного трелювання деревини, що становить до 80 % обсягів заготівлі у гірських регіонах, значною мірою залежать від крутизни схилів. Оптимізація дорожньої мережі, яка наразі значно

відстає від європейських стандартів, є одним із чинників зменшення середньої відстані трелювання [3].

Лісозаготівля в Карпатах призводить до значних ерозійних процесів, які негативно впливають на ґрунти, водні ресурси та біорізноманіття. Інтенсивна вирубка лісів спричиняє руйнування ґрунтового покриву, збільшення об'ємів стоку води та зменшення родючості ґрунтів, що потребує комплексного підходу для оцінки та управління цими процесами [4–5].

Надмірна нерегульована експлуатація лісів України призвела до виснаження лісових ресурсів, порушення вікової структури насаджень, погіршення видового складу, посилення ерозійних процесів та інших антропогенно-стихійних явищ. Особливо варто зазначити, що поряд із стиглими лісостанами вирубували і пристигаючі ліси. Як наслідок, частка пристигаючих дубових, букових і соснових лісів у віковій структурі лісового фонду становить лише 7–8 %, тимчасом за нормативами лісівництва вона має становити близько 20 %.

Гірські ліси Карпат є важливим чинником ґрунтозахисту, здатним зменшувати ерозійні процеси в сім разів порівняно з польовими угіддями, що сприяє зниженню каламутності річкових вод приблизно у 19 разів. Поточний відсоток лісистості гірської системи, який становить 59 %, сприяє поліпшенню цих процесів удвічі [6].

За темпами ерозії ґрунтів карпатський регіон посідає перше місце в Україні, причому ерозією охоплено майже 15 % його площі. Основним бар'єром для її розвитку є лісовий покрив. Проте, на ґрунтозахисні властивості лісу негативно впливають два основні чинники: 1) тривала антропогенна трансформація лісових угідь у польові з постійним розвитком водної ерозії та зниженням урожайності; 2) проведення лісозаготівель із порушенням лісівничих вимог, що спричиняє експлуатаційну ерозію і зниження продуктивності наступних поколінь лісу [4].

Проблемам транспортування деревини в горах присвячена значна кількість робіт. Дослідження науковців [1, 7, 8] показали, що за тракторного трелювання зноситься і змивається від 150 до 520 м<sup>3</sup> ґрунту з 1 га вирубки, а за 3–4 проходження на трелювальному волоці гусеничний трактор майже повністю руйнує ґрунтовий покрив [8].

За даними вітчизняних науковців А.В. Кия та М.Г. Адамовського [9] у ХХ ст. трелювання деревини у 80 % відбувається за допомогою тракторів.



Науковці УкрНДІгірліс В.Л. Коржов, В.С. Кудра аналізували застосування мобільної канатної установки LARIX-3T в гірських умовах, а саме її ефективність у збереженні екологічного балансу та мінімізації впливу на навколишнє природне середовище під час лісозаготівельних робіт. Авторами обговорюються переваги та недоліки використання цієї установки в порівнянні з іншими методами заготівлі деревини [10].

Дослідники О.М. Ткачук та Я.О. Кириленко [2] проаналізували вплив лісозаготівлі на стан ґрунту і виникнення ерозійних процесів під час лісосічних робіт та визначили ступінь пошкодження ґрунту і обсяг лісоексплуатаційної ерозії на лісосіках за тракторного і канатного трелювання деревини. Крім цього вчені оцінили пошкодження ґрунту залежно від способу рубок головного користування.

Оцінка ерозійних процесів за лісозаготівлі в Карпатах є надзвичайно актуальною через важливість збереження цього унікального природного регіону. Вивчення впливу лісозаготівель на ерозійні процеси дозволить розробити ефективні заходи для зменшення негативного впливу на екосистеми та забезпечення раціонального використання лісових ресурсів.

**Мета дослідження** – оцінити ерозійні процеси, що виникають внаслідок лісозаготівлі в Карпатах, та розробити рекомендації для зменшення негативного впливу цих процесів на навколишнє природне середовище.

**Матеріал і методи дослідження.** Об'єкт досліджень – лісові масиви карпатського регіону, на яких здійснюють лісозаготівлю різними способами та технікою.

Основні завдання дослідження передбачають:

1. Збір і аналіз наукової літератури та матеріалів лісогосподарських підприємств.
2. Дослідження особливостей розташування і стану трелювальних волоків на гірських схилах.
3. Аналіз чинних нормативних документів з питань лісогосподарської діяльності в гірських районах.
4. Вибір модельної території, розробка плану і організація виконання на ній ефективних заходів для попередження чи локалізації ерозійних процесів.

На основі вивчення наукової і технічної літератури здійснено аналіз пошкодження ґрунтової поверхні під час лісосічних робіт, ерозійних процесів на первинних шляхах транспортування деревини, впливу трелювання на ґрунтовий покрив, а також методів

запобігання ерозійним процесам. Основну увагу приділяли гірським лісам та методам зниження негативного впливу ерозії на гірських схилах [2]. Аналізували результати наукових досліджень і досвід лісозаготівлі із застосуванням протиерозійних заходів у розвинених країнах за останнє десятиріччя. На основі аналізу літературних джерел складено аналітичний огляд, що висвітлює наступні питання: пошкодження ґрунтової поверхні за лісосічних робіт; формування ґрунтових наносів, забруднення лісових водотоків; моделювання процесів впливу опадів на ерозію лісових ґрунтів; застосування ГІС і методів сканування в лісогосподарській практиці; вплив лісових доріг на навколишнє природне середовище та методи їх планування; практичні заходи щодо зниження впливу лісозаготівлі на ґрунт.

Аналіз ділянок лісосічного фонду здійснювали за площею, обсягом заготовленої деревини та періодами проведення. Рельєф ділянок оцінювали за експозицією (північна, південна) та стрімкістю схилів (пологі до 10°, спадисті 11–20°, стрімкі 21–30° на південних і 21–35° на північних схилах, дуже стрімкі понад 30° на південних і 35° на північних схилах) [4].

Технологічний процес лісосічних робіт аналізували за засобами трелювання деревини (трактори, гужовий транспорт, канатні установки) та часткою їх застосування під час підтрелювання до магістрального волока.

Інформацію про мережу трелювальних волоків (магістральні, пасічні 1 і 2 порядку) встановлювали на підставі даних технологічних карт і аналізу схем технологічного процесу розробки лісосік. Статистично визначали залежності протяжності магістральних та пасічних волоків від площі лісосіки. Встановлювали фактичні виробничі показники середніх віддалей підтрелювання деревини та відстані їх транспортування до навантажувальних майданчиків.

Вивчення трелювальних волоків у межах водозборів проводили на дослідних об'єктах у областях карпатського регіону. Характерні ділянки лісового фонду вибирали з урахуванням природних (розташування, стрімкість схилів, водотоки) та виробничих (обсяги лісозаготівлі, способи рубок, техніка) ознак [6].

Для визначення розміщення волоків використовували ГІС і дистанційне зондування Землі. Високороздільні знімки Google Earth обробляли в системі QGIS за допомогою плагіна «Quick Map Services», що дозволяло завантажувати відкриті карти і супутни-

кові знімки. Просторова роздільна здатність 0,5 м дозволяла детально ідентифікувати трельовальні волокни та створювати електронні карти для комп'ютерного аналізу їх просторових характеристик. Недоліком використання супутникових знімків з відкритих джерел є їх тривалий час актуалізації, що може впливати на точність інформації про мережу волоків після нещодавніх лісосічних робіт.

Основним аспектом досліджень є вибір модельної території для довготривалих досліджень та демонстрації. Враховували такі чинники:

- природно-виробничі умови, характерні для Карпат;
- можливість попередження чи локалізації ерозійних процесів;
- оптимальна віддаль від шляхів та лісових автодоріг;
- доступність для досліджень та демонстрацій (навчання фахівців, екологи, громадські організації, місцеве населення).

Модельну територію вибрали у Манявському лісництві філії «Осмолодське лісове господарство» ДП «Ліси України». Зібрані основні показники: місце розташування (урочище, квартал, типи насаджень, вікова структура, рельєф, наявність зрубів, волоків, навантажувальних пунктів). Для зйомки використовували БПЛА Mavik-2 Pro з геодезичною точністю. Основним картографічним матеріалом був ортофотоплан. Маршрут зйомки планували в програмі Drone Deploy.

Опрацювання даних для створення ортофотоплану проведено в Agisoft Photo Scan.

Отриманий ортофотоплан відтворює просторову модель місцевості, дозволяючи детально встановити розташування насаджень, зрубів та дорожньої мережі. Визначено параметри наявних волоків, які використовували раніше. Через верхні частини гірських схилів проходить лісова автодорога, до якої безпосередньо примикає заліснений малий водозбір гірського потоку, який розташований в лісовому фонді. Схему розташування досліджуваної модельної території представлено на рисунку 1.

Половина водозбору має незначну кількість трельовальних волоків та деревостанів, де можливі рубки. Вздовж потоку є широка смуга лісу, що забезпечує залишення смуги фільтрації. Оскільки трельовальні волокни не виходять до гідрологічної мережі, значних ерозійних процесів немає. Інша половина водозбору вкрита стиглими деревостанами та вирубаніми ділянками, на яких спостерігаються ерозійні процеси [8].

Обробку і аналіз отриманих даних польових досліджень проводили з використанням сучасних методів математичної статистики.

**Результати дослідження та обговорення.** Рельєф Карпат впливає на формування лісового середовища і вибір технологій лісозаготівлі. Гірські схили ускладнюють проведення лісосічних робіт і потребують спеціальної техніки. Класифікація рельєфу допомагає визначити необхідність машин та планування робіт. На схилах із високою стрімкістю зростає складність будівництва доріг і волоків, що збільшує вартість деревини і трудомісткість загалом [3, 11, 12].

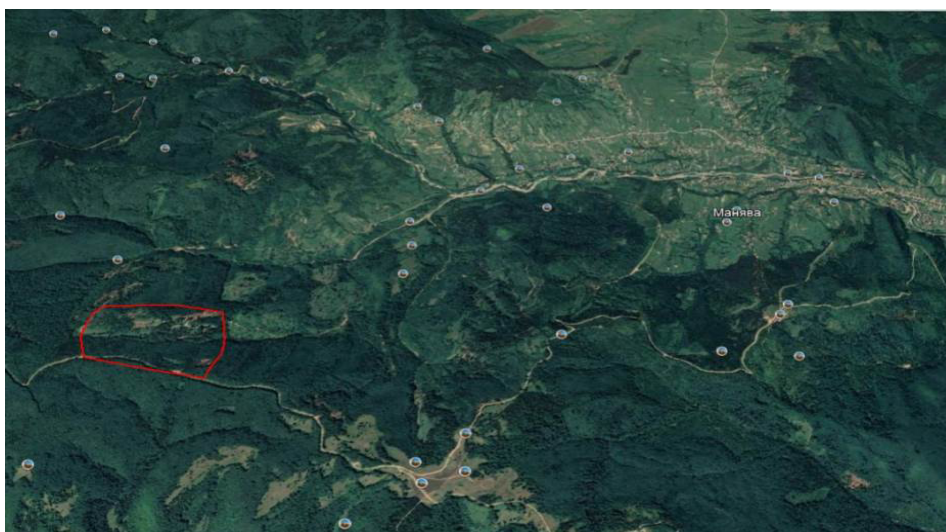


Рис. 1. Схема розташування модельної території.

Примітка: результати власних досліджень.

Середня відстань трелювання деревини, яка є важливим технологічним показником, що впливає на ефективність технології лісозаготівлі, тісно пов'язана з особливостями рельєфу. Цей показник визначали за допомогою аналізу річного лісосічного фонду п'яти філій ДСПП «Ліси України» карпатського регіону. Дослідженням охоплено близько 150 лісосік головного користування та 90 лісосік, де проводили рубки, пов'язані з веденням лісового господарства (табл. 1).

Значна частина заготівлі деревини (понад 50 %) відбувається в горбисто-гірському рельєфі, де доступ до лісосічного фонду ускладнений. У гірських районах третина загального обсягу заготівлі обумовлена відсутністю транспортного доступу. Це призводить до високих витрат на будівництво шляхів та збільшення собівартості заготівлі деревини. Середні віддалі трелювання показують опосередкований шлях від місця рубки до

найближчої лісової дороги, що виявляється значно більшим за оптимальні значення для гусеничних тракторів, перевищуючи їх у дватри рази (рис. 2).

У горбистому рельєфі середня відстань трелювання деревини становить 0,87 км, зростає до 1,38 км у горбисто-гірському рельєфі і до 1,16 км в гірському рельєфі. Ця тенденція характерна і для рубок у лісовому господарстві. У гірському рельєфі менша середня відстань трелювання, що може пояснюватися складністю освоєння та концентрацією лісосік поблизу наявних лісових доріг через нестабільну транспортну мережу.

Аналіз рельєфних умов філії «Чернівецьке лісове господарство» ДП «Ліси України» засвідчує про їх різноманітність та суттєвий вплив на лісоексплуатаційну діяльність підприємства, зокрема і на собівартість заготівлі деревини. Розподіл освоєних ділянок за стрімкістю схилів подано на рисунку 3.

Таблиця 1 – Обсяги рубок у різних типах рельєфу (чисельник – кількість, м<sup>3</sup>; знаменник – %)

Тип рельєфу	Всього заготовлено деревини	Рубки головного користування		Рубки, пов'язані з веденням лісового господарства	
		лісосік	заготовлено деревини	лісосік	заготовлено деревини
Гірський	<u>143686</u> 32,9	<u>70</u> 22,9	<u>79043</u> 30,4	<u>232</u> 29,1	<u>64643</u> 36,6
Горбисто-гірський	<u>233427</u> 53,5	<u>179</u> 58,7	<u>147694</u> 56,9	<u>390</u> 49,1	<u>85733</u> 48,5
Горбистий	<u>59195</u> 13,6	<u>56</u> 18,4	<u>32905</u> 12,7	<u>173</u> 21,8	<u>26290</u> 14,9
Разом	<u>436308</u> 100	<u>305</u> 100	<u>259642</u> 100	<u>795</u> 100	<u>176666</u> 100

Примітка: сформовано авторами на основі джерела [3].

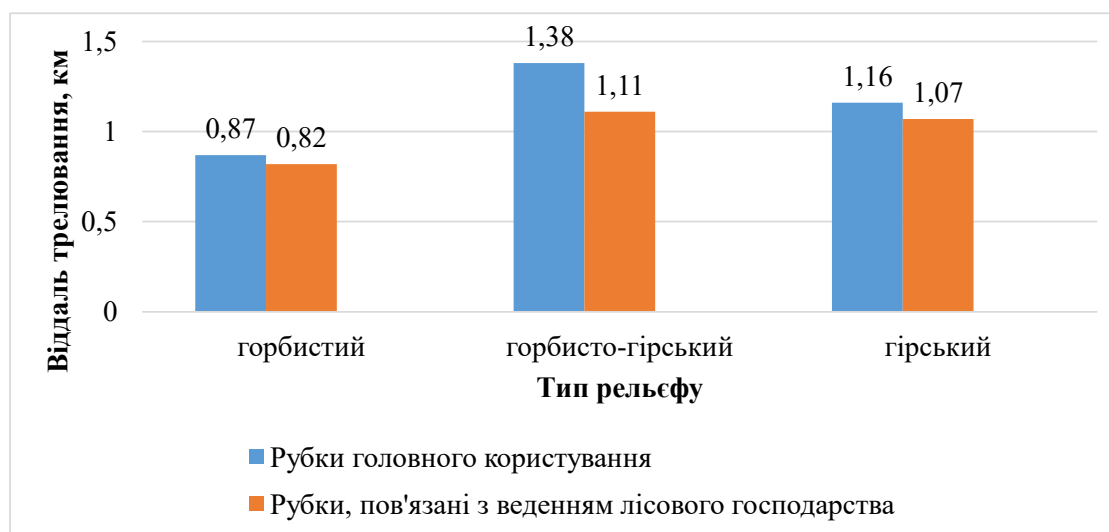


Рис. 2. Середні віддалі трелювання деревини в різних рельєфних умовах.

Примітка: сформовано авторами на основі джерела [3].

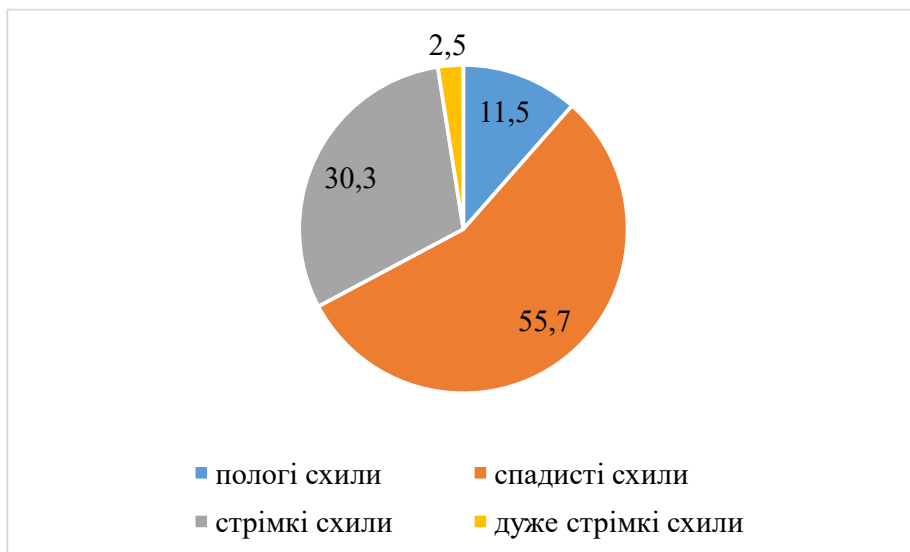


Рис. 3. Розподіл ділянок за умовами рельєфу, %.

Встановлено, що 55,7 % їх розташовано на спадистих (11–20°) схилах та 11,5 % – на пологих (до 10°) схилах, що не становить особливих проблем у виборі технології лісосічних робіт. На третині ділянок (30,3 %) рубки проводили у складних рельєфних умовах на стрімких і лише на 2,5 % від усіх ділянок – на дуже стрімких схилах.

Щодо експозицій, які суттєво впливають на лісовідновні процеси, спостерігається перевага ділянок, розташованих на північних схилах – 57,9 %. Аналіз застосовуваної на підприємстві техніки та технології лісозаготівлі проводили на основі інформації по лісових ділянках. Отримані результати подано в таблиці 2.

Наведені дані таблиці 2 вказують, що частка гусеничної техніки становить 53,7 %, а колісної – 12,7 %. Досить значний відсоток

(34,5 %) використання на підприємстві гужового транспорту.

Дослідження трелювання деревини гужовим транспортом розглянуто на прикладі філії «Верховинське ЛГ» ДСГП «Ліси України» (рис. 4).

Розподіл освоєних рубками ділянок різними типами механізмів представлено на рисунку 5, із якого видно, що на рубки головного користування припадає 88,7 %, які розробляли із використанням гусеничних тракторів та лише 10,7 % – колісними тракторами. Водночас, при РФіОЛ на половині ділянок (50,7 %) використовували гужовий транспорт, а гусеничними тракторами розроблено 36,7 % лісових ділянок.

Про розвиток лісотранспортної мережі на території підприємства певною мірою свідчать показники середньої віддалі трелювання деревини (рис. 6).

Таблиця 2 – Розподіл ділянок за типом застосовуваних засобів на трелюванні деревини

Вид рубки	Гусеничні трактори		Колісні трактори			Гужовий транспорт	Всього ділянок
	ТДТ-55	ТДТ-75	МТЗ-1221	МТЗ-82.1	ЛКТ-81		
РГК	$\frac{170}{86,7}$	$\frac{4}{2,0}$	$\frac{16}{8,7}$	$\frac{2}{1,0}$	$\frac{2}{1,0}$	$\frac{1}{0,6}$	$\frac{195}{100}$
РФіОЛ	$\frac{135}{36,2}$	$\frac{2}{0,5}$	$\frac{35}{8,7}$	$\frac{6}{1,3}$	$\frac{10}{2,6}$	$\frac{191}{50,7}$	$\frac{379}{100}$
Інші	$\frac{2}{18,2}$	-	-	-	-	$\frac{9}{81,8}$	$\frac{11}{100}$
Разом	$\frac{309}{52,7}$	$\frac{6}{1,0}$	$\frac{50}{8,5}$	$\frac{7}{2,2}$	$\frac{12}{2,0}$	$\frac{201}{34,5}$	$\frac{585}{100}$

**Примітка:** в чисельнику – кількість ділянок, освоєних певним видом техніки; в знаменнику – частка ділянок, %.



Рис. 4. Трелювання деревини кіньми в умовах філії «Верховинське лісове господарство» ДСГП «Ліси України» (фото Кімейчука І.В.).

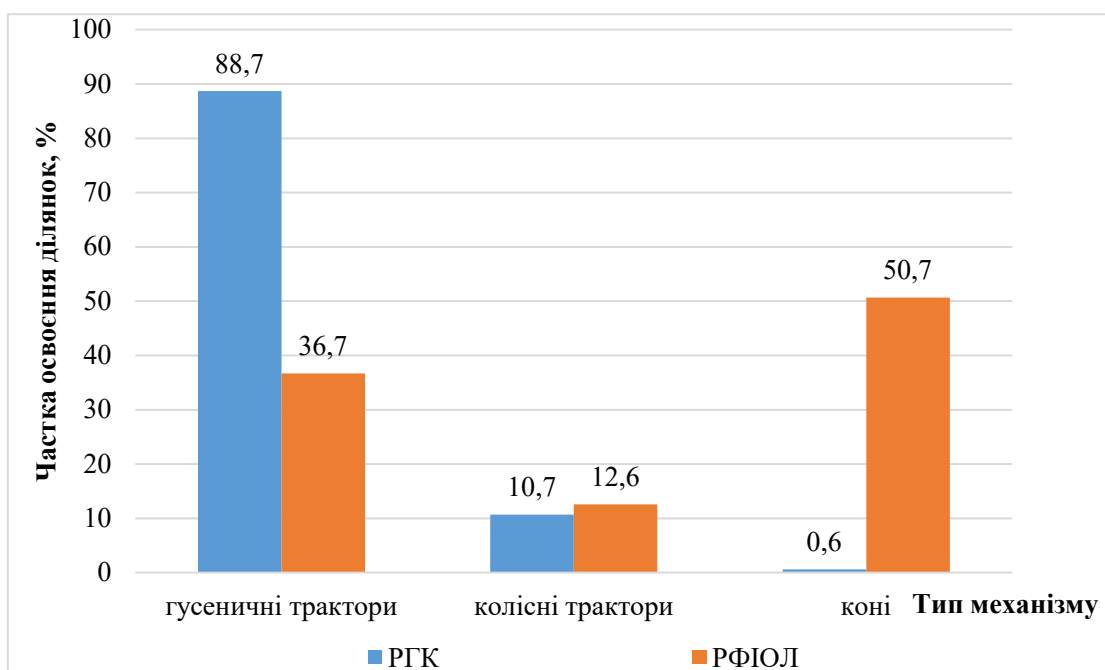


Рис. 5. Розподіл освоєних ділянок різними типами механізмів.

Подібний аналіз середніх віддалей трелювання здійснено і для гужового транспорту (рис. 7, 8). Встановлено, що на п'ятій частині ділянок, де проводили рубки, транспортування деревини кіньми здійснювали на віддаль до 50 м. Водночас відмічено значний відсоток ділянок (55,6 %), де гужовий транспорт використовували на віддалі 51–100 м. На 11,1 % об'єктів трелювання кіньми здійснювали на 201–300 м, що перевищувало рекомендовані умови застосування гужового транспорту.

У процесі гірської лісозаготівлі часто виникає потреба підтрелювання заготовленої

деревини до базового механізму. Як допоміжний засіб на підприємстві застосовували гужовий транспорт.

Наявність та розташування трелювальних волоків встановлювали за допомогою аналізу схем і техкарт. На рисунку 8 наведено інформацію щодо чисельності магістральних волоків на лісосіці.

Магістральні волоки використовують як для збору деревини у межах лісосіки, так і для її подальшого транспортування до навантажувальних пунктів. На основі аналізу схем техкарт РГК та РФіОЛ, встановлено розподіл

чисельності ділянок за часткою довжини магістральних волоків, що проходять по лісосіці, від їх загальної протяжності (рис. 9).

За аналізу трелювальних волоків магістральний волок заглиблювався на лісосіку лише до п'ятої частини своєї довжини. Водночас, лише на трьох лісосіках більше 40 % його протяжності знаходилося в межах лісосіки. Отже, здебільшого, магістральні волокни на підприємстві слугували для транспортування заготовленої деревини від лісосіки до навантажувальних пунктів. Віддалі трелювання була набагато більшою від рекомендованої для трелювальних тракторів (рис. 10).

На противагу використанню для трелювання деревини тракторів чи коней останнім

часом набуває все більшої актуальності застосування канатних установок, які навішують на трактори (рис. 11).

Для гірських лісових територій характерна лінійна форма водної ерозії, що пов'язано із значно мінералізованими ділянками, такими як трелювальні волокни і проїзди, а також навантажувальні пункти. Автомобільні проїзди та трелювальні волокни врізаються в схили, порушуючи ґрунтову поверхню, що спричиняє утворення значних обсягів ерозії та дренажу ґрунтового стоку. Особливо небезпечними є магістральні трелювальні волокни, які за низької густоти лісових автодоріг експлуатують тривалий час, і згодом перетворюються на лінійні виїмки (яри), до яких примикає мережа пасічних волоків [13].

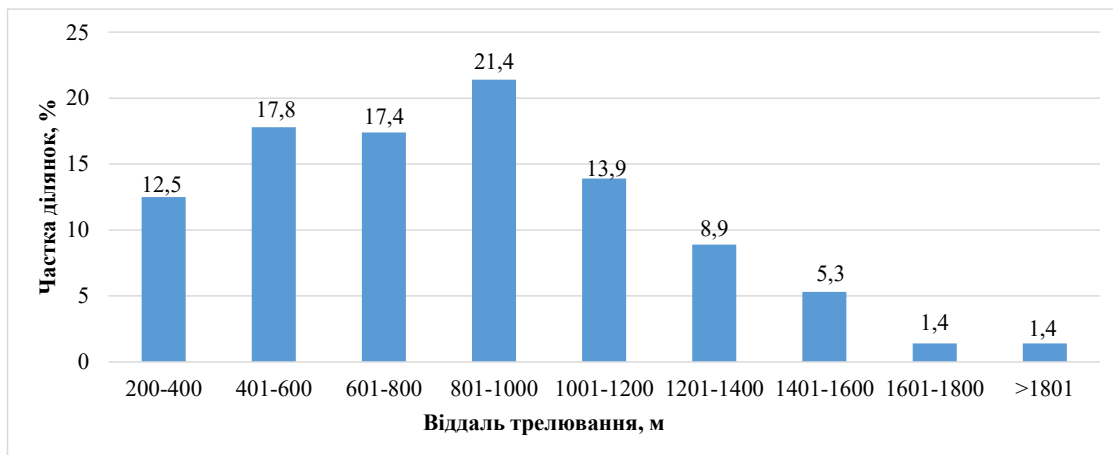


Рис. 6. Розподіл ділянок за середніми віддальми трелювання деревини тракторами.



Рис. 7. Розподіл ділянок за середніми віддальми трелювання деревини гужовим способом.

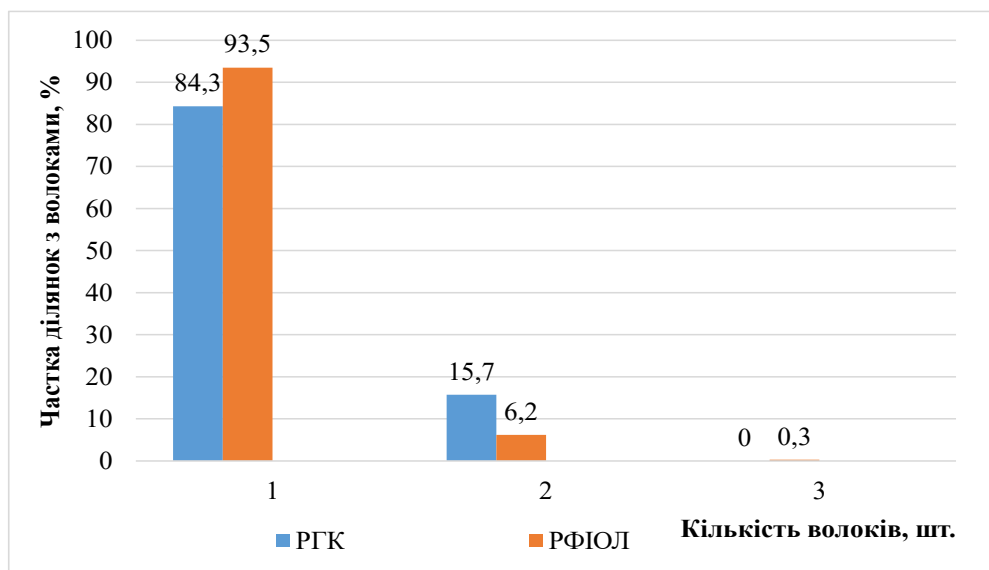


Рис. 8. Розподіл ділянок за кількістю магістральних волоків.

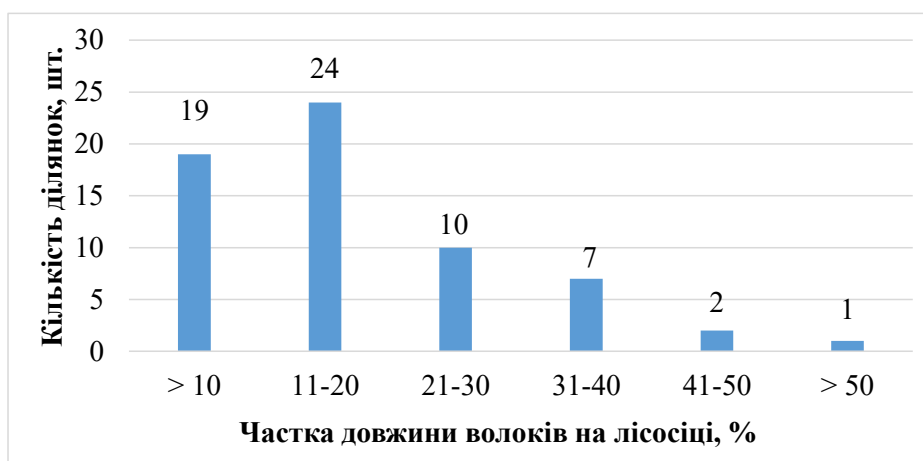


Рис. 9. Розподіл ділянок за часткою протяжності на них магістральних волоків.

Дослідження, проведені впродовж останніх 30–40 років свідчать, що на пошкодження ґрунту і об'єми експлуатаційної ерозії значною мірою впливають способи головних рубок, внутрішньолісосічна організація робіт, сезон лісозаготівель та способи трелювання [14, 15].

Результати обстежень лісосік і свіжих вирубок показали, що в умовах однакової технології лісозаготівель частка пошкодженої поверхні ґрунту за суцільних рубок у середньому в 1,2 рази більша, ніж за рівномірно-поступових рубок і в два рази більша порівняно із добровільно-вибірковими.

Зимове освоєння лісосік зменшує частку пошкодженої поверхні ґрунту в середньому у два рази порівняно із розробкою в безсніжний сезон року, а об'єм експлуатаційної ерозії відповідно в 1,5 рази [16]. Дослідження внутрішньолісосічної організації робіт на прикладі лісосік у буково-дубових лісах засвідчили, що під час пересування трелювального трактора по волоках із рідкими з'їздами на позаволокові ділянки ґрунту був пошкоджений на 17 % площі лісосіки, із частими – на 67 %, а за безсистемного пересування – на 87 %. Встановлено, що найменше пошкоджується ґрунт за підвісного трелю-

вання – канатними установками (пересічно на 6 % площі лісосіки), трохи більше – за напівпідвісного канатного трелювання з кінним підтрелюванням (11 %), значно сильніше – за тракторного трелювання (до 21 %) і найбільше – у разі зрідка застосовуваному напівпідвісному спуску деревини із тракторним підтрелюванням (майже до 40 %) [4, 17]. Ступінь порушення ґрунтового покриву передусім залежить від двох основних способів трелювання – тракторного і канатного, на тлі яких вплив інших чинників значно нівелюється.

Основним проявом негативного впливу трелювальних волоків на лісове середовище є порушення ґрунтового покриву за їх підготовки та в процесі трелювання по них деревини. Загалом, на волоки припадає від 50 до 70 % від загального обсягу лісоексплуатаційної ерозії, що проявляється під час лісосічних робіт. Значна насиченість площі волоками призводить до збільшення обсягу ерозійних процесів, прояви яких спостерігаються тривалий час (рис. 12). Оптимальною вважається розгалуженість волоків у межах до 150 м пог./га.



Рис. 10. Загальний вигляд тракторних волоків:  
А – в умовах філії «Осмолодське лісове господарство»;  
Б – в умовах філії «Верховинське лісове господарство» ДП «Ліси України»  
(фото Ткачук О.М., Кімейчука І.В.).





Рис. 11. Використання повітряно-трелювальної канатної установки фірми «Тайфун» для переміщення лісопродукції в умовах філії «Вигодське лісове господарство» ДП «Ліси України» (фото Ткачук О.М.).

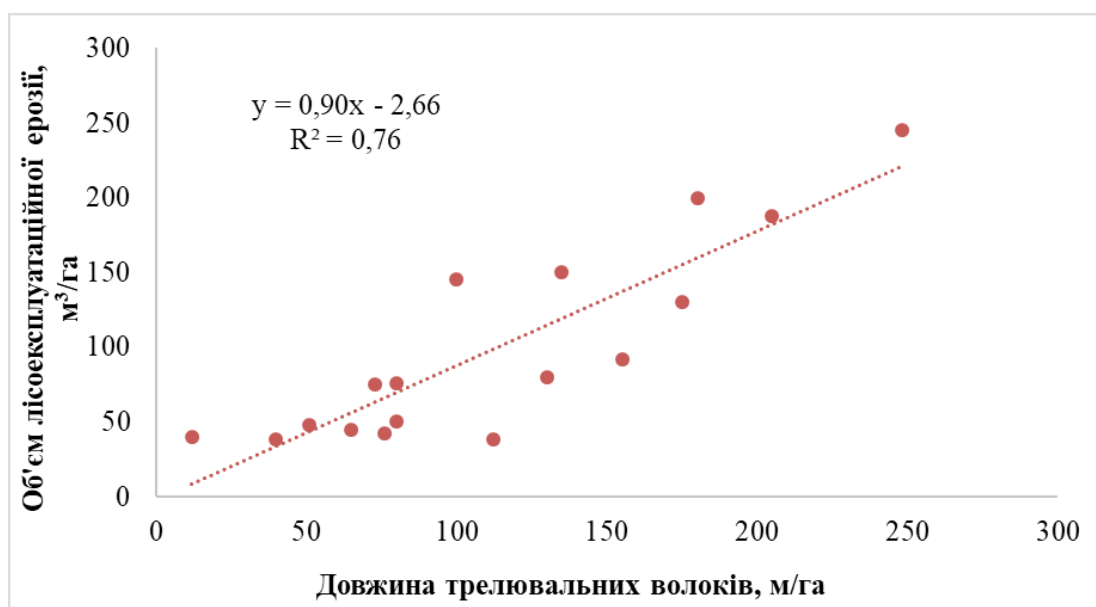


Рис. 12. Залежність обсягів лісоексплуатаційної ерозії (м³/га) від довжини волоків (м/га).

Із розгалуженістю тісно пов'язаний показник частки площі, яку займають волокни на певній ділянці. Вона може становити від 4–6 до 10–30 % площі лісосіки. Для зменшення лісоексплуатаційної ерозії рекомендується обмежувати площу, зайняту волоками, до менш ніж 15 % від загальної площі ділянки, враховуючи навантажувальні майданчики. За умови раціонально сформованої мережі трелювальних волоків спостерігаються значно менші обсяги пошкоджень лісових ґрунтів, у порівнянні із їх безсистемним прокладанням та без врахування експлуатаційних можливостей трелювальної техніки [18].

Наведене вище свідчить про те, що для всіх дослідних ділянок характерним є значні віддалі трелювання, які суттєво перевищують оптимальні значення. Другим негативним явищем є досить значна густина пасічних трелювальних волоків різного порядку. Зокрема наявна значна кількість таких волоків, віддалі між якими становить менше 20 м, а інколи і 11–13 м, що не є необхідним для застосування трелювальних тракторів, оснащених технологічним устаткуванням із трелювальними лебідками.

Основним чинником, який спричиняє негативний вплив на лісове середовище під час проведення лісосічних робіт є первинне транспортування деревини, яке в регіоні Українських Карпат в переважній більшості (понад 90 %) здійснюють наземним способом. Для його проведення використовують гусеничні та колісні трактори, гужовий транспорт, для яких необхідне влаштування трелювальних волоків, а рух трелювальних засобів, що тягнуть за собою пакет круглих лісоматеріалів (стовбури чи колоди) призводить до того, що технологічний процес збору деревини на лісосіці та подальше її транспортування до верхнього складу чи навантажувального пункту, здебільшого, справляють значно більший вплив на лісовий біоценоз, ніж безпосередньо спосіб рубки. Трелювання деревини в межах лісосіки призводить до:

- пошкодження природного поновлення, що сформувалося до рубки, порушення а в ряді випадків і знесення на окремих ділянках лісової підстилки та пошкодження частини ґрунту, зокрема внаслідок його змиву;

- привнесення в природне середовище залишків палива та продуктів його згорання під час трелювання деревини;

- перетворення поверхні лісових ділянок внаслідок улаштування трелювальних волоків, які також є основними осередками концентрації поверхневих вод на лісосіках та місцями проявів ерозійних процесів [16].

Експериментальні дослідження з вивчення впливу наземного (гусеничні, колісні трактори і гужовий транспорт) та підвісного (канатні установки) трелювання на лісове середовище (деревостан, підріст і ґрунт) проводили на підібраних дослідно-виробничих ділянках в різних природно-кліматичних умовах регіону Карпат, у зоні хвойних та букових лісів.

Вивчення впливу рубки на деревостан проводили на лісосіках після її завершення. Пробні площі розмірами 100×100 м (або дві 50×500 м) закладали з таким розрахунком, щоб було охоплено не менше 200 дерев основного намету лісу [19]. В основу методичного підходу з визначення стану дерев було покладено методика, що враховувала різні категорії пошкоджень [20].

Облік дерев на пробній площі проводили з їх розподілом за породами, діаметром та ступенем пошкодження.

За станом виділяли три групи дерев. До першої групи належали непошкоджені дерева. До другої групи – дерева з пошкодження-

ми, які не зумовлюють припинення їх росту. Вона включала наступні категорії:

- 2а – дерева з обшморгнутою кроною менше 1/2 її протяжності;

- 2б – дерева з обдертою корою до 30 % по окружності стовбура;

- 2в – дерева з обдертими і обламаними скелетними коренями до 1/2 окружності стовбура;

- 2г – дерева, що мають нахил до 30° без відриву коренів;

- 2д – дерева з обламанною вершиною.

До третьої групи належали дерева із сильними травмами, тобто пошкоджені до ступеня припинення росту. Сюди віднесені наступні категорії:

- 3а – дерева з обшморгнутою кроною більше половини її протяжності;

- 3б – дерева з обдертою корою більше 30 % по окружності стовбура;

- 3в – дерева з обдертими і обламаними скелетними коренями більше половини окружності стовбура;

- 3г – повалені дерева, або такі, що мають нахил більше 30°;

- 3д – дерева із зламанним стовбуром [21].

Для вивчення впливу технології на деревостан на окремих лісосіках, що освоювали канатними установками, визначали ступінь пошкодження дерев на різних віддальх (з інтервалом через 5 м) від траси канатної установки.

Дослідники, які вивчали питання впливу різних методів трелювання на порушення ґрунту в гірських лісах Північного Ірану порівнювали різні методи трелювання, такі як волоком і колісні системи, для оцінки їх впливу на ґрунтову ерозію й руйнування родючого шару. Зокрема виявили, що методи трелювання волоком спричиняють більше пошкодження ґрунту, особливо на перезволожених ділянках, у порівнянні з колісними системами, які краще працюють на сухих ґрунтах [22].

З огляду на зазначене вище, за розробки лісосік із застосуванням наземного трелювання важливим є раціональна організація технологічного процесу, правильний вибір напрямів трелювальних волоків, а також застосування сучасних тракторів з довгодистанційними трелювальними лебідками. З огляду на важливість транспортної інфраструктури в діяльності лісового господарства в «Стратегічному плані дій з впровадження Протоколу щодо збалансованого управління лісами», який прийнятий в межах Карпатської конвенції, передбачено виконання заходів з поліпшення лісотранспортної інфраструктури гірських

лісів, зокрема шляхів первинного транспортування деревини. Також, під час планування мережі трелювальних волоків для проведення лісосічних робіт слід враховувати вимоги міжнародних документів щодо збереження біологічного різноманіття лісових екосистем, зокрема їх складових, які мають природоохоронне значення (ключові об'єкти і біотопи). Крім того, має забезпечуватися виконання комплексу заходів, спрямованих як на мінімізацію і попередження виникнення кризових явищ в місцях проведення лісосічних робіт, так і на їх усунення ефективними та екологічно і економічно прийнятними методами [23, 24].

**Висновки.** В сучасних умовах, для яких характерні негативні тенденції кліматичних змін, надзвичайно загострюються глобальні екологічні проблеми, з якими пов'язана і лісозаготівля. Тому забезпечення стабільності, життєвості і раціонального використання багатofункціональності лісів, а також запровадження практичних заходів із зниження впливу лісосічних робіт на довкілля є важливим і актуальним завданням.

Лісокористування, зокрема в карпатському регіоні, має базуватись на застосуванні природоошадних технологій і систем лісових машин у поєднанні із заходами з попередження ерозійних процесів на гірських схилах та облаштуванням ефективною лісотранспортної мережі.

Рельєф Карпат значно впливає на вибір технологій лісозаготівлі через стрімкість схилів, що знижує продуктивність трелювальних тракторів і погіршує захисні функції ґрунту та водно-регулюючі властивості. Лісові дороги та трелювальні волоки стають основними джерелами ґрунтової ерозії, що забруднює лісові водоймища. Горбисто-гірський рельєф потребує трелювання на відстані 0,87 км по тракторних волоках, що значно перевищує оптимальні значення для гусеничних тракторів, особливо на стрімких схилах. Одним із чинників, які знижують віддалі трелювання, є неоптимальна дорожня інфраструктура в Українських Карпатах, менша у 2,5–4,0 рази в порівнянні з іншими європейськими країнами.

Проведений аналіз технологічних карт розроблення лісосік дає підставу стверджувати, що:

- на первинному транспортуванні деревини переважно застосовують гусеничні та колісні трелювальні трактори, частка яких, в середньому становить відповідно 44,6 і 39,4 %, а гужовий транспорт використовують,

здебільшого, на рубках формування і оздоровлення лісів;

- віддалі трелювання деревини значно перевищують рекомендовані значення для згаданих вище видів техніки;

- спостерігається подання в техкартах технологічних схем розробки лісосік в спрощеному вигляді без дотримання масштабу, утруднюючи у такий спосіб можливість встановлення достовірних даних про мережу трелювальних волоків, місця розташування і види природоохоронних заходів тощо;

- у переважній більшості техкарт, особливо останніх років, передбачено низку природоохоронних заходів, які умовно можна поділити на лісівничі, ґрунтозахисні та екологічні. Однак, спостерігається істотна відмінність в їх кількості і видах у різних лісових підприємствах;

- в техкартах не повною мірою відображено аспекти раціонального розташування трелювальних волоків на лісосіках, зокрема щодо гідрологічної мережі, що є основною метою мінімізації негативного впливу лісозаготівлі на лісове середовище;

- назріла необхідність внесення у техкарти відповідних позицій, які сприятимуть вдосконаленню порядку планування лісозаготівлі та контролю за її проведенням з урахуванням лісівничо-екологічних аспектів.

Дослідження із встановлення наявності та особливостей розташування трелювальних волоків на гірських схилах показали, що:

- процес планування мережі трелювальних волоків, більшою мірою, залежить від суб'єктивних чинників, ніж від рельєфно-гідрологічних умов, про що свідчить відсутність раціональних схем розташування трелювальних волоків на лісосіках;

- характерним є наявність значних відстаней трелювання деревини по магістральних волоках, які зазвичай, перевищують рекомендовані;

- спостерігається надзвичайно густа мережа пасічних волоків, для більшості з яких віддаль між ними становить до 60 м, за наявності непоодиноких випадків віддалі меншої ніж 20 м, що підтверджує неефективне використання технологічного обладнання застосовуваних трелювальних тракторів оснастки;

- за раціонального влаштування волоків, порівняно із безсистемним, відмічаються наступні переваги: в 1,7 рази зменшується протяжність магістральних волоків; в 6,1 рази зменшується кількість волоків, віддаль між якими становить до 20 м та в 1,6 рази – віддаль між якими від 20 до 40 м; у 2,9 рази

збільшується кількість волоків, віддалі між якими становить 41–60 м.

Для застосовуваних трелювальних тракторів наявна можливість забезпечення влаштування трелювальних волоків на віддалі 50–60 м між ними, яка може бути збільшена за використання більш сучасних тракторів.

У процесі оцінки мережі трелювальних волоків та під час проведення досліджень з цієї проблеми актуальним і доцільним є використання сучасних приладів, зокрема БПЛА, і можливостей ГІС та методів ДЗЗ, що дозволяє підвищити оперативність отримання інформації, якість наукових досліджень та ефективність управлінських рішень.

На виникнення ерозії ґрунту впливають різні способи технології лісосічних робіт. За освоєння лісосік тракторами площа пошкодженого ґрунту майже в два рази більша, ніж за використання канатних установок, а об'єм лісоексплуатаційної ерозії відповідно більший у сім разів. Це зумовлюється наявністю волоків, які є невід'ємним елементом тракторного трелювання. Відновлення фізичних та інфільтраційних властивостей ґрунту, порушених лісоексплуатаційними роботами, залежить від інтенсивності лісовідновних процесів, а саме: на ділянках із добрим формуванням молодняків властивості ґрунту значно поліпшуються, а в місцях із слабкими лісовідновними процесами, особливо на магістральних волоках, залишаються в погіршеному стані.

Враховуючи надзвичайну актуальність вирішення проблеми екологізації лісокористування і зниження обсягів ерозійних процесів за проведення лісосічних робіт доцільним є продовження наукових досліджень щодо акцентування уваги на розробці та запровадженні практичних заходів із запобігання розвитку ерозійних процесів в гірських лісах.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гуменюк Ю.В. Сучасні технології та технологічні процеси гірської лісозаготівлі. Сучасні виклики і актуальні проблеми лісівничої освіти, науки та виробництва: матеріали I Міжнародного науково-практичного інтернет-конференції. Біла Церква, 2021. С. 169–172.
2. Ткачук О.М., Кириленко Я.О. Лісоексплуатаційна ерозія ґрунту при трелюванні деревини у гірських лісах Українських Карпат. Сучасний стан, проблеми і перспективи лісівничої освіти, науки та виробництва: матеріали IV Міжнародного науково-практичного інтернет-конференції. Біла Церква, 2024. С. 48–53.
3. Кудра В.С. Особливості вибору технології лісозаготівлі при гірському рельєфі. Сучасні

виклики і актуальні проблеми лісівничої освіти, науки та виробництва: матеріали I Міжнародного науково-практичного інтернет-конференції. Біла Церква, 2021. С. 174–177.

4. Олійник В.С., Ткачук О.М. Зміни ґрунтозахисних властивостей лісів Передкарпаття під впливом вибіркового і суцільного рубання. Науковий вісник НЛТУ України. Вип. 26.1. 2016. С. 8–16.

5. Вітер Р.М. Вплив гусеничних трелювальних тракторів на стан підросту в гірських лісах Українських Карпат. Науковий вісник НЛТУ України: збірник науково-технічних праць. Львів: РВВ НЛТУ України. 2017. Вип. 27(1). С. 22–24.

6. Олійник В.С., Вітер Р.М. Ґрунтозахисна роль лісу на водозборах Карпат. Наукові праці Лісівничої академії наук України. 2017. Вип. 15. С. 27–32.

7. Шкіря Т.М. Технологія і машини лісосічних робіт. Львів: УкрДЛТУ, «Тріада плюс», 2003. 352 с.

8. Шкіря Т.М., Кий В.В., Сойма І.В., Цимбалюк Ю.І. Щодо екологічно невиснажливих засобів трелювання лісоматеріалів в гірській місцевості. Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість: міжвід. наук.-техн. зб. Львів: УкрДЛТУ, 1999. Вип. 26. С. 58–62.

9. Кий А.В., Адамовський М.Г. Проблеми тракторного трелювання деревини у гірських умовах. Науковий вісник: збірник науково-технічних праць. Секція «Лісоексплуатація». Національний лісотехнічний університет України. 2006. Вип. 16.6. С. 69–73.

10. Коржов В.Л., Кудра В.С., Кокоць С.Ю. Лісівничо-екологічна ефективність використання мобільної канатної установки LARIX-3T. Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць. Львів: РВВ НЛТУ України, 2014. Вип. 24.8. С. 174–181.

11. Рекомендації з удосконалення технології лісозаготівлі при різних способах рубок в гірських лісах Українських Карпат / В.Л. Коржов та ін. Івано-Франківськ: Просвіта, 2017. 52 с.

12. Правила рубок головного користування в гірських лісах Карпат: затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 22 жовтня 2008 р. № 929. 12 с.

13. Коржов В.Л. Особливості гідрологічної ролі гірських лісових територій у разі виникнення паводків. Науковий вісник НЛТУ України. Збірник науково-технічних праць. Національний лісотехнічний університет України. 2015. Вип. 25.3. С. 9–17.

14. Коржов В.Л. Дати оцінку впливу на лісове середовище систем машин і механізмів при рубках головного користування в лісах Карпат: звіт про НДР (остаточний) № держреєстрації 0105U4007526. Івано-Франківськ, УкрНДДГірлік, 2009. 247 с.

15. Bybluk N., Styranivsky O., Korzhov V., Kudra V. Timber harvesting in the Carpathians: ecological problems and methods to solve them. Journal of forest science. 2010. No 56 (7). P. 333–340.

16. Олійник В.С. Гідрологічна роль лісів Українських Карпат: монографія. Івано-Франківськ: НАІР, 2013. 232 с.

17. Библюк Н.І. Лісотранспорт в Українських Карпатах: головні етапи і тенденції розвитку. Наук. вісник УкрДЛТУ: Лісова інженерія: техніка, технологія і доквілля. Львів: УкрДЛТУ, 2004. Вип. 14.3. С. 183–194.

18. Коржов В.Л., Кудра В.С. Лісівничо-екологічні аспекти роботи агрегатних машин на гірській лісозаготівлі в Українських Карпатах. Наукові праці Лісівничої академії наук України. 2012. Вип. 10. С. 242–247.

19. Олійник В.С. Класифікація пошкоджень ґрунту під час лісозаготівель в Карпатах. Науковий вісник Чернівецького університету. 1998. С. 13–20.

20. Методичні підходи до удосконалення технології гірської лісозаготівлі з урахуванням екологічних вимог / Н. Библюк та ін. Науковий вісник Національного аграрного університету. Київ: НАУ, 2002. Вип. 54. С. 128–137.

21. Визначення оптимального кута прикладання тягового зусилля трельовального засобу «Крокуючі сани» / Б.О. Магура та ін. Вісник ХНАДУ. 2023. Вип. 101. Т. 2. С. 121–128.

22. Магура Б.О., Кий В.В. Патент на корисну модель UA 109011, МПК В60Р 3/41 (2006.01), В62D 63/08 (2006.01). Малогабаритний трельовальний засіб «Крокуючі сани». Заявник і власник патенту Національний лісотехнічний університет України. № u 2016 00976; заявл. 08.02.2016; опубл. 10.08.2016. Бюл. № 15.

23. Ramin Naghdi, Ahmad Solgi, Eric K. Zenner. Soil disturbance caused by different skidding methods in mountainous forests of Northern Iran. *International Journal of Forest Engineering*. 2015. 26(3). P. 212–224. DOI: 10.1080/14942119.2015.1099814.

24. Механізація і транспортування лісу: інноваційні підходи у лісоексплуатації та лісогосподарських роботах / О.С. Ситник та ін. Агробіологія. 2024. № 1. С. 153–159. DOI: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-153-159.

## REFERENCES

1. Humeniuk, Yu.V. (2021). Suchasni tekhnologii ta tekhnolohichni protsesy hirs'koi lisozahotivli [Modern technologies and technological processes of mountain logging]. *Suchasni vyklyky i aktualni problemy lisivnychoi osvity, nauky ta vyrobnytstva: materialy I Mizhnar. nauk.-prakt. internet-konf.* [Modern challenges and actual problems of forestry education, science and production: materials of the 1st International. science and practice Internet conf.]. Bila Tserkva, pp. 169–172.

2. Tkachuk, O.M., Kyrylenko, Ya.O. (2024). Lisoekspluatatsiina eroziia ґрунту pry treliuvanni derevyny u hirs'kykh lisakh Ukrainy Karpat [Forest exploitation soil erosion during timber trawling in the mountain forests of the Ukrainian Carpathians]. *Suchasnyi stan, problemy i perspektyvy lisivnychoi osvity, nauky ta vyrobnytstva: materialy IV Mizhnar.*

*nauk.-prakt. internet-konf.* [The current state, problems and prospects of forestry education, science and production: materials of the IV International. science and practice Internet conf.]. Bila Tserkva, pp. 48–53.

3. Kudra, V.S. (2021). Osoblyvosti vyboru tekhnolohii lisozahotivli pry hirs'komu rel'iefi [Peculiarities of the choice of logging technology in mountainous terrain]. *Suchasni vyklyky i aktualni problemy lisivnychoi osvity, nauky ta vyrobnytstva: materialy I Mizhnar. nauk.-prakt. internet-konf.* [Modern challenges and actual problems of forestry education, science and production: materials of the 1st International. science and practice Internet Conf.]. Bila Tserkva, pp. 174–177.

4. Oliinyk, V.S., Tkachuk, O.M. (2016). Zminy ґruntozakhysnykh vlastyvostei lisiv Peredkarpattia pid vplyvom vybirkovykh i sutislnykh ruban [Changes in the soil protective properties of Precarpathian forests under the influence of selective and continuous felling]. *Naukovyj visnyk NLTU Ukraïny* [Scientific bulletin of UNFU]. Vol. 26.1, pp. 8–16.

5. Viter, R.M. (2017). Vplyv husenychnykh treliuvalnykh traktoriv na stan pidrostu v hirs'kykh lisakh Ukrainy Karpat [The influence of crawler tractors on the state of undergrowth in the mountain forests of the Ukrainian Carpathians]. *Naukovyj visnyk NLTU Ukraïny: zbirnyk naukovo-tehnichnykh prac'* [Scientific bulletin of UNFU: collection of scientific and technical works]. Lviv, RVV NLTU of Ukraine, Vol. 27(1), pp. 22–24.

6. Oliinyk, V.S., Viter, R.M. (2017). ґruntozakhysna rol lisu na vodozborakh Karpat [The soil protection role of forests in the catchments of the Carpathians]. *Naukovi prac'i Lisivnychoi akademii nauk Ukraïny* [Scientific works of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine]. Vol. 15, pp. 27–32.

7. Shkiriya, T.M. (2003). Tekhnolohiia i mashyny lisosichnykh robit [Logging technology and machines]. Lviv, UkrDLTU, Triada plus, 352 p.

8. Shkiriya, T.M., Kyi, V.V., Soima, I.V., Tsybaliuk, Yu.I. (1999). Shchodo ekolohichno nevysnazhlyvykh zasobiv treliuvannya lisomaterialiv v hirs'kii mistsevosti [Regarding ecologically inexhaustible means of trawling timber in mountainous terrain]. *Lisove hospodarstvo, lisova, paperova i derevoobrobna promyslovis't: mizhvid. nauk.-tekhn. zb.* [Forestry, forest, paper, and woodworking industry: interdepartment science and technology coll.]. Lviv, UkrDLTU, Vol. 26, pp. 58–62.

9. Kyi, A.V., Adamovskyi, M.H. (2006). Problemy traktornoho treliuvannya derevyny u hirs'kykh umovakh [Problems of tractor trawling of wood in mountainous conditions]. *Naukovyi visnyk. Zbirnyk naukovo-tehnichnykh prats. Sektsiia «Lisoekspluatatsiia»* [Scientific Bulletin. Collection of scientific and technical works. Section "Forestry exploitation"]. *Natsionalnyi lisotekhnichniy universytet Ukrainy* [National Forestry University of Ukraine]. Vol. 16.6, pp. 69–73.

10. Korzhov, V.L., Kudra, V.S., Kokots, S.Iu. (2014). Lisivnycho-ekolohichna efektyvnist vykorystannya mobilnoi kanatnoi ustanovky LARIX-3T

- [Forestry and environmental efficiency of using the LARIX-3T mobile rope installation]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy: zb. nauk.-tekh. prats* [Scientific bulletin of NLTU of Ukraine: coll. science and technology works]. Lviv, RVV NLTU Ukrainy, Vol. 24.8, pp. 174–181.
11. Korzhov, V.L., Kudra, V.S., Kuzyk, P.M., Tymchuk, B.I., Kokots, S.Iu., Pukman, V.V., Styranivskiy, Yu.O. (2017). Rekomendatsii z udoskonalennia tekhnolohii lisozahotivli pry riznykh sposobakh rubok v hirskykh lisakh Ukrainy Karpats [Recommendations for improving logging technology with different methods of felling in the mountain forests of the Ukrainian Carpathians]. Ivano-Frankivsk, Prosvita, 52 p.
12. Rules for main-use felling in the Carpathian mountain forests. Approved by the resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated October 22. 2008. no. 929, 12 p.
13. Korzhov, V.L. (2015). Osoblyvosti hidrohichnoi roli hirskykh lisovykh terytorii u razi vynyknennia pavodkiv [Peculiarities of the hydrological role of mountain forest areas in case of floods]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy. Zbirnyk nauko-vo-tekhnichnykh prats* [Scientific bulletin of NLTU of Ukraine. Collection of scientific and technical works]. Natsionalnyi lisotekhnichnyi universytet Ukrainy [National Forestry University of Ukraine]. Vol. 25.3, pp. 9–17.
14. Korzhov, V.L. (2009). Daty otsinku vplyvu na lisove seredovyshehe system mashyn i mekhanizmiv pry rubkakh holovnoho korystuvannia v lisakh Karpats: zvit pro NDR (ostatochnyi) № derzhreistratsii 0105U4007526 [To assess the impact on the forest environment of systems of machines and mechanisms during felling of main use in the forests of the Carpathians: report on the GDR (final) state registration number 0105U4007526]. Ivano-Frankivsk, UkrNDI-hirlis, 247 p.
15. Bybliuk, N., Styranivsky, O., Korzhov, V., Kudra, V. (2010). Timber harvesting in the Carpathians: ecological problems and methods to solve them. *Journal of forest science*. no. 56 (7), pp. 333–340.
16. Oliinyk, V.S. (2013). Hidrohichna rol lisiv Ukrainy Karpats: monohrafiia [Hydrological role of the forests of the Ukrainian Carpathians]. Ivano-Frankivsk, NAIR, 232 p.
17. Bybliuk, N.I. (2004). Lisotransport v Ukrainy Karpatakh: holovni etapy i tendentsii rozvytku [Forest transport in the Ukrainian Carpathians: main stages and development trends]. *Nauk. visnyk UkrDLTU: Lisova inzheneriia: tekhnika, tekhnolohiia i dokillia* [Sciences Herald of UkrDLTU: Forest engineering: technique, technology and environment]. Lviv, UkrDLTU, Vol. 14.3, pp. 183–194.
18. Korzhov, V.L., Kudra V.S. (2012). Lisivnycho-ekolohichni aspekty roboty ahrehatnykh mashyn na hirskaa lisozahotivli v Ukrainy Karpatakh [Forestry and ecological aspects of the operation of aggregate machines in mountain logging in the Ukrainian Carpathians]. *Naukovi pratsi Lisivnychoi akademii nauk Ukrainy* [Scientific works of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine]. Vol. 10, pp. 242–247.
19. Oliinyk, V.S. (1998). Klasyfikatsiia poskodzhen gruntu pid chas lisozahotivel v Karpatakh [Classification of soil damage during logging in the Carpathians]. *Naukovyi visnyk Chernivetskoho universytetu* [Scientific Bulletin of Chernivtsi University]. Vol. 1, pp. 13–20.
20. Bybliuk, N., Styranivskiy, O., Bybliuk, M., Boiko, M., Shchupak, A. (2002). Metodychni pidkhody do udoskonalennia tekhnolohii hirskaa lisozahotivli z urakhuvanniam ekolohichnykh vymoh [Methodical approaches to improving the technology of mountain logging taking into account ecological requirements]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho ahrarnoho universytetu* [Scientific Bulletin of the National Agrarian University]. Kyiv, NAU, Vol. 54, pp. 128–137.
21. Mahura, B.O., Bakai, B.Ia., Bilous, O.V., Karatnyk, I.R., Kyi, V.V. (2023). Vyznachennia optymalnoho kuta prykladannia tiahovoho zusyillia trelivvalnoho zasobu «Krokuiuchi sany» [Determination of the optimal angle of application of the traction force of the traction device "Walking sled"]. *Visnyk KhNADU* [Herald of the KhNADU]. Vol. 101(2), pp. 121–128.
22. Mahura, B.O., Kiy, V.V. Utility model patent UA 109011, IPC B60P 3/41(2006.01), B62D 63/08 (2006.01). Small-sized skidding device "Walking sledge" the applicant and the owner of the patent is the National Forestry University of Ukraine, no. u 2016 00976, statement 08.02.2016; published 10.08.2016. Bull. no. 15.
23. Ramin, Naghdi, Ahmad, Solgi, Eric, K. Zenner. (2015). Soil disturbance caused by different skidding methods in mountainous forests of Northern Iran. *International Journal of Forest Engineering*. Vol. 26(3), pp. 212–224. DOI: 10.1080/14942119.2015.1099814.
24. Sytnyk, O.S., Khryk, V.M., Kimeichuk, I.V., Levandovska, S.M., Masalskyi, V.P., Lozinska, T.P., Penkova, S.V. (2024). Mekhanizatsiia i transportuvannia lisu: innovatsiini pidkhody u lisoekspluatatsii ta lisohospodarskykh robotakh [Forest mechanization and transportation: innovative approaches in forest exploitation and forestry work]. *Ahrobiolohiia* [Agrobiology]. no. 1, pp. 153–159. DOI: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-153-159.

**Impact of forest exploitation on soil stability in the Ukrainian Carpathians and ways to improve it**  
**Kimeichuk I., Tkachuk O., Sitnik O.**

Evaluation of erosion processes occurring during logging is of great importance for a balanced approach to the use of natural resources and forest ecosystems preservation.

The article evaluates erosion processes during logging in the Ukrainian Carpathians. The influence of mountain topography on the risks of erosion and pollution of water streams due to the high steepness of the slopes and the need for specialized equipment for logging operations was analyzed. The need for

measures to minimize the impact of logging on the natural environment of mountain regions has been substantiated.

The study examines the influence of the hilly and mountainous terrain on the logging activities of the «Putyl Forestry», «Verkhovyna Forestry», «Osmolod Forestry» and «Chernivtsi Forestry» branches. It has been found that more than half of timber harvesting is carried out by tractor skidding. Average skidding distances significantly exceed the optimal values for transport, which complicates the process of exploitation of forest resources and increases their cost. The study shows that the company mainly uses tracked equipment for timber skidding (53.8%), wheeled equipment (11.8%) and horse-drawn transport (34.4%) to a lesser extent. The distribution of developed forest areas indicates the dominance of tracked tractors (88.7%) in final felling, and horse-drawn transport (50.7%) in forest formation and improvement fellings. The data on average distances indicate the high efficiency of tracked tractors and the use of horse-drawn transport at distances exceed-

ing the optimal values in mountainous terrain. The data show that in most areas the distance between horses skidding and a tractor does not exceed 60 meters. The length of skidding trails in the logging areas varies depending on their area, where the main skidding roads are used to transport timber to loading points.

The practical significance of the research includes requirements implementation of the «Framework Convention on Protection and Sustainable Development of the Carpathians» and the «Strategic Action Plan for the Implementation of the Protocol on Sustainable Forest Management». The introduction of modern ecological methods of preventing erosion processes on mountain slopes will contribute to greening of logging in the region and will have a significant positive effect in terms of nature conservation.

**Key words:** wood logging, timber transportation, tractor skidding, felling volume, mountain logging technology, slope steepness, average skidding distance, terrain, loading facilities.



Copyright: Кімейчук І.В., Ткачук О.М., Ситник О.С. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Кімейчук І.В.

Ткачук О.М.

Ситник О.С.

<https://orcid.org/0000-0002-9100-1206>

<https://orcid.org/0000-0002-7569-0523>

<https://orcid.org/0009-0002-2637-1849>

## АГРОНОМІЯ

УДК 633.34; 632.954; 631.92

**Фітосанітарний стан посівів сої  
за різного фунгіцидного захисту****Мостипан О.В.** , **Грабовський М.Б.** , **Павліченко К.В.** ,  
**Німенко С.С.** , **Устинова Г.Л.** *Білоцерківський національний аграрний університет*

Мостипан О.В., Грабовський М.Б., Павліченко К.В., Німенко С.С., Устинова Г.Л. Фітосанітарний стан посівів сої за різного фунгіцидного захисту. «Агробіологія», 2024. № 2. С. 96–107.

Mostypan O., Grabovskiy M., Pavlichenko K., Nimenko S., Ustynova H. Phytosanitary condition of soybean crops under different fungicide protection. «Agrobiology», 2024. no. 2, pp. 96–107.

Рукопис отримано: 30.09.2024 р.

Прийнято: 15.10.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-191-2-96-107

У статті наведено результати визначення фітосанітарного стану посівів сої за різного фунгіцидного захисту. Дослідження проводили в 2021–2023 рр. в умовах ТОВ «Саварське» Обухівського району Київської області. Схема досліду: Фактор А. Сорти. Амадеа, Ауреліна. Фактор Б. Фунгіциди. Контроль (обробка насіння та рослин водою), Максим Адванс 195 FS, ТН (1,25 л/т) (обробка насіння перед сівбою), Вайбранс RFC, т. н. (1 л/т) (обробка насіння перед сівбою), Селест топ 312.5 FS, ТН (1 л/т) (обробка насіння перед сівбою), Стандак Топ (2 л/т) (обробка насіння перед сівбою), Абакус (2 л/га) (в період вегетації), Максим Адванс 195 FS, ТН (1,25 л/т) + Абакус (2 л/га), Вайбранс RFC, т. н. (1 л/т) + Абакус (2 л/га), Селест топ 312.5 FS, ТН (1 л/т) + Абакус (2 л/га), Стандак Топ (2 л/т) + Абакус (2 л/га). Розвиток та поширення хвороб у польових умовах визначали в період першої пари справжніх листків (ВВСН 10–12) та цвітіння (ВВСН 65).

Виявлено, що у фазу першої пари справжніх листків сої (ВВСН 10–12) на контрольних ділянках, без використання фунгіцидів найбільш поширеними хворобами були альтернаріоз – 34,2 %, аскохітоз – 30,2 % і фузаріоз – 24,5 %. У фазу цвітіння (ВВСН 65) зменшився відсоток фузаріозу (20,5 %) і аскохітозу (28,3 %) та збільшилася частка альтернаріозу (35,7 %), а відсоток септоріозу в перший період обліків становив 3,1 %, у другий – 5,4 %.

Встановлено, що у сортів Амадеа і Ауреліна у фазу ВВСН 12 (перший трійчастий листок) поширеність фузаріозу, альтернаріозу і аскохітозу становила в середньому по досліді 2,2 і 2,7; 3,7 і 3,0 та 2,7 і 2,1 % за інтенсивності розвитку хвороб 3,8 і 4,0; 3,1 і 3,6 та 3,1 і 2,2 %. Проведення передпосівної обробки насіння сої фунгіцидами забезпечило зменшення розвитку фузаріозу на 83,3–88,9 %, альтернаріозу – на 85,5–90,3 % і аскохітозу – на 80,2–89,7 %, в середньому по досліджуваних сортах сої. У фазу ВВСН 65 (цвітіння) у сортів сої Амадеа і Ауреліна поширеність фузаріозу, альтернаріозу і аскохітозу становила в середньому по досліді 2,4 і 2,7; 3,5 і 3,4 та 3,2 і 2,6 %.

Найбільш ефективним у системі захисту посівів сої від фузаріозу, альтернаріозу і аскохітозу виявилось сумісне застосування передпосівної обробки насіння фунгіцидами Максим Адванс 195 FS, ТН (1,25 л/т), Вайбранс RFC, т. н. (1 л/т), Селест топ 312.5 FS, ТН (1 л/т) і Стандак Топ (2 л/т) та внесення препарату Абакус (2 л/га) під час вегетації.

**Ключові слова:** соя, сорт, фунгіциди, обробка насіння, поширеність хвороб, інтенсивність розвитку хвороб, ефективність препаратів.



**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Нині соя (*Glycine max (L.) Merrill*) – одна з найбільш економічно важливих сільськогосподарських культур і займає четверте місце в світі після кукурудзи, пшениці та рису [1]. За останні 50 років посіви сої в світі збільшилися з 23,8 до 102,4 млн га, врожайність – з 16,8 до 25,5 ц/га, виробництво – з 26,9 до 400 млн т, або в 9,8 разів, за зростання кількості населення Землі в 2,2 рази [2]. Хоча зростання урожайності частково пояснюється досягненнями у селекції цієї культури, основний чинник, який сприяє цьому – збільшення посівних площ [3]. За даними Міністерства сільського господарства США, світове виробництво сої в 2024/25 маркетинговому році становитиме 422,26 млн т, що на 5 % перевищує показник 2023/24 маркетингового року [4].

Під час росту та розвитку рослини сої зазнають впливу різноманітних стресових абіотичних та біотичних чинників, які іноді можуть значно вплинути на продуктивність посівів цієї культури. Серед них можна виділити такі як надмірна або недостатня кількість вологи, світло, температура, вплив шкідливих організмів, реакція ґрунтового середовища. Під впливом цих чинників у сої недобір врожаю може становити від 15 до 65 %. Саме тому, одним з найважливіших напрямів сільськогосподарського виробництва є захист посівів сої від несприятливих чинників [5–7].

Ураження збудниками хвороб не лише знижує посівні якості насіннєвого матеріалу, а також спричинює зменшення цінності рослинної продукції, заважає її переробці, а також споживанню через забруднення продуктами метаболізму, які досить шкідливі для людини та тварин. Загалом, захворювання людей та тварин, спричинені фузаріозними токсинами, за останні роки стали світовою проблемою [8–9].

Склад патогенного комплексу сої включає віруси, бактерії, гриби, шкодочинність яких залежить від умов довкілля, генетичних особливостей сортів і біології паразита. Їх виявляють на всіх етапах онтогенезу рослин та спричинюють значне зрідження посівів. Соя досить часто уражується одночасно декількома хворобами, що знижує урожайність насіння культури на 15–30 %, вміст білка – на 4–5 %, вміст олії – на 3–7 % [10–11].

Рослинам сої завдає шкоди значна кількість хвороб та шкідників. Лише у Європі відомо 114 видів шкідників та 43 грибних, 13 бактеріальних і 4 вірусних захворювань. Застосування високих доз добрив та гербіцидів сприяє зменшенню втрат від хвороб і

шкідників [12]. Фітопатогенні бактерії посідають місце грибної мікрофлори, все частіше спостерігається їх поширення наприкінці вегетативного сезону або сумісний паразитизм на сходах. Використання ураженого насіння становить значну загрозу для фітосанітарного стану посівів сої, особливо насіннєвих, які можуть бути джерелом для подальшого поширення інфекції. У разі значного збільшення посівних площ культури, за сприятливих умов, це може спричинити виникнення епіфітотій хвороб [13].

Слід зазначити, що жоден засіб захисту насіннєвого матеріалу або рослин не може гарантувати ефективність від бактеріальних хвороб. Також можна спостерігати побічну дію. Зокрема, всі препарати певною мірою спрямовано від бактеріальних хвороб та водночас можуть знижувати розвиток азотфіксуючих бактерій на всіх бобових культурах. У цьому випадку внесення інокулянтів є найбільш науково обґрунтованим захистом, які є природними ворогами бактерій збудників хвороб [14].

З метою усунення або зменшення впливу грибкових хвороб на рослини сої, необхідне застосування засобів захисту, одним з найефективніших є фунгіциди. Сучасні фунгіциди – це ефективні сполуки, які діють на специфічні біохімічні процеси росту та розвитку патогену, крім того стимулюють захисні механізми культурних рослин [15]. Проте варто зазначити, що використання синтетичних фунгіцидів становить небезпеку для здоров'я людини, призводить до зменшення кількості корисних мікроорганізмів у ґрунті, пошкодження водних екосистем та навіть руйнування озонового шару [16].

Фаза розвитку культури, в якій застосовують фунгіцид, значною мірою впливає на його ефективність, а також здатність пригнічувати хвороби та пов'язану з цим втрату врожаю. До того ж, зниження ефективності фунгіцидів через низку чинників, таких як несприятливі умови навколишнього середовища та застосування фунгіцидів на сортах сої, стійких до хвороб, може спричинити позитивний зв'язок між використанням фунгіцидів і втратами врожаю [17]. Слід зазначити, що фунгіциди або продукти їх розпаду, після потрапляння у ґрунт з обробленого насіння можуть перешкоджати життєдіяльності нецільових ґрунтових мікроорганізмів, особливо корисних ризосферних мікроорганізмів, що спричинить порушення біологічного балансу ґрунту [18].

Попри те що використання фунгіцидів для захисту від хвороб сої поширене в усьому світі, наразі немає чіткого розуміння необхідної тривалості їх застосування. У багатьох

країнах, де вирощують сою, використання фунгіцидів для профілактики захворювань базується на різних критеріях. Найбільш розповсюджене застосування під час фіксованої стадії росту культури, зазвичай між R3 і R5 [19]. Цей критерій, заснований на фенології, широко прийнятий, оскільки він не потребує виявлення захворювання чи діагностики, і тому його легко застосувати [20].

Дослідження, проведені в штаті Айова (США) з фунгіцидами Триазол (тебуконазол) і Стробілурін (піраклостробін), за окремого та одночасного застосування на стадіях росту R1, R3 і R5 сої, не справило імовірного впливу на урожайність зерна. У цьому дослідженні фунгіциди використовували без наявних грибкових захворювань та не мали нефунгіцидного фізіологічного наслідку чи пов'язаного з ним підвищення врожайності сої [21].

Основною стратегією захисту від грибкових патогенів у системах вирощування сільськогосподарських культур було використання позакоренових фунгіцидів, яке в Сполучених Штатах Америки підвищилося на 116 %, за період з 2005 до 2015 рр. [22]. За результатами досліджень Y. R. Kandel та ін. [23], поєднання фунгіцидів кількох груп активних речовин (двох або трьох компонентів), у порівнянні з контролем, підвищує врожайність сої на 3,0 %. Водночас, середній приріст урожайності за роки досліджень (2005–2018 рр.) становить 2,7 %. Як зауважує G.M. Bluck [24], відсутність застосування фунгіцидів у системі вирощування сої знизило урожайність зерна в 5 із 13 років досліджень (2000–2013) на 0,21–0,79 т/га, а за їх застосування підвищувалася врожайність в середньому на 0,47 т/га.

За твердженнями K. Bergman та ін. [25], слід враховувати принципи комплексного захисту від хвороб та застосовувати фунгіциди лише за високої вірогідності появи захворювань або за їх наявності. Інші вчені так само [9–13, 13, 20–23, 26–28] зазначають, що умови зовнішнього середовища та оцінку рівня експансії захворювань слід використовувати як показник до позакоренового застосування фунгіцидів на сої.

У комплексі заходів захисту сої від збудників хвороб, що передаються через посівний матеріал, важливе значення мають протруйники. Це дає можливість знищити інфекцію на насінні, захистити його під час проростання від ґрунтових патогенів. До найбільш сумісних препаратів із бульбочковими бактеріями належить Февер, 300 FS, т.к.с. (0,2–0,4 л/т), Максим XL 035 FS, т.к.с. (1,0 л/т), Вітавакс 200 ФФ, 34 % в.с.к. та інші. Чіткий комплекс всіх засобів оптимізації симбіотичних проце-

сів дозволяє сформувати потужний симбіотичний апарат та покращити фітосанітарний стан посівів, підвищити родючість ґрунту та отримати високий урожай сої з високими якісними показниками [13, 29–30].

За даними отриманими А.В. Павлице та ін. [31], фунгіцидна обробка насіння сої негативно впливала на азотфіксувальну активність бульбочок, процеси нодуляції, інтенсивність фотосинтезу і транспірації листків. При цьому ступінь ефективності варіював залежно від препарату та способу застосування. Обробка насіння за два тижні до посіву меншою мірою впливала на симбіотичний апарат, ніж протруювання одночасно з інокуляцією в день посіву, однак сильніше впливала на фізіологічний стан рослини, особливо на фотосинтез і транспірацію.

Дослідженнями Л.І. Рибаченко та ін. [32] було встановлено, що фунгіциди Февер і Стандак Топ незначною мірою пригнічують нодуляційну активність ризобій, у фазу 2-х справжніх листків сої. Тимчасом у фазу 3-х справжніх листків та бутонізації ці препарати активують процеси бульбочкоутворення та фіксації молекулярного азоту. Водночас, результати польових дослідів С.В. Омельчук і Р.А. Якимчук [145] свідчать, що застосування фунгіциду Аканто Плюс сприяло більш повній реалізації продуктивної здатності соєво-ризобіального симбіозу сої та збільшенню маси насіння на 21 % порівняно з контролем.

Найвищу врожайність сої в Західному Лісостепу України забезпечував варіант зі схемою застосування фунгіцидів Альєт, 80 % з. п. (1,5 кг/га), Пропульс, 25 % к. е. (0,8 л/га) – 37,5 ц/га, що становило 11,0 ц/га додатково до контролю. Ефективність дії досліджуваних фунгіцидів на посівах сої перевищувала 80 % від збудників септоріозу, церкоспорозу та фузаріозу, 78 % – від збудників пероноспорозу та аскохітозу і 65 % – від збудника борошністої роси [33].

Застосування фунгіцидів Амістар Екстра 280 SC (0,75 л/га), Аканто плюс 28 КС (1,0 л/га), Бампер супер 490 КЕ (1,5 л/га), Корнет 300 SC КС (0,8 л/га), Імпакт К, к.с. (0,8 л/га) у посівах сої в умовах Лісостепу України на фоні обробки насіння перед сівбою інокулянтном Ризоактив сприяє інтенсивному проходженню ростових та фотосинтетичних процесів у рослинах, в результаті чого приводить до збільшення площі листкової поверхні на 20–48 % [34].

На основі огляду літературних джерел встановлено, що питання застосування фунгіцидів в технології вирощування сої вивчено недостатньо, особливо за глобальних

змін клімату та швидкої адаптації збудників хвороб до більшості діючих речовин. Тому актуальним є підбір високоєфективних фунгіцидів для передпосівної обробки насіння та внесення по вегетуючих рослинах сої для захисту від ураження хворобами.

**Метою досліджень** було вивчення впливу фунгіцидів на поширеність та інтенсивність розвитку основних хвороб у посівах сої, а також визначення технічної ефективності препаратів.

**Матеріал і методи дослідження.** Дослідження проводили в 2021–2023 рр. в умовах ТОВ «Саварське» Обухівського району Київської області. Схема досліду: Фактор А. Сорти. 1. Амадея; 2. Ауреліна. Фактор Б. Фунгіциди. 1. Контроль (обробка насіння та рослин водою); 2. Максим Адванс 195 FS, ТН (1,25 л/т) (обробка насіння перед сівбою); 3. Вайбранс RFC, т. н. (1 л/т) (обробка насіння перед сівбою); 4. Селест топ 312.5 FS, ТН (1 л/т) (обробка насіння перед сівбою); 5. Стандак Топ (2 л/т) (обробка насіння перед сівбою); 6. Абакус (2 л/га) (в період вегетації); 7. Максим Адванс 195 FS, ТН (1,25 л/т) + Абакус (2 л/га); 8. Вайбранс RFC, т. н. (1 л/т) + Абакус (2 л/га); 9. Селест топ 312.5 FS, ТН (1 л/т) + Абакус (2 л/га); 10. Стандак Топ (2 л/т) + Абакус (2 л/га). Обробку насіння фунгіцидами проводили перед сівбою та обприскування посівів у період вегетації (до фази бутонізації) – застосовуючи робочий розчин (250 л/га) на дослідних ділянках. На контрольних варіантах проводили обробку насіння та обприскування посівів водою з розрахунку 250 л/га, у період внесення фунгіцидів. Загальна площа елементарної ділянки – 144 м<sup>2</sup>, облікової – 120 м<sup>2</sup>. Повторність досліду триразова. Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем типовий середньосуглинковий. Дослідження проводили згідно з методичними рекомендаціями [35].

Розвиток і поширення хвороб у польових умовах визначали в період першої пари справжніх листків (ВВСН 10–12) та цвітіння (ВВСН 64–66). Обліки хвороб проводили згідно з методичними рекомендаціями [36]. Імунологічну характеристику у балах стійкості визначали за найвищим за роки вивчення показником ураження. Поширення хвороб визначали за формулою 1:

$$П = \frac{n}{N} \times 100 \%, \quad (1)$$

де П – поширення хвороби, %;

n – кількість уражених рослин, шт.;

N – загальна кількість рослин у пробі, шт.;

100 % – перевідний коефіцієнт.

Розвиток хвороби розраховували за формулою 2:

$$A = \frac{[(a_1 \times n_1) + (a_2 \times n_2) + (a_n \times n_n)]}{N}, \quad (2)$$

де А – розвиток хвороби, %;

a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>, ..., a<sub>n</sub> – поширення хвороби на рослинах, %.

n<sub>1</sub>, n<sub>2</sub>, ..., n<sub>n</sub> – кількість рослин з відповідним відсотком розвитку хвороби, шт.;

N – кількість рослин у пробі, шт.

Ефективність дії препаратів визначали за формулою 3:

$$E_d = \frac{R_1 - R_2}{R_1} \times 100 \%, \quad (3)$$

де E<sub>d</sub> – ефективність дії препаратів, %;

R<sub>1</sub> – розвиток хвороби на контрольному варіанті, %;

R<sub>2</sub> – розвиток хвороби на досліджуваному варіанті, %;

100 – перевідний коефіцієнт, %.

Математичну обробку одержаних даних здійснювали за методикою дисперсійного та кореляційно-регресійного методів із використанням програми Statistika 12.0.

**Результати дослідження та обговорення.** За даними спостережень встановлено, що у фазу першої пари справжніх листків сої на контрольних ділянках, без використання фунгіцидів найбільш поширеними хворобами були альтернаріоз – 34,2 %, аскохітоз – 30,2 % і фузаріоз – 24,5 % (рис. 1).

У фазу цвітіння дещо зменшився відсоток фузаріозу (20,5 %) і аскохітозу (28,3 %), та збільшилася частка альтернаріозу (35,7 %). Відсоток септоріозу в перший період обліків становив 3,1 %, у другий – 5,4 %. Поширення інших хвороб (борошниста роса, пероноспороз, церкоспороз, бактеріоз та ін.) було незначним, їх частка не перевищувала 1,2–3,5 %. Слід зазначити, що у посівах досліджуваних сортів сої переважали грибові захворювання, відсоток бактеріозу становив у межах 1,2–2,5 %.

У середньому за три роки встановлено, що у фазу першого трійчастого листка (ВВСН 12) у сортів Амадея і Ауреліна поширеність фузаріозу, альтернаріозу і аскохітозу становила 2,2 і 2,7; 3,7 і 3,0 та 2,7 і 2,1 %, а інтенсивність розвитку – 3,8 і 4,0; 3,1 і 3,6 та 3,1 і 2,2 % (табл. 1). На контрольних варіантах поширеність цих хвороб у досліджуваних сортів сої становила 7,2 і 8,4; 12,4 і 10,3 та 8,1 і 6,8 % за інтенсивності розвитку хвороб – 6,8 і 7,3; 8,7 і 7,6 та 7,6 і 5,7 %, відповідно.

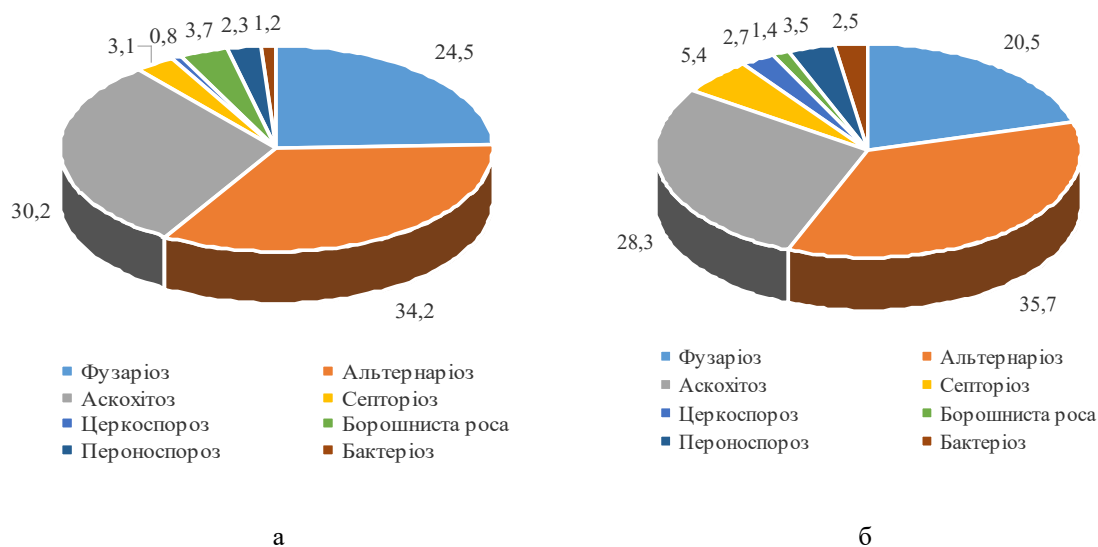


Рис. 1. Частки поширеності основних хвороб сої на контрольному варіанті (в середньому за 2021–2023 рр.), %:  
 а – у фазу першого трійчастого листка, б – у фазу цвітіння.

Таблиця 1 – Поширеність та інтенсивність розвитку основних хвороб в посівах сої у фазу першого трійчастого листка (ВВСН 12) залежно від обробки насіння фунгіцидами (середнє за 2021–2023 рр.), %

Фунгіцид	Фузаріоз		Альтернаріоз		Аскохітоз	
	пошире- ність	інтенсивність розвитку	пошире- ність	інтенсивність розвитку	пошире- ність	інтенсивність розвитку
Амадеа						
Контроль	7,2	6,8	12,4	8,7	8,1	7,6
Максим Адванс (1,25 л/т)	1,2	3,4	1,4	2,4	1,6	2,1
Вайбранс (1 л/т)	0,8	2,4	1,8	2,8	1,5	2,0
Селест топ (1 л/т)	1,0	3,2	1,4	2,5	1,1	1,8
Стандак Топ (2 л/т)	1,0	3,0	1,4	2,5	1,0	1,8
Середнє	2,2	3,8	3,7	3,1	2,7	3,1
Ауреліна						
Контроль	8,4	7,3	10,3	7,6	6,8	5,7
Максим Адванс (1,25 л/т)	1,5	3,7	1,2	2,7	1,3	1,7
Вайбранс (1 л/т)	1,0	3,0	1,5	2,8	1,0	1,4
Селест топ (1 л/т)	1,2	2,8	1,0	2,3	0,7	1,0
Стандак Топ (2 л/т)	1,3	3,4	1,0	2,4	0,7	1,0
Середнє	2,7	4,0	3,0	3,6	2,1	2,2

У перший період обліків сорт Ауреліна характеризувався вищою поширеністю та інтенсивністю розвитку фузаріозу, але меншими значеннями цих показників по альтернативі-озу і аскохітозу, порівняно із сортом Амадеа.

Передпосівна обробка насіння сої фунгіцидними протруйниками забезпечила зменшення поширеності та інтенсивності розвитку основних хвороб сої в початковий період росту і розвитку. Ефективність досліджуваних препаратів була досить високою, зокрема використання фунгіциду Максим Адванс (1,25 л/т) забезпечило зменшення збудників фузаріозу – на 80,9–83,3 %, альтернативі-озу – на 88,1–88,9 %, і аскохітозу – на 80,2–80,9 % (рис. 2).

У фунгіциду Вайбранс (1 л/т) ці показники становили 88,1–88,9; 85,4–85,5 та 81,5–85,3 %, у Селест топ (1 л/т) – 85,7–86,1; 88,7–90,3 та 86,4–89,7 %, і у Стандак Топ (2 л/т) – 84,5–86,1; 88,7–90,3 та 87,7–89,7 %.

Передпосівна обробка насіння сої фунгіцидами Максим Адванс (1,25 л/т), Селест топ (1 л/т) і Стандак Топ (2 л/т), виявилася найбільш ефективною від альтернативі-озу, Вайбранс (1 л/т) – від фузаріозу та Селест топ (1 л/т) і Стандак Топ (2 л/т) – від аскохітозу.

У фазу цвітіння (ВВСН 65) у сортів сої Амадеа і Ауреліна поширеність фузаріозу, альтернативі-озу і аскохітозу становила на контрольних ділянках 8,9 і 10,8; 17,3 і 15,4 та

13,5 і 11,2 %, за інтенсивності розвитку хвороб – 12,8 і 16,8; 14,3 і 12,6 та 10,3 і 9,1 % (табл. 2).

В середньому по сортах передпосівна обробка насіння фунгіцидами зменшувала поширеність цих хвороб до 2,6–3,2; 3,0–3,7 і 2,2–3,4 %, а інтенсивність розвитку до 3,2–4,7; 3,6–5,4 і 2,0–3,1 %. Використання під час вегетації фунгіциду Абакус (2 л/га) дозволило отримати показники поширеності фузаріозу, альтернативі-озу і аскохітозу на рівні 2,0–2,4; 2,3–2,6 і 1,8–2,3 %. Найменші значення поширеності та інтенсивності розвитку фузаріозу, альтернативі-озу і аскохітозу отримано на варіантах із застосуванням фунгіцидів для передпосівної обробки насіння сої та внесенням по вегетуючих рослинах препарату Абакус (2 л/га): 0,2–0,5 і 2,0–2,7; 0,4–0,8 і 0,4–1,1 та 0,4–1,2 і 1,2–2,0 %.

Як і в перший період обліків у фазу цвітіння сорт Ауреліна характеризувався вищими показниками поширеності та інтенсивності розвитку фузаріозу (2,7 і 4,8 %) та меншими – альтернативі-озу (3,4 і 3,5 %) і аскохітозу (2,6 і 2,5 %), порівняно з сортом Амадеа – 2,4 і 4,2; 3,5 і 4,2 та 3,2 і 3,0 %, відповідно.

У фазу цвітіння ефективність захисної дії передпосівної обробки насіння фунгіцидами від фузаріозу, альтернативі-озу і аскохітозу зменшилася і становила у межах 66,3–75,0; 76,0–82,7 і 73,2–80,4 % (рис. 3, 4).

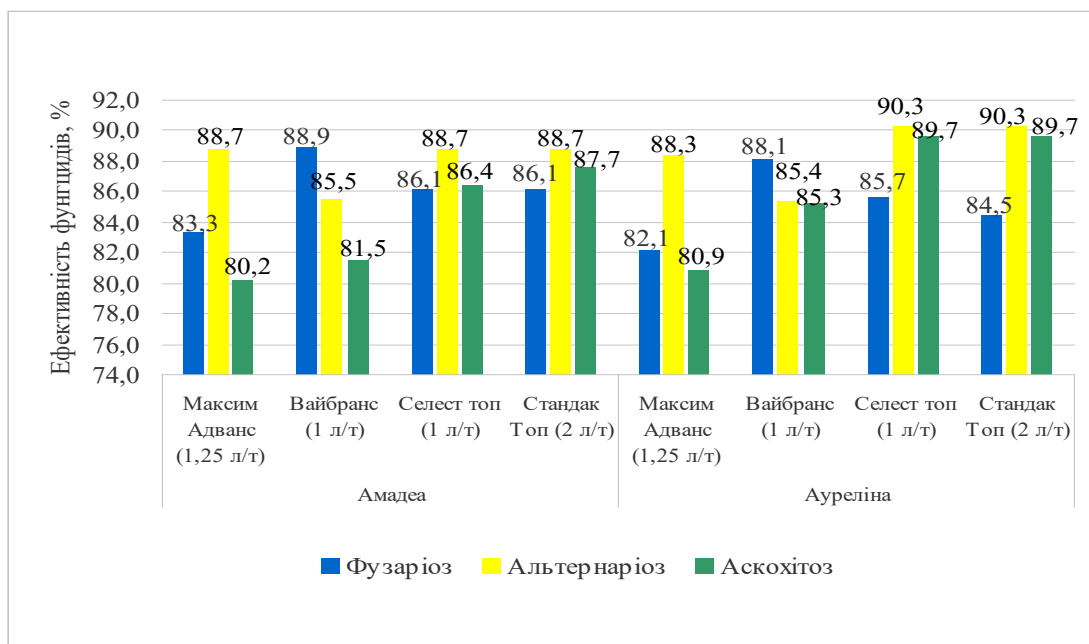


Рис. 2. Ефективність фунгіцидної обробки насіння сої у фазу першого трійчастого листка (середнє за 2021–2023 рр.), %.

Таблиця 2 – Поширеність та інтенсивність розвитку основних хвороб в посівах сої у фазу цвітіння (ВВСН 65) залежно від фунгіцидного захисту (середнє за 2021–2023 рр.), %

Фунгіцид	Фузаріоз		Альтернаріоз		Аскохітоз	
	пошире- ність	інтенсивність розвитку	пошире- ність	інтенсивність розвитку	пошире- ність	інтенсивність розвитку
Амадеа						
Контроль	8,9	12,8	17,3	14,3	13,5	10,3
Максим Адванс	2,8	4,3	3,0	4,9	3,4	2,7
Вайбранс	2,6	3,2	3,6	5,4	3,3	2,6
Селест топ	3,0	3,8	3,2	5,0	2,7	3,1
Стандак Топ	3,0	3,6	3,2	4,7	2,9	3,0
Абакус	2,0	5,4	2,6	4,1	2,3	1,8
Максим Адванс+ Абакус	0,4	2,2	0,7	0,9	1,2	2,0
Вайбранс + Абакус	0,2	2,0	0,9	1,1	1,0	1,6
Селест топ + Абакус	0,3	2,4	0,4	0,8	0,7	1,5
Стандак Топ + Абакус	0,3	2,5	0,4	0,8	0,6	1,5
Середнє	2,4	4,2	3,5	4,2	3,2	3,0
Ауреліна						
Контроль	10,8	16,8	15,4	12,6	11,2	9,1
Максим Адванс	3,2	4,7	3,2	4,1	3,0	2,6
Вайбранс	2,7	3,8	3,7	4,6	2,7	2,5
Селест топ	3,1	4,1	3,4	3,9	2,4	2,1
Стандак Топ	3,1	4,3	3,5	3,6	2,2	2,0
Абакус	2,4	4,6	2,3	3,2	1,8	1,5
Максим Адванс+ Абакус	0,5	2,5	0,6	0,8	1,0	1,4
Вайбранс + Абакус	0,3	2,1	0,8	0,9	0,7	1,6
Селест топ + Абакус	0,5	2,7	0,4	0,4	0,4	1,2
Стандак Топ + Абакус	0,4	2,6	0,4	0,5	0,5	1,3
Середнє	2,7	4,8	3,4	3,5	2,6	2,5

Ефективність внесення препарату Абакус (2 л/га) по вегетуючих рослинах сої становила 77,5 і 77,8; 85,0 і 85,1 та 83,0 і 83,9 %, відповідно у сортів Амадеа і Ауреліна. Найбільш ефективним у системі захисту посівів сої від фузаріозу, альтернаріозу і аскохітозу виявилося сумісне застосування передпосівної об-

робки насіння фунгіцидами і внесення Абакус (2 л/га) під час вегетації. Вища ефективність від фузаріозу спостерігалась за використання Вайбранс (1 л/т) + Абакус (2 л/га) – 97,2–97,8 %, альтернаріозу і аскохітозу – Селест топ (1 л/т) + Абакус (2 л/га) і Стандак Топ (2 л/т) + Абакус (2 л/га) – 97,4–97,7 і 94,8–96,4 %.

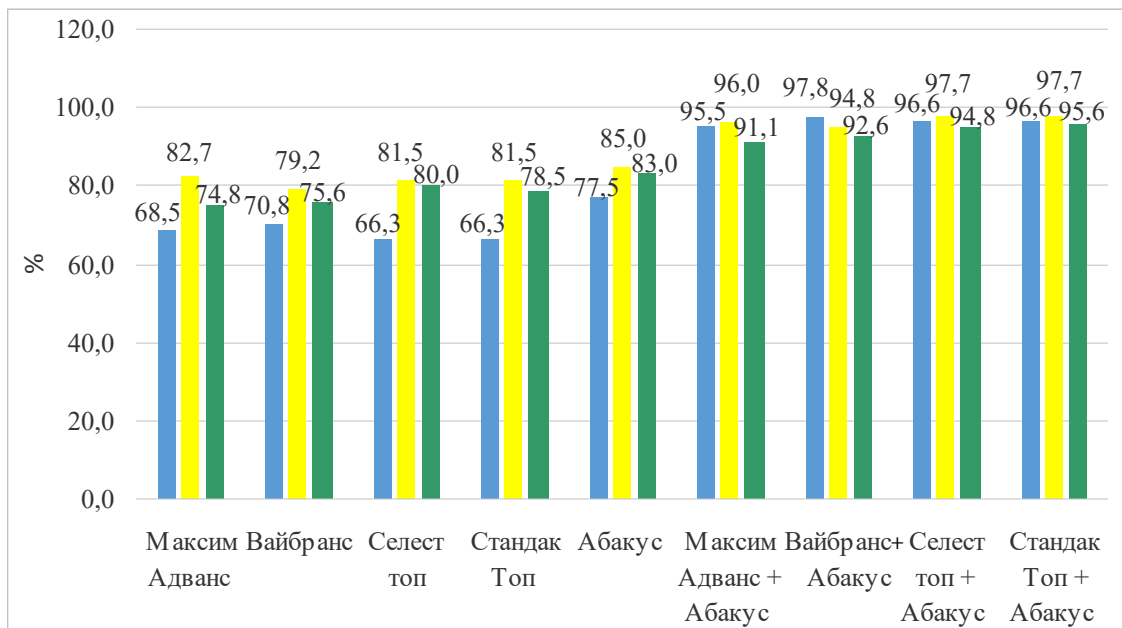


Рис. 3. Ефективність застосування фунгіцидів у посівах сорту сої Амадея (середнє за 2021–2023 рр.), %.

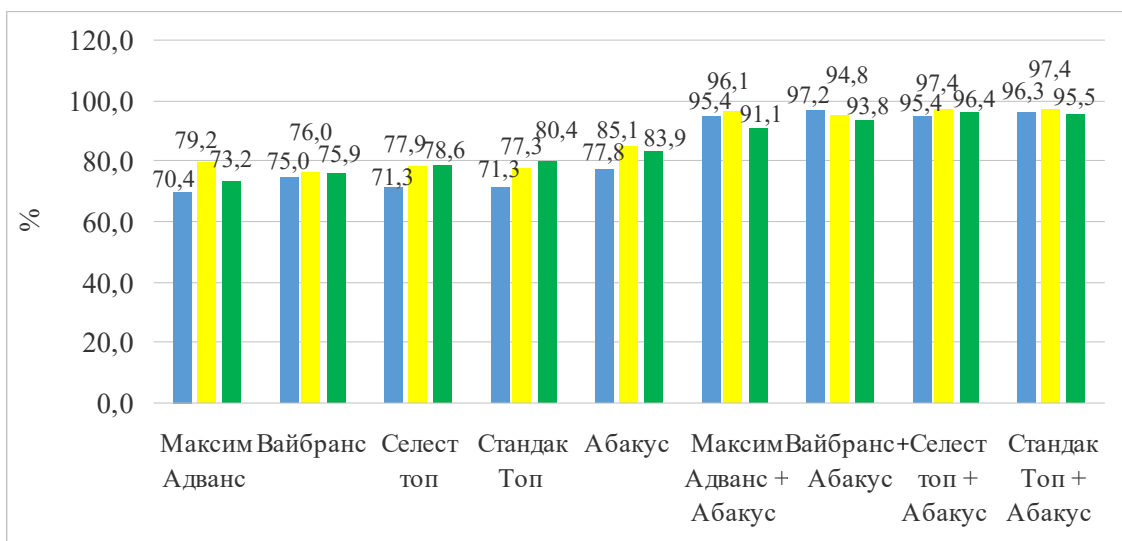


Рис. 4. Ефективність застосування фунгіцидів у посівах сорту сої Ауреліна (середнє за 2021–2023 рр.), %.

**Висновки.** На основі проведених досліджень встановлено, що у сортів Амадея і Ауреліна у фазу ВВСН 12 (перший трійчастий листок) поширеність фузаріозу, альтернаріозу і аскохітозу становила в середньому по досліді 2,2 і 2,7; 3,7 і 3,0 та 2,7 і 2,1 % за інтенсивності розвитку хвороб 3,8 і 4,0; 3,1 і 3,6 та 3,1 і 2,2 %. Ефективність передпосівної обробки насіння сої фунгіцидами забезпечило змен-

шення розвитку фузаріозу на 83,3–88,9 %, альтернаріозу – на 85,5–90,3 % і аскохітозу – на 80,2–89,7 %, в середньому по досліджуваних сортах сої. У фазу ВВСН 65 (цвітіння) у сортів сої Амадея і Ауреліна поширеність фузаріозу, альтернаріозу і аскохітозу становила в середньому по досліді 2,4 і 2,7; 3,5 і 3,4 та 3,2 і 2,6 % за інтенсивності розвитку хвороб – 4,2 і 4,8; 4,2 і 3,5 та 3,0 і 2,5 %.

Найбільш ефективним у системі захисту посівів сої від фузаріозу, альтернативіозу і аскохітозу виявилось сумісне застосування передпосівної обробки насіння фунгіцидами Максим Адванс 195 FS, ТН (1,25 л/т), Вайбранс RFC, т. н. (1 л/т), Селест топ 312.5 FS, ТН (1 л/т) і Стандак Топ (2 л/т) та внесення препарату Абакус (2 л/га) під час вегетації.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Коробко А.А. Динаміка виробництва сої в Україні та світі. Збалансоване природокористування. 2021. № 4. С. 125–134.
2. Liu S., Zhang M., Feng F., Tian Z. Toward a “green revolution” for soybean. *Molecular plant*. 2020. No 13 (5). P. 688–697.
3. Genetic improvement of US soybean in maturity groups II, III, and IV / K. Rincker et al. *Crop science*. 2014. No 54 (4). P. 1419–1432.
4. Soybean prices and sustainability / V. Voora et al. *IISD Market Report*. 2024. 2024-02.
5. Kalogiannidis S., Kalfas D., Chatzitheodoridis F., Papaevangelou O. Role of crop-protection technologies in sustainable agricultural productivity and management. *Land*, 2022. No 11(10). 1680 p.
6. Formation of grain yield and quality indicators of soybeans under the influence of fungicidal protection / M. Grabovskyi et al. *Scientific Horizons*. 2023. No 26 (2). P. 66–76.
7. Грабовський М.Б., Мостипан О.В. Економічна оцінка застосування фунгіцидного і гербіцидного захисту сортів сої різних груп стиглості. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 134. С. 45–53.
8. Fleurat-Lessard F. Integrated management of the risks of stored grain spoilage by seedborne fungi and contamination by storage mould mycotoxins—An update. *Journal of Stored Products Research*. 2017. No 71. P. 22–40.
9. Власенко В.В. Сучасні погляди впливу фітопатогенів в агрофітоценозах при заготівлі та збереженні кормів. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 74. С. 202–207.
10. Дерев'янський В.П. Поширення хвороб та продуктивність сої. *Карантин і захист рослин*. 2007. № 5. С. 11–14.
11. Іванюк С.В., Темченко І.В. Оцінка стійкості до основних хвороб сортозразків сої в умовах Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2006. Вип. 57. С. 36–42.
12. Житкевич Н.В., Гнатюк Т.Т., Петриченко В.Ф., Патики В.П. Діагностика бактеріальних патогенів сої. *Корми і кормовиробництво*. 2009. № 64. С. 62–69.
13. Хвороби сої: моніторинг, діагностика, захист: монографія / за ред. В.Ф. Петриченка, В.П. Патики. Вінниця: Віндрук, 2016. 106 с.
14. Wang D., Dowell F.E., Ram M.S., Schraugh W.T. Classification of fungal-damaged soybean seeds using near-infrared spectroscopy. *International journal of food properties*. 2004. No 7 (1). P. 75–82.
15. Baysal-Gurel F., Kabir N. Comparative performance of fungicides and biocontrol products in suppression of Rhizoctonia root rot in viburnum. *J. Plant Pathol. Microbiol*. 2018. No 9 (9). 451 p.
16. Коць С.Я., Павлице А.В. Використання фунгіцидів у інтегрованих системах захисту рослин сої та їх вплив на фізіолого-біохімічні процеси за інокуляції її насіння бульбочковими бактеріями. *Фізіологія рослин і генетика*. 2021. Т. 53. № 1. С. 3–28.
17. Hanna S.O., Conley S.P., Shaner G.E., Santini J.B. Fungicide application timing and row spacing effect on soybean canopy penetration and grain yield. *Agronomy Journal*. 2008. No 100. P. 1488–1492.
18. Kaur C., Maini P., Shukla N.P. Interaction studies of copper fungicides with biological environment of soil. *Current World Environmental*. 2007. No 2 (1). P. 89–92.
19. Development of a Quantitative Polymerase Chain Reaction Detection Protocol for *Cercospora kikuchii* in Soybean Leaves and Its Use for Documenting Latent Infection as Affected by Fungicide Applications / A.K. Chanda et al. *Phytopathology*. 2014. No 104(10). P. 1118–1124.
20. Development and validation of a fungicide scoring system for management of late season soybean diseases in Argentina / M. Carmona et al. *Crop Protection*. 2015. No 70. P. 83–91.
21. Swoboda C., Pedersen P. Effect of Fungicide on Soybean Growth and Yield. *Agronomy Journal*. 2009. No 101. P. 352–356.
22. Allen T., Hollier C., Sikora E. A continuing saga: Soybean rust in the continental United States, 2004 to 2013. *Outlooks on Pest Management*. 2014. No 25. P. 167–174.
23. Meta-Analysis of Soybean Yield Response to Foliar Fungicides Evaluated from 2005 to 2018 in the United States and Canada / Y.R. Kandel et al. *Plant Disease*. 2021. No 105 (5). P. 1382–1389.
24. Bluck G.M., Lindsey L.E., Dorrance A.E., Metzger J.D. Soybean yield response to rhizobia inoculant, gypsum, manganese fertilizer, insecticide, and fungicide. *Agronomy Journal*. 2015. No 107(5). P. 1757–1765.
25. Bergman K., Ciampitti I., Sexton P. Kovács P. Fungicide, insecticide, and foliar fertilizer effect on soybean yield, seed composition, and canopy retention. *Agrosyst. Geosci. Environ*. 2020. No 4 (2). P. 2639–6696.
26. Grabovska T., Lavrov V., Grabovskyi M. Insects diversity in soybean crops under organic and conventional farming. *Scientific Forum “From its roots, organic inspires science, and vice versa”*, 6-th ISOFAR conference at the 20th Organic World Congress 2021 in Rennes. France, 2021. 179 p.
27. Panth M., Hassler S.C. Baysal-Gurel F. Methods for Management of Soilborne Diseases in Crop Production. *Agriculture*. 2020. No 10 (1). 16 p.
28. Siddiqui Z.S., Ahmed S. Combined effects of pesticide on growth and nutritive composition of soybean plants. *Pakistan Journal of Botany*. 2006. No 38. P. 721–733.



29. Шендрік К.М. Ефективність біологічних та хімічних засобів захисту сої від кореневих гнилей. Захист і карантин рослин. 2008. Вип. 54. С. 494–497.

30. Рябуха С.С., Сокол Т.В., Понуренко С.Г., Адаменко О.П. Фітосанітарний стан насіння сої у східній частині Лісостепу України. Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва. Фітопатологія та ентомологія. 2010. № 1. С. 104–108.

31. Павлище А.В., Кірізій Д.А., Коць С.Я. Реакція симбіотичних систем сої на дію фунгіцидів за різних способів обробки. Фізіологія рослин та генетика. 2017. Т. 49. № 3. С. 237–247.

32. Особливості функціонування соєво-ризобіальних систем за впливу фунгіцидів і комплексного препарату Стимпо / Л.І. Рибаченко та ін. Фізіологія рослин і генетика. 2021. Т. 53. № 4. С. 307–319.

33. Косилович Г., Голячук Ю. Захист сої від хвороб. Вісник ЛНАУ. Агрономія. 2020. № 24. С. 163–167.

34. Мостов'як І.І., Кравченко О.В. Формування фотосинтетичної продуктивності посівів сої за використання різних видів фунгіцидів та інокулянта у Правобережному Лісостепу України. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2018. № 2. С. 21–24.

35. Основи наукових досліджень в агрономії / за ред. В.О. Єщенко. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2014. 332 с.

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

## REFERENCES

1. Korobko, A.A. (2021). Dinamika virobničtva soi' v Ukraї'ni ta sviti [Dynamics of soybean production in Ukraine and the world]. *Zbalansovane prirodokoristuvannja* [Balanced nature management]. no. 4, pp. 125–134.
2. Liu, S., Zhang, M., Feng, F., Tian, Z. (2020). Toward a “green revolution” for soybean. *Molecular plant*. no. 13 (5), pp. 688–697.
3. Rincker, K., Nelson, R., Specht, J., Sleper, D., Cary, T., Cianzio, S.R., Diers, B. (2014). Genetic improvement of US soybean in maturity groups II, III, and IV. *Crop science*. no. 54 (4), pp. 1419–1432.
4. Voora, V., Bermudez, S., Le, H., Larrea, C., Luna, E. (2024). Soybean prices and sustainability. *IISD Market Report*. 2024-02.
5. Kalogiannidis, S., Kalfas, D., Chatzitheodoridis, F., Papaevangelou, O. (2022). Role of crop-protection technologies in sustainable agricultural productivity and management. *Land*. no 11(10), 1680 p.
6. Grabovskiy, M., Mostypan, O., Fedoruk, Y., Kozak, L., Ostrenko, M. (2023). Formation of grain yield and quality indicators of soybeans under the influence of fungicidal protection. *Scientific Horizons*. no. 26 (2), pp. 66–76.
7. Grabovskiy, M.B., Mostypan, O.V. (2023). Ekonomichna ocinka zastosuvannja fungicidnogo i

gerbicidnogo zahistu sortiv soi' riznih grup stiglosti [Economic assessment of the use of fungicidal and herbicidal protection of soybean varieties of different maturity groups]. *Tavrijs'kij naukovij visnik* [Taurian Scientific Herald]. no. 134, pp. 45–53.

8. Fleurat-Lessard, F. (2017). Integrated management of the risks of stored grain spoilage by seed-borne fungi and contamination by storage mould mycotoxins—An update. *Journal of Stored Products Research*. no. 71, pp. 22–40.

9. Vlasenko, V.V. (2012). Suchasni pogljadi vplivu fitopatogeniv v agrofycenozah pri zagotivli ta zberezheni kormiv [Modern views of the influence of phytopathogens in agrophytocenoses during the harvesting and preservation of fodder]. *Kormi i kormovirobnictvo* [Fodder and fodder production]. Issue 57, pp. 202–207.

10. Derevyanskyi, V.P. (2007). Poshirennya hvorob ta produktivnist' soi' [Disease spread and productivity of soybeans]. *Karantin i zahist roslin* [Quarantine and plant protection]. no. 5, pp. 11–14.

11. Ivanyuk, S.V., Temchenko, I.V. (2006). Ocinka stijkosti do osnovnih hvorob sortozrazkiv soi' v umovah Lisostepu Ukraї'ni [Assessment of resistance to major diseases of soybean cultivars in the conditions of the forest-steppe of Ukraine]. *Kormi i kormovirobnictvo* [Fodder and fodder production]. Issue 57, pp. 36–42.

12. Zhitkevich, N.V., Hnatyuk, T.T., Petrychenko, V.F., Patyka, V.P. (2009). Diagnostika bakterial'nih patogeniv soi' [Diagnostics of bacterial pathogens of soybeans]. *Kormi i kormovirobnictvo* [Fodder and fodder production]. no. 64, pp. 62–69.

13. Hvorobi soi': monitoring, diagnostika, zahist: monografija [Soybean diseases: monitoring, diagnosis, protection]. Vinnytsia, 2016, 106 p.

14. Wang, D., Dowell, F.E., Ram, M.S., Schapugh, W.T. (2004). Classification of fungal-damaged soybean seeds using near-infrared spectroscopy. *International journal of food properties*. no. 7 (1), pp. 75–82.

15. Baysal-Gurel, F., Kabir, N. (2018). Comparative performance of fungicides and biocontrol products in suppression of Rhizoctonia root rot in viburnum. *J. Plant Pathol. Microbiol.* no. 9 (9), 451 p.

16. Kots, S.Ya., Pavlishche, A.V. (2021). Viktorstannja fungicidiv u integrovanih sistemah zahistu roslin soi' ta i'h vpliv na fiziologo-biohimichni procesi za inokuljacii' i'i' nasinnja bul'bochkovimi bakterijami [The use of fungicides in integrated systems of protection of soybean plants and their effect on physiological and biochemical processes during inoculation of its seeds with nodule bacteria]. *Fiziologija roslin i genetika* [Physiology of plants and genetics]. Vol. 53, no. 1, pp. 3–28.

17. Hanna, S.O., Conley, S.P., Shaner, G.E., Santini, J.B. (2008). Fungicide application timing and row spacing effect on soybean canopy penetration and grain yield. *Agronomy Journal*. no. 100, pp. 1488–1492.

18. Kaur, C., Maini, P., Shukla, N.P. (2007). Interaction studies of copper fungicides with biological

environment of soil. *Current World Environmental*. no. 2 (1), pp. 89–92.

19. Chanda, A.K., Ward, N.A., Robertson, C.L., Chen, Z.Y., Schneider, R.W. (2014). Development of a Quantitative Polymerase Chain Reaction Detection Protocol for *Cercospora kikuchii* in Soybean Leaves and Its Use for Documenting Latent Infection as Affected by Fungicide Applications. *Phytopathology*. no. 104(10), pp. 1118–1124.

20. Carmona, M., Sautua, F., Perelman, S., Gally, M., Reis, E.M. (2015). Development and validation of a fungicide scoring system for management of late season soybean diseases in Argentina. *Crop Protection*. no. 70, pp. 83–91.

21. Swoboda, C., Pedersen, P. (2009). Effect of Fungicide on Soybean Growth and Yield. *Agronomy Journal*. no. 101, pp. 352–356.

22. Allen, T., Hollier, C., Sikora, E. (2014). A continuing saga: Soybean rust in the continental United States, 2004 to 2013. *Outlooks on Pest Management*. no. 25, pp. 167–174.

23. Kandel, Y.R., Hunt, C., Ames, K., Arneson, N., Bradley, C.A., Byamukama, E., Mueller, D.S. (2021). Meta-Analysis of Soybean Yield Response to Foliar Fungicides Evaluated from 2005 to 2018 in the United States and Canada. *Plant Disease*. no. 105 (5), pp. 1382–1389.

24. Bluck, G.M., Lindsey, L.E., Dorrance, A.E., Metzger, J.D. (2015). Soybean yield response to rhizobia inoculant, gypsum, manganese fertilizer, insecticide, and fungicide. *Agronomy Journal*. no. 107 (5), pp. 1757–1765.

25. Bergman, K., Ciampitti, I., Sexton, P., Kovács, P. (2020). Fungicide, insecticide, and foliar fertilizer effect on soybean yield, seed composition, and canopy retention. *Agrosyst. Geosci. Environ*. no. 4 (2), pp. 2639–6696.

26. Grabovska, T., Lavrov, V., Grabovskyi, M. (2021). Insects diversity in soybean crops under organic and conventional farming. *Scientific Forum "From its roots, organic inspires science, and vice versa"*, 6-th ISOFAR conference at the 20th Organic World Congress 2021 in Rennes. France, 179 p.

27. Panth, M., Hassler, S.C., Baysal-Gurel, F. (2020). Methods for Management of Soilborne Diseases in Crop Production. *Agriculture*. no. 10 (1), 16 p.

28. Siddiqui, Z.S., Ahmed, S. (2006). Combined effects of pesticide on growth and nutritive composition of soybean plants. *Pakistan Journal of Botany*. no. 38, pp. 721–733.

29. Shendryk, K.M. (2008). Efektivnist' biologichnih ta himichnih zasobiv zahistu soi' vid korenevih gnilej [Effectiveness of biological and chemical means of soybean protection against root rot]. *Zahist i karantin roslin [Protection and quarantine of plants]*. Issue 54, pp. 494–497.

30. Ryabukha, S.S., Sokol, T.V., Ponurenko, S.G., Adamenko, O.P. (2010). Fitosanitarnij stan nasinnja soi' u shidnij chastini Lisostepu Ukrai'ni [Phytopathological condition of soybean seeds in the eastern part of the Forest Steppe of Ukraine]. *Visnik Harkivs'kogo nacional'nogo agrarnogo universitetu im. V.V. Do-*

*kuchajeva. Fitopatologija ta entomologija [Bulletin of Kharkiv National Agrarian University named after V.V. Dokuchaeva. Phytopathology and entomology]*. no. 1, pp. 104–108.

31. Pavlyshche, A.V., Kiriziy, D.A., Kots, S.Ya. (2017). Reakcija simbiotichnih sistem soi' na diju fungicidiv za riznih sposobiv obrobki [Reaction of symbiotic soybean systems to the action of fungicides under different processing methods]. *Fiziologija roslin ta genetika [Physiology of plants and genetics]*. Vol. 49, no. 3, pp. 237–247.

32. Rybachenko, L.I., Kots, S.Ya., Pavlyshche, A.V., Rybachenko, O.R., Khomenko, Yu.O. (2021). Osoblivosti funkcionuvannja soyevo-rizobial'nih sistem za vplivu fungicidiv i kompleksnogo preparatu Stimpo [Particularities of the functioning of soybean-rhizobial systems under the influence of fungicides and the complex drug Stimpo]. *Fiziologija roslin i genetika [Physiology of plants and genetics]*. Vol. 53, no. 4, pp. 307–319.

33. Kosylovych, G., Golyachuk, Yu. (2020). Zahist soi' vid hvorob [Protection of soybeans from diseases]. *Visnik LNAU. Agronomija [Bulletin of LNAU. Agronomy]*. no. 24, pp. 163–167.

34. Mostovyak, I.I., Kravchenko, O.V. (2018). Formuvannja fotosintetichnoi produktivnosti posiviv soi' za vikoristannja riznih vidiv fungicidiv ta inokuljanta u Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrai'ni [Formation of photosynthetic productivity of soybean crops with the use of different types of fungicides and inoculants in the Right Bank Forest Steppe of Ukraine]. *Visnik Umans'kogo nacional'nogo universitetu sadivnictva [Bulletin of the Uman National University of Horticulture]*. no. 2, pp. 21–24.

35. Yeshchenko, V.A. (2014). Osnovi naukovih doslidzhen' v agronomii' [Fundamentals of scientific research in agronomy]. Vinnitsa, 332 p.

36. Tribel, S.O. (2001). Metodiki viprobuvannja i zastosuvannja pesticidiv [Methods of testing and application of pesticides]. Kyiv, 448 p.

### **Phytopathological condition of soybean crops under different fungicide protection**

**Mostypan O., Grabovskyi M., Pavlichenko K., Nimenko S., Ustynova H.**

The article presents the results of determining the phytopathological condition of soybean crops under different fungicide protection. The research was conducted in 2021–2023 in the conditions of Savarske LLC, Kyiv region. Experimental design: Factor A. Varieties. «Amadea», «Aurelina». Factor B. Fungicides. Control (treatment of seeds and plants with water), «Maxim Advance 195 FS», «TH» (1.25 l/t) (seed treatment before sowing), «Vaibrans RFC», t.n. (1 l/t) (seed treatment before sowing), «Selest top 312.5 FS», «TH» (1 l/t) (pre-sowing seed treatment), «Standak Top» (2 l/t) (pre-sowing seed treatment), «Abacus» (2 l/ha) (during the growing season), «Maxim Advance 195 FS», «TH» (1.25 l/t) + «Abacus» (2 l/ha), «Vaibrans RFC», t.n. (1.25 l/t). n. (1 l/t) + «Abacus» (2 l/ha), «Selest top 312.5 FS», «TH» (1 l/t) + «Abacus» (2 l/ha), «Standak top» (2 l/t) + «Abacus» (2 l/ha).

It was found that at the stage of the first pair of true soybean leaves (BBCH 10-12) in the control plots without fungicides using the most common diseases were alternaria – 34.2 %, ascochyta – 30.2 % and fusarium – 24.5 %. During the flowering period (BBCH 65), the percentage of fusarium (20.5%) and ascochyta (28.3 %) decreased and the percentage of alternaria (35.7%) increased, while the percentage of Septoria was 3.1% in the first period and 5.4 % in the second period.

In the varieties «Amadea» and «Aurelina» at the stage of BBCH 12 the prevalence of fusarium, alternaria and ascochitosis were on average 2.2 and 2.7%, 3.7 and 3.0% and 2.7 and 2.1%, respectively, and the disease intensity development was 3.8 and 4.0%, 3.1 and 3.6% and 3.1 and 2.2%, respectively. The efficacy of pre-sowing soybean seed treatment with fungicides reduced the development of Fusa-

rium by 83.3–88.9%, Alternaria by 85.5–90.3% and Ascochitosis by 80.2–89.7% on average in the soybean varieties tested. At the BBCH 65 stage (flowering) in soybean varieties «Amadea» and «Aurelina» the prevalence of fusarium, alternaria and ascochitosis were on average 2.4 and 2.7%, 3.5 and 3.4%, 3.2 and 2.6%.

The most effective system for protecting soybean crops against fusarium, alternaria and ascochyta was the combined using of a pre-sowing seed treatment with the fungicides «Maxim Advance 195 FS», «TH» (1.25 l/t), «Vaibrans RFC», t.n. (1 l/t), «Selest Top 312.5 FS», «TN» (1 l/t) and «Standak Top» (2 l/t) and the application of «Abacus» (2 l/ha) during the growing season.

**Key words:** soybean, variety, fungicides, seed treatment, disease extend, intensity of disease development, preparations efficiency.



Copyright: Мостипан О.В. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Мостипан О.В.

<https://orcid.org/0000-0002-0743-7008>

Грабовський М.Б.

<https://orcid.org/0000-0002-8494-7896>

Павліченко К.В.

<https://orcid.org/0000-0002-5469-9684>

Німенко С.С.

<https://orcid.org/0000-0003-1748-549X>



Устинова Г.Л.

<https://orcid.org/0000-0002-3056-358X>

## АГРОНОМІЯ

УДК 636.086:502.7

## Технологічні аспекти вирощування енергетичних культур на осушуваних органогенних ґрунтах Північного Лісостепу

Опанасенко О.Г. , Перець С.В. ,  
Бєбєх Ю.М. , Борисенко В.І. 

Панфільська дослідна станція ННЦ «ІЗ НААН»

 E-mail: sonko.supiy@ukr.net

Опанасенко О.Г., Перець С.В., Бєбєх Ю.М., Борисенко В.І. Технологічні аспекти вирощування енергетичних культур на осушуваних органогенних ґрунтах Північного Лісостепу. «Агробіологія», 2024. № 2. С. 108–116.

Opanasenko O., Perets S., Bebekh Y., Borysenko V. Technological aspects of growing energy crops on drained organogenic soils of the Northern Forest-Steppe. «Agrobiology», 2024. no. 2, pp. 108–116.

Рукопис отримано: 29.08.2024 р.

Прийнято: 14.09.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-191-2-108-116

У статті наведено результати досліджень з добору найбільш продуктивних видів багаторічних трав'янистих культур на енергетичні цілі в умовах осушуваних органогенних (торфових) ґрунтів Північного Лісостепу. Встановлено вплив технологічних прийомів вирощування енергетичних культур на їх ріст, розвиток, урожайність та економічну ефективність. Дослід закладено на глибокому (1,8–2,0 м) осушуваному староорному карбонатному торфовищі рогазо-осокового походження з високим ступенем розкладу, виведеному з інтенсивного обробітку в заплаві р. Супій на Панфільській дослідній станції ННЦ «ІЗ НААН», Бориспільського району Київської області. Ґрунт добре забезпечений рухомими формами азоту, має середню забезпеченість фосфором (завдяки віванітовим прошаркам) і досить обмежений вміст калію.

У досліді вивчали: багаторічні трав'янисті культури, багаторічні злакові трави (5 видів) та їх сумішки, багаторічні трави природних сіножатей, дикорослі види трав. Застосовували наступну технологію вирощування енергетичних культур: фрезування дернини (середина серпня) багаторічних сінокісно-пасовищних угідь довготривалого користування на глибину 10–12 см, з подальшою оранкою на 22–25 см. Для покращення ефективності використання пласта багаторічних трав, як попередника енергетичних культур, проводили посів гірчиці білої на сидерат. Весняний передпосівний обробіток передбачав дворазове дискування площі на 10–12 см, з внесенням перед останнім дискуванням  $K_{60}$  і прикочування важкими болотними котками. Дослідження показали, що найбільшу продуктивність серед багаторічних трав'янистих енергетичних культур забезпечили – міскантус гігантський, топінамбур і сільфій пронизанолистий, вихід сухої біомаси становив 27,43; 24,07 і 22,51 т/га, або 466,3; 409,1; 382,7 ГДж/га енергії відповідно.

**Ключові слова:** біопаливо, енергетичні культури, міскантус гігантський, органогенні ґрунти, топінамбур, сільфій пронизанолистий, суха речовина, урожайність.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Одним із важливих стратегічних питань енергетичної незалежності нашої країни є розвиток біоенергетичної галузі [1, 2]. Для цього важливо створити власні джерела відновлювальної енергії на основі вирощування рослинної біоенергетичної

сировини на вилучених з інтенсивного обробітку землях [3, 4]. Частка енергетики, яку отримують з біомаси в загальному обсязі відновлювальних джерел енергії становить близько 80 %. Вона і надалі залишатиметься основним і перспективним джерелом альтернативної до викопних видів палива енер-

гії [5–7]. Це обумовлено можливістю отримувати з біомаси паливо будь-якого виду (рідина, газ, тверде паливо) і виробляти енергію в будь-якій формі (електрична теплова та інша) [8, 9].

Осушувані торфові ґрунти, яких в Україні нараховується близько 1,0 млн га, а старосіяні сінокісні угіддя займають площу близько 0,8 млн/га, оптимально підходять для вирощування енергетичних культур. Вони добре забезпечені вологою та азотом, що дозволяє накопичувати рослинами досить потужну біомасу з помірним внесенням добрив [10–12]. Важливим чинником для розвитку біоенергетичної галузі за цих умов є те, що традиційно у гумідній зоні на 80 % від загальної площі осушуваних земель вирощували кормові культури, а у зв'язку зі значним скороченням тваринництва останніми роками потреба в кормах різко зменшилась [13]. Тому, з метою ефективного використання осушуваних земель, доцільно вирощувати на них енергетичні культури для отримання твердого, рідкого чи газоподібного біопалива [14, 15].

З іншого боку, вивчення енергетичних культур проводили здебільшого на мінеральних ґрунтах [16]. Що стосується осушуваних торфових ґрунтів, то досліджень у цьому напрямі у вітчизняній науці недостатньо, що і стало основою для проведення досліджень за цією тематикою [17].

**Мета дослідження** передбачала проведення оцінки та добору малопоширених багаторічних трав'янистих культур на енергетичні цілі, встановлення ресурсного потенціалу природних і сіяних фітоценозів, розробку технології їх вирощування для виробництва біопалива. В результаті виконання завдання обґрунтовано і рекомендовано для умов осушуваних торфовищ оптимізовані способи плантаційного вирощування енергетичних культур, як сировини для виробництва твердого біопалива.

**Матеріал і методи дослідження.** Дослідження з вирощування багаторічних трав'янистих енергетичних культур для переробки на тверде паливо проводили на глибокому (1,8–2,0 м) осушуваному староорному карбонатному торфовищі рогово-осокового походження з високим ступенем розкладу, виведеному з інтенсивного обробітку в заплаві р. Супій (Панфільська дослідна станція ННЦ «ІЗ НААН», Бориспільського району Київської області). Підстилаюча материнська порода – оглеєні алювіальні легкі суглинки. Валовий вміст азоту у торфовому ґрунті становить 1,9 %, фосфору – 0,45 %, калію – 0,17 %,

кальцію – 26–30 %, зольність становить 40–45 %, рН сольового розчину – 7,2–7,4.

Ґрунт добре забезпечений рухомими формами азоту, має середню забезпеченість фосфором (завдяки вівіанітовим прошаркам) і досить обмежений вміст калію. Схема досліду (табл. 1) передбачала вивчення продуктивності біомаси багаторічних трав'янистих енергетичних культур залежно від їх видового складу та технологічних прийомів вирощування. Площа ділянки – 35 м<sup>2</sup>. Дослід закладено за методом систематичних повторювань: в кожному повторенні варіанти досліду розміщували систематично. Повторюваність дослідів – триразова. Посів і садіння енергетичних культур проводили з шириною міжрядь 70 см. У досліді використовували польовий, кількісно-ваговий, візуальний, лабораторний, розрахунково-порівняльний, математично-статистичний методи, а також методики – основи проведення дослідів в агрономії [19], та методики проведення досліджень по кормовиробництву під ред. А.О. Бабича [20].

Облік урожайності багаторічних трав'янистих культур виконували за допомогою зважування з усієї облікової ділянки і перерахуванням на 1 га. Вміст абсолютно сухої маси в урожаї визначали термостатно-ваговим методом за висушування біомаси в сушильній шафі за температури 105 °С згідно з ДСТУ 8044:2015 [22]. Вологість ґрунту визначали термостатно-ваговим методом три рази за вегетацію у шарі 0–30 см (ДСТУ ISO 11465-2001) [23].

Визначення нітратного і амонійного азоту в модифікації ННЦІГА ім. О.Н. Соколовського ДСТУ 4729:2007 [24], вміст рухомих форм фосфору – за Егнером-Рімом з наступним визначенням колориметрично, калію – на полуменевому фотометрі. Математичну обробку отриманих результатів досліджень проводили методом дисперсійного аналізу [19].

Погодні умови за час проведення досліджень характеризувались підвищеними температурними показниками, що перевищувало середню багаторічну норму на 2,3–2,9 °С, та малою сумарною кількістю опадів, яка становила 74–85 % норми. Вологість ґрунту за період вегетації рослин підтримували осушуваною мережею дослідної станції, влаштованою відкритими каналами завглибшки 1,6–1,7 м через 400–600 м, які доповнюють періодичним проведенням кротового дренажу в поєднанні зі шлюзуванням, за допомогою яких і здійснюють регулювання рівнів ґрунтових вод. З цієї причини вологозабезпеченість активного (0–30 см) шару ґрунту за

період проведення досліджень була наближена до оптимальних норм і коливалася залежно від року в межах 54–81 % за 2018 рік, 49–83 % – за 2019 рік, 51–80 % – за 2020 рік від повної вологості.

Щодо поживного режиму ґрунту на осушених торфовищах – ґрунти добре забезпечені азотом завдяки високому вмісту органічної маси (60–80 %) [13]. Вміст нітратного азоту за вегетаційний період багаторічних трав становив в межах 324–437 мг/кг сухого ґрунту, що було більш збалансованим і наближеним до норми.

Запаси рухомого фосфору в торфовому ґрунті залежать від природної забезпеченості фосфатними сполуками, його окультуреності, що обумовлено активністю мікробіологічних процесів [16]. Вміст доступних для рослин форм фосфору мав сезонний прояв, зі збільшенням від весни до осені. Середній вміст рухомого фосфору в шарі торфу 0–30 см під багаторічними посівами становив 73–85 мг/кг сухого ґрунту на початку вегетації і 86–94 мг/кг сухого ґрунту наприкінці.

Торфово-болотні ґрунти дуже бідні на калій і головним джерелом його поповнення є внесення добрив. Уміст калію після внесення калійних добрив  $K_{60}$  у ґрунті знаходився на рівні середньої й високої забезпеченості та на початку вегетаційного періоду рослин становив 182–263 мг/кг сухого ґрунту. Під впливом вегетації енергетичних культур вміст калію поступово зменшувався, особливо наприкінці вегетації, і становив 123–145 мг/кг сухого ґрунту.

Проведені дослідження показали, що поживний режим осушуваних органомінеральних ґрунтів значно залежав від внесення калійних добрив, а потреби в додатковому внесенні азотних і фосфорних добрив не було, що загалом вигідно економічно. Також це сприяє покращенню агроєкологічного стану цих ґрунтів.

У досліді вивчали: багаторічні трав'янисті культури – топінамбур, сільфій пронизанолістий, міскантус гігантський, кропива коноплевидна, багаторічні злакові трави (5 видів) та їх сумішки, багаторічні трави природних сіножатей, сіда, свербіга східна, щавель кінський, щавнат. Дикорослі види трав – оман високий, сідач коноплевидний та інші.

Застосовували технологію вирощування енергетичних культур, яка включала фрезкування дернини (середина серпня) багаторічних сінокісно-пасовищних угідь довготривалого користування на глибину 10–12 см,

з подальшою оранкою на 22–25 см. Для покращення ефективності використання пласта багаторічних трав як попередника енергетичних культур проводили посів гірчиці білої на сидерат і заробляли її в ґрунт до настання заморозків. Весняний обробіток передбачав дворазове дискування площі на 10–12 см, з внесенням перед останнім дискуванням  $K_{60}$ . Необхідності у внесенні азотних і фосфорних добрив не було, оскільки ґрунт добре забезпечений рухомими формами азоту, має середню забезпеченість фосфором (завдяки віванітовим прошаркам). Потім проводили до- і післяпосівне прикочування важкими болотними котками. Посів і посадку багаторічних трав'янистих культур проводили згідно з розробленими на станції агротехнічними прийомами для умов осушуваних торфовищ. Особливості технологій, рекомендованих для виробництва енергетичних культур наведено нижче. Спосіб захисту від бур'янів – агротехнічний, що включає проведення досходового боронування легкими боронами на малій швидкості агрегату (5 км/год) та за появи сходів рослин – дворазового міжрядного обробітку.

Характеристика, особливості та технологія вирощування найбільш перспективних енергетичних багаторічних трав'янистих культур наступна:

**Міскантус гігантський** (*Miscanthus giganteus*) – триплоїдний гібрид має стерильний пилок, тому насіння не утворює і розмножується вегетативно поділом кореневищ (ризомів) [14].

Дослідженнями встановлено, що за вирощування міскантуса гігантського на енергетичні цілі для забезпечення високої урожайності і кращих економічних показників необхідно застосовувати наступну технологію його вирощування: на площі в другій декаді серпня проводити фрезування скиби багаторічних злакових трав (ФБН-1,5) на 10–12 см з подальшою оранкою на 22–25 см. Надалі для покращення пласта багаторічних злакових трав як попередника енергетичних культур проводили посів гірчиці білої на сидерат. Для заробляння біомаси з гірчиці білої в ґрунт застосовувати глибоку гребеневу оранку на 30–35 см за переходу середньодобової температури нижче 0 °С.

Цей агрозахід крім покращення пласта багаторічних трав як попередника забезпечує і зниження дротяників на площі в межах 52–64 % від загальної кількості, що важливо за вирощування міскантуса гігантського в перший рік його вегетації [15, 18].

Навесні наступного року площу два рази дискують боронами БДТ-3 і коткують важкими болотними котками КВБ-3 до і після посіву. Посадку ризомів міскантуса можна проводити картоплесаджалкою, густина стояння рослин міскантуса гігантського за довготривалого використання (20 років і більше) – 10 тис. шт./га, схема садіння 0,7×1,4 м, маса ризомів для посадки має становити 50–70 г.

Садіння ризомів варто проводити на глибину 10–12 см, коли ґрунт прогріється на 10 см не менше як на 6 °С. Добрива вносять в нормі  $K_{60}$  під передпосівне дискування, у наступні роки добрива вносять поверхнево.

У перший рік вирощування міскантуса приділяють особливу увагу агротехнічним заходам захисту від бур'янів. Проводять досходове боронування легкими боронами. За появи сходів варто провести дворазовий, а за необхідності і триразовий міжрядний обробіток. Останній міжрядний обробіток необхідно провести з підгортанням рослин у рядку.

Скошування біомаси міскантуса можна проводити впродовж всього осінньо-зимового періоду, оскільки він стійкий до вилягання і мало втрачає сухих речовин.

**Сильфій пронизанолистий** (*Silphium perfoliatum* L.) – сягає висоти до 3 м. Ростає на одному місці 12–15 і більше років. Це вологолюбна, пізньостигла, холодостійка культура. Витримує морози до 30–35 °С. Добре росте на низинних торфових ґрунтах. Витримує затоплення – до 15 діб. Оптимальна реакція ґрунтового розчину – нейтральна.

Сіють сильфій пізно восени за 2–3 тижні до настання приморозків. У разі висівання навесні насіння обов'язково стратифікують. Спосіб сівби – широкорядний 70 см, з нормою висіву 18–20 кг/га. Оптимальна густина посівів 60–70 тис. рослин на 1 га. Глибина сівби – 2–3 см. Норма щорічного внесення добрив  $K_2O_5$  – 60 кг/га.

У перший рік вирощування проводять 2–3 міжрядні обробітки. Оптимальний строк збирання для сильфію пронизанолистого в умовах осушуваних торфовищ настає в першій половині вересня.

**Топінамбур** (*Helianthus tuberosus*) або земляна груша – бульбоносна рослина роду соняшникових, родини айстрових. Топінамбур – одна з провідних біоенергетичних культур.

Технологія вирощування топінамбура наступна: восени на площі під посадку топінамбура проводять зяблеву оранку на 22–25 см. Навесні перед посадкою – дворазове дискування площі важкими дисковими боронами

на глибину 10–12 см. Під останнє дискування вносять  $K_2O_5$  – 60 кг/га. Ґрунт коткують важкими котками. Садять бульби топінамбура рано навесні. Спосіб садіння – з шириною міжрядь 70 см. Для садіння використовують свіжозібрані бульби. Норма садіння становить 1,5–2,0 т/га. Густина садіння – 60 тис/га. Глибина загортання бульб на торфовищах – 10–12 см. За осіннього садіння бульби загортають на 2–3 см глибше.

Догляд за посівами в перший рік вирощування включає проведення до- і післясходового боронування і 2–3 міжрядних обробітки. У разі значного забур'янення насадження топінамбура підгортають. На другий і наступні роки вирощування необхідності в захисті від бур'янів немає через нагромадження великої вегетативної маси.

Слід зазначити, що топінамбур формує два урожаї на рік – надземну масу і урожай бульб. Оптимальний період для збирання надземної маси (період максимального накопичення урожаю сухої речовини) припадає на кінець серпня – початок вересня. Збирають біомасу кормозбиральним комбайном.

**Результати дослідження та обговорення.** За результатами досліджень з вивчення порівняльної оцінки та визначення енергетичного потенціалу малопоширених трав'янистих багаторічних енергетичних культур, як сировини для виготовлення біопалива встановлено, що на осушених торфових ґрунтах Північного Лісостепу з поміж трав'янистих багаторічних енергетичних культур в умовах 2018–2020 рр. найпродуктивнішими були: міскантус гігантський, топінамбур і сильфій пронизанолистий. Вони забезпечили одержання з 1 га сухої біомаси 27,43; 24,07 і 22,51 тонн відповідно, а теплової енергії – 466,3; 409,1 і 382,7 ГДж/га (табл. 1).

Незначно поступались їм сіда гермафродитна, яка забезпечила вихід з 1 га сухої маси на рівні 21,18 т/га, а теплової енергії – 360,1 ГДж. Середнім рівнем енергетичної продуктивності характеризувалися кропива коноплевидна і топінсоняшник з показниками 15,00–18,15 т/га сухої маси і 255,1–308,6 ГДж/га теплової енергії відповідно. Наступними за продуктивністю виявилися: міскантус сінензіс, свербіга східна, щавель кінський, щавнат, сідач коноплевидний, оман високий та багаторічні бобові і злакові трави (козлятник східний, тимофіївка лучна, стоколос безостий, грядиця збірна) та їх суміш. Відповідна урожайність цих культур становила в межах 7,06–11,95 т/га сухої біомаси і 120,0–203,2 ГДж/га теплової енергії.

Таблиця 1 – Продуктивність багаторічних енергетичних культур (в період максимального накопичення т/га, сухої біомаси), за 2018–2020 рр.

Культура	Збір сухої біомаси, т/га			Середнє	Вихід теплової енергії, ГДж/га
	2018 р.	2019 р.	2020 р.		
Топінамбур	25,38	24,63	22,19	24,07	409,1
Козлятник східний	9,46	8,81	6,11	8,12	138,1
Сіда гермафродитна	21,27	21,83	20,44	21,18	360,1
Щавнат	7,29	7,06	7,84	7,40	125,7
Кропива коноплевидна	13,65	15,14	16,22	15,00	255,1
Тимофіївка лучна	8,10	7,22	8,54	7,95	135,2
Сильфій пронизанолистий	23,69	22,54	21,31	22,51	382,7
Свербига східна	8,88	9,84	8,53	9,08	154,4
Щавель кінський	8,28	7,74	5,16	7,06	120,0
Міскантус гігантський	29,31	27,25	25,73	27,43	466,3
Міскантус сінензіс	13,35	12,38	10,12	11,95	203,2
Колосняк Магеллана	4,10	4,20	5,52	4,61	78,3
Стоколос безостий	8,99	8,03	9,47	8,83	150,1
Грястиця збірна	8,29	8,14	8,79	8,64	146,9
Суміш багаторічних трав	8,82	8,84	9,74	9,14	155,3
Оман високий	8,21	8,64	10,64	9,16	155,8
Сідач коноплевидний	7,53	9,20	9,55	8,76	148,9
Топінсоняшник	18,35	17,80	18,30	18,15	308,6
Макля серцеподібна	3,93	6,56	7,89	6,13	104,2
НІР <sub>0,05</sub>	1,34	1,42	1,54		

За результатами досліджень найменш енергетично продуктивними виявились колосняк Магеллана і трава Макля з показниками 4,61 і 6,13 т/га і 78,3–104,2 ГДж/га відповідно. У зазначених багаторічних культур встановлено різні строки настання збиральної стиглості для виготовлення твердого біопалива, що дає можливість на їх основі організувати конвеєрне надходження сировини.

Найбільш раннім строком надходження сировини характеризується щавель кінський (червень), і найбільш пізнім (жовтень-листопад і зимовий період) – сіда гермафродитна, міскантус гігантський, сильфій пронизанолистий.

Важливим чинником за добору багаторічних трав'янистих культур на енергетичні цілі є їх стійкість до вилягання. Серед багаторіч-



них культур найвищу стійкість до вилягання виявив міскантус гігантський. За висоти в середньому 364 см, рослини не вилягали навіть за несприятливих погодних умов – дощ чи сніг, сильний вітер. На другому місці за стійкістю до вилягання знаходиться топінамбур з висотою рослин в середньому 371 см, вилягання рослин не перевищувало 3–5 % і на третьому – сільфій пронизанолистий з середньою висотою рослин в період збирання 284 см, вилягання становило 10–14 %. Встановлена різна стійкість багаторічних трав'янистих рослин до вилягання, це є важливим чинником за добору їх для виробництва біопалива в умовах осушуваних органічних ґрунтів.

Дослідженнями з динаміки наростання біомаси енергетичними культурами встановлено, що найбільше її на 1 га накопичується у міскантуса гігантського в середині вересня, а для топінамбура і сільфії пронизанолистої – наприкінці серпня.

Отже, найбільш придатним для вирощування на енергетичні цілі серед багаторічних трав'янистих культур виявився міскантус гігантський з показниками на рівні 27,4 т/га сухої речовини та енергетичною продуктивністю 466,3 Гдж/га. На другому місці знаходиться топінамбур – 24,07 т/га і 409,1 Гдж/га

відповідно, а на третьому – сільфій пронизанолистий з відповідними показниками 22,51 т/га і 382,7 Гдж/га (табл. 2).

Аналіз економічної ефективності перспективних для плантаційного вирощування багаторічних трав'янистих культур на енергетичні цілі показав, що найвищий умовно чистий прибуток – 13717 грн /га, вищу рентабельність – 182,6 %, і нижчу собівартість сухої біомаси – 273,8 грн/т, отримали на варіанті з міскантусом гігантським.

Високі економічні показники показав і варіант з топінамбуром, зокрема умовно чистий прибуток становив 11625 грн/га, рентабельність – 173,9 % і собівартість – 277,6 грн/т (табл. 2).

На варіанті сільфій пронизанолистий відповідно прибуток – 10944 грн/га, рентабельність – 164,9 % і собівартість – 294,8 грн/т. На варіанті сумішки багаторічних трав, який слугував контролем, рентабельність становила 73,5 %, собівартість сухої біомаси – 553,5 грн/т, в порівнянні з іншими варіантами.

Отже, аналіз економічної ефективності підтверджує можливість і доцільність вирощування багаторічних (міскантус гігантський, топінамбур, сільфій пронизанолистий) трав'янистих культур на енергетичні цілі в умовах осушуваних торфовищ.

Таблиця 2 – Економічна ефективність виробництва багаторічних трав'янистих енергетичних культур, середнє за 2018–2020 рр.

Показник	Багаторічні трав'янисті енергетичні культури						
	кропива коноплеводна	сіда гермафродитна	міскантус гігантський	топінамбур	сільфія пронизанолиста	топісосяшник	сумішка багаторічних трав
Вихід сухої біомаси, т/га	15,00	21,18	27,43	24,07	22,51	18,15	9,14
Вартість продукції, грн/га	12375	17473	21227	18307	17581	16863	8778
Матеріально-грошові витрати, грн/га	6153	6778	7510	6682	6637	6693	5059
Собівартість сухої біомаси, грн/т	410,2	320,0	273,8	277,6	294,8	368,8	553,5
Умовно-чистий прибуток, грн/га	5850	10695	13717	11625	10944	10170	3719
Рівень рентабельності, %	95,1	157,7	182,6	173,9	164,9	151,7	73,5

**Висновки.** Технологія вирощування трав'янистих багаторічних енергетичних культур включає: фрезування дернини (середина серпня) багаторічних сінокісно-пасовищних угідь довготривалого користування на глибину 10–12 см, з подальшою оранкою на 22–25 см. Для покращення ефективності використання пласта багаторічних трав, як попередника енергетичних культур, проводили посів гірчиці білої на сидерат. Весняний передпосівний обробіток передбачає дворазове дискування площі на 10–12 см, з внесенням перед останнім дискуванням  $K_{60}$  і прикочування важкими болотними котками. Дослідження показали, що серед багаторічних трав'янистих енергетичних культур перше місце за продуктивністю посідає міскантус гігантський з виходом сухої біомаси в середньому за три роки 27,43 т/га і 466,3 ГДж/га енергії, на другому та третьому місцях – топінамбур з показниками 24,07 т/га і 409,1 ГДж/га та сільфій пронизанolistий – 22,51 т/га і 382,7 ГДж/га відповідно. На цих варіантах отримали вищі економічні показники з рівнем рентабельності 164,9–182,6 %, та найменшою собівартістю сухої біомаси – 273,8–294,8 грн/т.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Перехід України на відновлювальну енергетику до 2050 року: звіт за результатами моделювання базового та альтернативних сценаріїв розвитку біоенергетичного сектору / О. Дячук та ін. Київ: ТОВ «АРТ КНИГА», 2017. 88 с.
2. Сінченко В.М., Ягольник О.О. Європейський досвід сталого виробництва біосировини на малопродуктивних землях в Україні. Біоенергетика. 2019. № 1 (13). С. 19–22.
3. Економічні аспекти вирощування багаторічних енергетичних культур / М.В. Роїк та ін. Біоенергетика. 2019. № 1 (13). С. 4–8.
4. Роїк М.В., Ганженко О.М. Агроєкологічні аспекти сталого розвитку біоенергетики. Біоенергетика. 2020. № 1 (15). С. 14–19.
5. Гументик М.Я. Оцінка ефективності перероблення біомаси енергетичних культур на біопаливо. Біоенергетика. 2016. № 2 (8). С. 25–28.
6. Xue S., Kalinina O., Lewandowski I. Present and Future Options for Miscanthus Propagation and establishment. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2015. 49. P. 1233–1246.
7. Формування садивного матеріалу міскантусу в другому році вегетації залежно від елементів технології його вирощування / В.А. Доронін та ін. Біоенергетика. 2018. № 2(12). С. 28–31.
8. Міскантус в Україні: монографія / М.В. Роїк та ін. Київ: ФОП Ямчинський О.В., 2019. 256 с.
9. Вільова В.М., Опанасенко О.Г., Довгрук Ю.О. Перспективні енергетичні культури на осушуваних торфовищах Лісостепу та їх водоспоживання в умовах зміни клімату. Вісник аграрної науки. 2023. № 1 (838). С. 68–76. DOI: 10.31073/agrovisnyk202301-08.
10. Кургак В.Г., Вільова В.М., Опанасенко О.Г. Технологія вирощування багаторічних і однорічних енергетичних трав'янистих культур для виготовлення твердих видів палива (паспорт технологій) ННЦ «Інститут землеробства НААН». Чабани, 2018. 21 с.
11. Вільова В.М., Опанасенко О.Г., Перець С.В. Технологія вирощування міскантусу гігантського на енергетичні цілі в умовах осушуваних торфовищ Лівобережного Лісостепу. Збірник наукових праць «Агробіологія». 2022. № 1. С. 6–14. DOI: 10.33245/2310-9270-2022-171-1-6-14
12. Слюсар І.Т. Методологічні особливості розрахунків доз добрив у сівозміні на осушуваних органогенних ґрунтах. Вісник аграрної науки. Київ, 2019. № 9 (798). С. 72–79. DOI: 10.31073/agrovisnyk201909-11
13. Слюсар І.Т., Камінський В.Ф., Соляник О.П., Сербенюк В.О. Продуктивність сільськогосподарських культур залежно від рівня їх удобрення на дренажних органогенних ґрунтах. Вісник аграрної науки. Київ, 2020. № 11 (812). С. 5–15. DOI: 10.31073/agrovisnyk202011-01
14. Опанасенко О.Г., Перець С.В. Продуктивність міскантусу гігантського залежно від елементів технології вирощування на осушуваних органогенних ґрунтах. Міжвідомчий тематичний збірник «Землеробство». Київ: ВП «Едельвейс», 2018. Вип. (4). С. 40–51.
15. Агротехнічний в поєднанні з біологічним способом боротьби з дротяником: пат. 127596 Україна: МПК А01В 79/02 (2006.01); заявл. 19.03.2018; опубл. 10.08.2018, Бюл. № 15.
16. Роїк М.В. Енергетичні культури для виробництва біопалива. Наукові праці Полтавської аграрної академії. Енергозбереження та альтернативні джерела енергії: проблеми і шляхи їх вирішення. Полтава, 2010. Т. 7 (26). С. 12–17.
17. Науково-практичні рекомендації із плантаційного вирощування міскантусу гігантського на осушуваних органогенних ґрунтах гумідної зони України / Є.В. Задубинна та ін. Свідчення про рєстрацію авторського права на твір №109762 від 24 листопада 2021 р. ДП «Український інститут інтелектуальної власності».
18. Долін В.Г. Методичні вказівки щодо обліку сільськогосподарських шкідників. Київ: Урожай, 1975. С. 6–28.
19. Єщенко П.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В. Основи наукових досліджень в агрономії / за ред. В.О. Єщенка. Київ: Дія, 2005. 288 с.
20. Бабич О.А. Методика проведення дослідів по кормовиробництву / під ред. А.О. Бабича. Вінниця, 1994. 96 с.
21. Лісовал А.П., Давиденко У.М., Мойсеєнко Б.Н. Агрохімія: лабораторний практикум. Київ: Вища школа, 1999. 311 с.

22. ДСТУ 8044:2015. Угіддя природні кормові. Методи визначення продуктивності. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2018. 15 с.

23. ДСТУ ISO 11465 – 2001. Якість ґрунту. Визначення сухої речовини та вологості за масою. ННЦ ПА ім. О.Н. Соколовського. Держспоживстандарт України, 2001. 10 с.

24. ДСТУ 4729:2007. Якість ґрунту. Визначення нітратного і амонійного азоту в модифікації ННЦ ПА ім. О.Н. Соколовського. Київ: Держспоживстандарт України, 2008. III, 14 с.

#### REFERENCES

1. Diachuk, O. (2017). Perekhid Ukrainy na vidnovlivalnu enerhetyku do 2050 roku: zvit za rezultatsy modelivannya bazovoho ta alternatyvnykh stsensariiv rozvytku bioenerhetychnoho sektoru [Ukraine's Transition to Renewable Energy by 2050: Report on the Results of Modeling the Baseline and Alternative Scenarios for the Development of the Bioenergy Sector]. Kyiv, TOV Art knyha, 88 p.

2. Sinchenko, V.M., Yaholnyk, O.O. (2019). Yevropeiskyi dosvid staloho vyrobnytstva biosyrovyny na maloproduktyvnykh zemliakh v Ukraini [European experience of sustainable production of bio-raw materials on marginal lands in Ukraine]. Bioenerhetyka [Bioenergy]. no. 1 (13), pp. 19–22.

3. Roik, M.V. (2019). Ekonomichni aspekty vyroshchuvannya bahatorichnykh enerhetychnykh kultur [Economic aspects of growing perennial energy crops]. Bioenerhetyka [Bioenergy]. no. 1 (13), pp. 4–8.

4. Roik, M.V., Hanzhenko, O.M. (2020). Ahroekologichni aspekty staloho rozvytku bioenerhetyky [Agroecological aspects of sustainable development of bioenergy]. Bioenerhetyka [Bioenergy]. no. 1 (15), pp. 14–19.

5. Humentyk, M.Ia. (2016). Otsinka efektyvnosti pereroblennia biomasy enerhetychnykh kultur na biopalyvo [Evaluation of the efficiency of processing biomass of energy crops into biofuels]. Bioenerhetyka [Bioenergy]. no. 2 (8), pp. 25–28.

6. Xue, S., Kalinina, O., Lewandowski, I. (2015). Present and Future Options for Miscanthus Propagation and establishment. Renewable and Sustainable Energy Reviews. no. 49, pp. 1233–1246.

7. Doronin, V.A. (2018). Formuvannya sadyvnoho materialu miskantusu v druhomu rotsi vehetatsii zalezno vid elementiv tekhnologii yoho vyroshchuvannya [Formation of miscanthus planting material in the second year of vegetation depending on the elements of its cultivation technology]. Bioenerhetyka [Bioenergy]. no. 2 (12), pp. 28–31.

8. Roik, M.V., Sinchenko, V.M., Pyrkin, V.I., Kvak, V.M. (2019). Miskantus v Ukraini: monohrafiya [Miscanthus in Ukraine]. Kyiv, FOP Yamchynskiy O.V., 256 p.

9. Virovka, V.M., Opanasenko, O.H., Dovhoruk, Yu.O. (2023). Perspektyvni enerhetychni kultury na osushuvanykh torfovyschakh Lisostepu ta yikh vodospozhyvannya v umovakh zminy klimatu [Perspective energy crops on the drained peatlands of

the Forest-Steppe and their water consumption in the conditions of climate change]. Visnyk ahrarnoi nauky [Bulletin of Agrarian Science]. no.1 (838), pp. 68–76. DOI: 10.31073/agrovisnyk202301-08.

10. Kurhak, V.H., Virovka, V.M., Opanasenko, O.H. (2018). Tekhnologii vyroshchuvannya bahatorichnykh i odnorichnykh enerhetychnykh travianytykh kultur dlia vyhotovlennia tverdykh vydiv palyva (pasport tekhnologii) NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN» [Technologies for growing perennial and annual energy grass crops for the production of solid fuels (technology passport)]. Chabany. 21 p.

11. Virovka, V.M., Opanasenko, O.H., Perets, S.V. (2022). Tekhnologiiia vyroshchuvannya miskantusu hihantskoho na enerhetychni tsili v umovakh osushuvanykh torfovysch Livoberezhnoho Lisostepu [Technology of growing giant miscanthus for energy purposes in the conditions of drained peatlands of the Left-Bank Forest-Steppe]. Zbirnyk naukovykh prats «Ahrobiologhiia» [Collection of scientific papers “Agrobiology”]. no. 1, pp. 6–14. DOI: 10.33245/2310-9270-2022-171-1-6-14

12. Sliusar, I.T. (2019). Metodolohichni osoblyvosti rozrakhunkiv doz dobriv u sivozmini na osushuvanykh orhanohennykh gruntakh [Methodological features of calculating fertilizer doses in crop rotation on drained organogenic soils]. Visnyk ahrarnoi nauky [Bulletin of Agrarian Science]. Kyiv, no. 9 (798), pp. 72–79. DOI: 10.31073/agrovisnyk201909-11

13. Sliusar, I.T., Kaminskyi, V.F., Solianyk, O.P., Serbeniuk, V.O. (2020). Produktyvnist silskohospodarskykh kultur zalezno vid rivnia yikh udobrennia na drenovanykh orhanohennykh gruntakh [Productivity of agricultural crops depending on the level of their fertilization on drained organogenic soils]. Visnyk ahrarnoi nauky [Bulletin of Agrarian Science]. Kyiv, no. 11 (812), pp. 5–15. DOI: 10.31073/agrovisnyk202011-01

14. Opanasenko, O.H., Perets, S.V. (2018). Produktyvnist miskantusu hihantskoho zalezno vid elementiv tekhnologii vyroshchuvannya na osushuvanykh orhanohennykh gruntakh [Productivity of giant miscanthus depending on the elements of cultivation technology on drained organogenic soils]. Mizhvidomchyi tematychnyi zbirnyk «Zemlerobstvo» [Interdepartmental thematic collection “Agriculture”]. Kyiv, VP «Edelweis», Issue (4), pp. 40–51.

15. Agrotekhnichnyj v pojednanni z biologichnym sposib borot'by z drotjanykom: pat. 127596 Ukraina: MPK A01V 79/02 (2006.01); zajavl. 19.03.2018; opubl. 10.08.2018, Bjul. № 15 [Agrotechnical combined with biological method of combating dardweed: Pat. 127596 Ukraine: IPC A01B 79/02 (2006.01); application 03/19/2018; publ. 08/10/2018, Bulletin. No. 15].

16. Roik, M.V. (2010). Enerhetychni kultury dlia vyrobnytstva biopalyva [Energy crops for biofuel production]. Naukovi pratsi Poltavskoi ahrarnoi akademii. Enerhozberezhennia ta alternatyvni dzherela enerhii: problemy i shliakhy yikh vyrishennia [Energy saving and alternative energy sources: problems and ways of their solution]. Poltava, Vol. 7 (26), pp. 12–17.

17. Zadubynna, Ye.V., Opanasenko, O.H., Tarasenko, O.A., Perets, S.V., Malyshko, N.I. (2021). Naukovo-praktychni rekomendatsii iz plantatsiinoho vyroshchuvannya miskantusu hihantskoho na osushuvanykh orhanohennykh gruntakh humidnoi zony Ukrainy. Svidotstvo pro reiestratsiiu avtorskoho prava na tvir №109762 vid 24 lystopada 2021 r. DP «Ukrainskyi instytut intelektualnoi vlasnosti» [Scientific and practical recommendations for the plantation cultivation of giant miscanthus on drained organogenic soils of the humid zone of Ukraine. Certificate of copyright registration for the work No. 109762 dated November 24, 2021. State Enterprise “Ukrainian Institute of Intellectual Property”].

18. Dolin, V.H. (1975). Metodychni vказivky shchodo obliku silskohospodarskykh shkidnykiv [Methodical instructions for accounting of agricultural pests]. Kyiv, Harvest, pp. 6–28.

19. Yeshchenko, P.O., Kopytko, P.H., Opryshko, V.P., Kostohryz, P.V. (2005). Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii [Fundamentals of scientific research in agronomy]. Kyiv, Diia, 288 p.

20. Babych, O.A. (1994). Metodyka provedennia doslidiv po kormovyrobnytstvu [Methods of conducting experiments on fodder production]. Vinnytsia, 96 p.

21. Lisoval, A.P., Davydenko, U.M., Moiseienko, B.N. (1991). Ahrokhimiia: laboratornyi praktykum [Agrochemistry: Laboratory Workshop]. Kyiv, High school, 311 p.

22. DSTU 8044:2015. (2018). Uhiddia pryrodni kormovi. Metody vyznachennia produktyvnosti [Natural fodder lands. Methods for determining productivity]. Kyiv, DP «UkrNDNTs», 15 p.

23. DSTU ISO 11465 – 2001. (2001). Yakist hruntu. Vyznachennia cukhoi rechovyny ta volohosti za masoiu [Soil quality. Determination of dry matter and moisture by weight]. NSC IGA named after A.N. Sokolovsky, Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 10 p.

24. DSTU 4729:2007. (2008). Yakist hruntu. Vyznachennia nitratnoho i amoniinoho azotu v modifykatsii NNTs IHA im. O.N. Sokolovskoho [Soil quality. Determination of nitrate and ammonium nitrogen in the modification of the NSC IGA named after A.N. Sokolovsky]. Kyiv, Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 14 p.

### Technological aspects of growing energy crops on drained organogenic soils of the Northern Forest-Steppe

Opanasenko O., Perets S., Bebekh Y., Borysenko V.

The article presents the research results on the selection of the most productive species of perennial herbaceous crops for energy purposes in the conditions of drained organogenic (peat) soils of the Northern Forest-Steppe. The influence of technological methods of growing energy crops on their growth, development, yield, and economic efficiency was determined. The experiment was conducted on a deep (1.8–2.0 m) drained old-plowed carbonate peat bog of cattail-sedge origin with a high decomposition degree, removed from intensive cultivation in the floodplain of the Supyi River at the Panfily Experimental Station of the National Research Center «IZ NAAS», Boryspil district, Kyiv region. The soil is well supplied with mobile forms of nitrogen, has an average phosphorus supply (due to vivianite layers) and quite limited potassium content.

The experiment included perennial herbaceous crops, perennial cereal grasses (5 species) and their mixtures, perennial grasses of natural hayfields, and wild grass species. The following technology was used for growing energy crops: milling of the sod (mid-August) of long-term hayfields to a depth of 10–12 cm, followed by plowing to a depth of 22–25 cm. White mustard was sown as green manure to improve the efficiency of perennial grass layer using as a predecessor of energy crops. Spring pre-sowing tillage included double disking of the area by 10–12 cm, with the application of  $K_{60}$  before the last disking and rolling with heavy marsh rollers. The studies have shown that the highest productivity among perennial herbaceous energy crops was provided by giant miscanthus, Jerusalem artichoke and sylphium with dry biomass yields of 27.43 t/ha, 24.07 t/ha and 22.51 t/ha, or 466.3 GJ/ha, 409.1 GJ/ha, 382.7 GJ/ha of energy respectively.

**Key words:** biofuel, energy crops, giant miscanthus, organogenic soils, jerusalem artichoke, sylphium, dry matter, yield.



Copyright: Опанасенко О.Г. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Опанасенко О.Г.

Перець С.В.

Бєбєх Ю.М.

Борисенко В.І.

<https://orcid.org/0000-0003-0035-8291>


<https://orcid.org/0000-0002-8155-064X>

<https://orcid.org/0009-0006-3209-287X>

<https://orcid.org/0000-0003-0550-7583>

## АГРОНОМІЯ

УДК 631.452:631.8.022.3

**Біологічна активність ґрунту в посівах буряку цукрового залежно від різних поєднань елементів агротехнологій**Сиромятников Ю.М.<sup>1</sup> , Куц О.В.<sup>1</sup> , Рудий С.А.<sup>2</sup> <sup>1</sup> Інститут овочівництва та багтанництва НААН<sup>2</sup> Corteva Agriscience E-mail: gara176@btu.kharkov.ua

Сиромятников Ю.М., Куц О.В., Рудий С.А. Біологічна активність ґрунту в посівах буряку цукрового залежно від різних поєднань елементів агротехнологій. «Агробіологія», 2024. № 2. С. 117–127.

Syromyatnikov Yu., Kuts O., Rudyi S. Soil biological activity in sugar beet crops depending on various combinations of agrotechnology elements. «Agrobiologiya», 2024. no. 2, pp. 117–127.

Рукопис отримано: 23.07.2024 р.

Прийнято: 07.08.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-191-2-117-127

Визначали біологічну активність ґрунту в посівах буряку цукрового залежно від різних поєднань елементів агротехнологій. Польові дослідження проведено в двох типах агробіоценозів (зернопросапна та плодозмінна сівозміни) за різних систем удобрення (мінеральна, органічна, органо-мінеральна). Проведено порівняння впливу двох способів обробітку ґрунту за вирощування буряку цукрового (оранка на глибину 30–35 см плугом ПЛН-5-35 та обробіток ґрунтообробною розпушувально-сепарувальною машиною «Докучаєвська» ПРСМ-5 на глибину 12–15 см без обертання скиби) на біологічну активність ґрунту (целюлорозкладаюча здатність ґрунту), урожайність коренеплодів та збір цукру. Досліджено вплив різних способів обробітку ґрунту під буряк цукровий за різних систем удобрення в зернопросапній та плодозмінній сівозмінах на целюлорозкладаючу здатність ґрунту (в різних шарах ґрунту в динаміці), урожайність коренеплодів та збір цукру. Показники біологічної активності ґрунту через 60 діб експонування бавовняної тканини істотно залежать від системи живлення рослин буряку цукрового та місця локалізації бавовняної тканини по глибині шару ґрунту. Максимальне збільшення активності ґрунтових мікроорганізмів спостерігається за мінеральної системи добрива (в 2,3–2,7 разів залежно від глибини). На 90 добу експонування високу біологічну активність ґрунту забезпечує органічна система удобрення (підвищення показника у 2,0–2,2 рази проти 1,1–1,5 рази за інших систем удобрення). На 120 добу експонування за мінеральною системою удобрення біологічна активність ґрунту збільшилася за шарами ґрунту в 1,6–1,7 рази, за органічної системи – в 1,4 рази. В зернопросапній сівозміні зазначено підвищення біологічної активності ґрунту за обробітку стратифікатором ПРСМ-5. Максимальне значення показника відмічено за органо-мінеральної системи удобрення (76,2–86,5 % на 120 добу експонування). За впливом на урожайність буряку цукрового не виявлено істотних відмінностей ефективності використання стратифікатору за різних систем удобрення та в різних видах сівозмін.

**Ключові слова:** стратифікатор, системи удобрення, обробіток ґрунту, сівозміна, целюлорозкладаюча здатність ґрунту.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Ключовими характеристиками ґрунту, що максимально впливають на урожайність сільськогосподарських рослин, є вміст органічної речовини в ґрунті, забезпе-

ченість рослин макро- та мікроелементами, водно-фізичні параметри, рівень мікробіологічної активності ґрунту. Ґрунтові мікроорганізми є важливим компонентом агробіоценозу, що впливає на всі процеси, які задіяні у

формуванні урожайності рослин (забезпеченість елементами живлення завдяки процесам асоціативної азотфіксації та мобілізації фосфору й калію, мінералізація органічних залишків, стимуляція ростових процесів, контроль фітопатогенів тощо). Мікрофлора ґрунту забезпечує створення комфортних умов для живлення рослин і слугує трофічним посередником між ґрунтом і рослиною. Повноцінні мікробні угруповання сприяють активній міграції поживних речовин до коренів, оскільки лише мікроорганізми (через ланцюжки бактеріальних клітин, гіфи і міцелій мікроскопічних грибів) забезпечують контакт кореневої системи з віддаленими ґрунтовими агрегатами, на яких адсорбовано поживні речовини [1, 2].

Отже, водночас із показниками вмісту органічної речовини в ґрунті важливим залишається формування в орному шарі ґрунту великого пулу корисної мікрофлори, що забезпечує гармонійний перебіг та збалансованість біологічних процесів [3, 4]. На мікробіологічну активність ґрунту в агробіоценозах істотно впливають технологічні заходи вирощування сільськогосподарських рослин, ключовими з яких є сівозміна, система удобрення, обробіток ґрунту, зрошення, використання засобів захисту рослин [5–7]. Зі зростанням інтенсивності мікробіологічних процесів окрім підвищення продуктивності сільськогосподарських культур, відбувається накопичення органічної речовини у ґрунті, покращуються його фізико-хімічні властивості та родючість [8–10].

Істотний вплив на мікробіологічну активність ґрунту забезпечує використання органічних та мінеральних добрив, ступінь їх впливу залежить від ґрунтово-кліматичних умов та рівня технологічного забезпечення [11, 12].

За результатами досліджень О. Puzniak та ін. [13], на дерново-підзолистих ґрунтах зерно-льono-картопляної сівозміни відмічено, що органічна система удобрення забезпечує підвищення кількості нітрифікаторів і денітрифікаторів ґрунту, органо-мінеральна – розвиток несимбіотичних анаеробних мікроорганізмів, що фіксують азот, розкладають целюлозу та мобілізують фосфати. Тимчасом, найменш сприятливі умови для розвитку фізіологічних груп мікроорганізмів виявлені у випадках постійного застосування мінеральних добрив. Слід зазначити, що несимбіотичні азотфіксуючі мікроорганізми сприяють розчиненню мінеральних фосфатів, підвищенню стійкості до стресу, стабілізують ґрунтові агрегати та покращують

структуру ґрунту [14]. За даними А. Głowacki et al. (2020), впровадження кормовозернової сівозміни найоптимальніше забезпечує мікробіологічні показники та ферментативну активність ґрунту в порівнянні з іншими системами [15].

На показники мікробіологічної активності ґрунту (ферментативна активність та загальна кількість бактерій, грибів і актиноміцетів) суттєво впливає використання або повної норми мінеральних добрив, або внесення азотно-фосфорних добрив [16].

Важливим параметром стану біологічного середовища ґрунту є ферментативна активність, яка відображає напрям процесів ґрунтоутворення [17, 18], тенденції педогенних процесів [19] та слугує надійним індикатором еволюції ґрунту [20]. Визначено, що ферментативна активність зазвичай корелює з вмістом органічного вуглецю та загального азоту [21], тимчасом прямий зв'язок з врожайністю сільськогосподарських культур відмічено лише в деяких дослідженнях [22–24].

Біологічні параметри ґрунту значно варіюють залежно від кліматичних умов, а також пов'язані з вегетаційним періодом рослин [25, 26] та технологічними підходами щодо їх вирощування [27, 28]. За даними D. Swedrzynska та S. Grzes (2015), зростанню біологічних параметрів ґрунту сприяє впровадження біодинамічних та біоорганічних підходів щодо вирощування [29]. Відмічають також взаємозв'язок мікробіологічної активності ґрунту з його водно-фізичними показниками та підходами щодо його обробки [6, 30, 31]. За даними Н. Klikocka et al. (2012), мінімальний обробіток ґрунту забезпечує покращення мікробіологічної активності буроземних ґрунтів Польщі завдяки зростанню вмісту бактерій, актиноміцетів та грибів, а також активності дегідрогенази [32].

Отже, наразі є актуальним дослідити біологічну активність ґрунту за різних технологічних підходів, що активно впливають на властивості ґрунту, наприклад, способи обробітку ґрунту в різних типах агробіоценозів.

**Мета дослідження** – визначити біологічну активність ґрунту в посівах буряку цукрового залежно від різних поєднань елементів агротехнологій.

**Матеріал і методи досліджень.** Дослідження проведено впродовж 2018–2020 рр. на дослідному полі «Центральне» Харківського національного технічного університету сільськогосподарства Петра Василенка (Харківська область, Харківський район; широта – 49°51'24"N, довгота – 36°05'01"E).

Ґрунт дослідного поля представлено чорноземом типовим малогумусним важкосуглинковим на лесовидному суглинку (вміст гумусу в орному шарі – 3,89 %, нітратного азоту – 23,5 мг/кг, легкогідролізованого азоту – 135 мг/кг, рухомого фосфору – 47–56 мг та обмінного калію – 90–120 мг/кг ґрунту, рН сол. – 5,6–6,5).

Дослідження проведено в двох п'ятипільних сівозмінах: в зернопросапній з чергуванням культур горох, пшениця озима, буряки цукрові, ячмінь, кукурудза на зерно та в плодозмінній (люцерна 1-го та 2-го років, пшениця озима, буряки цукрові, ячмінь з підсівом люцерни).

Дослід – двофакторний (табл. 1). Фактор А (різні підходи щодо основного обробітку ґрунту) включав два варіанти: 1) оранка на глибину 30–35 см плугом ПЛН-5-35; 2) обробіток ґрунтообробною розпушувально-сепарувальною машиною «Докучаєвська» ПРСМ-5 на глибину 12–15 см без обертання скиби ґрунту [33, 34]. Фактор В (системи удобрення) включав чотири варіанти: 1) без добрив (контроль); 2)  $N_{170}P_{170}K_{170}$ ; 3) гній 70 т/га; 4) гній 70 т/га +  $N_{170}P_{170}K_{170}$ . У дослідженнях використано напівперепрілий гній великої рогатої худоби. Органічні та мінеральні добрива в дослідках вносили вручну перед основним обробітком ґрунту.

Дослідження проведено згідно із загальноприйнятими методичними вказівками. Загальна площа ділянки становила 40 м<sup>2</sup>, площа облікової ділянки – 28 м<sup>2</sup>, повторність в дослідках – триразова [35]. Показники біологічної активності ґрунту визначали за методом О.М. Мишустіна. Простерилізовану бавовняну тканину поміщали на свіжозачищену стінку розрізу ґрунту, а зі зворотного боку матеріал

екранували поліетиленовою плівкою. Загальна тривалість експонування 120 діб у період вегетації буряків цукрових. Після закінчення кожного періоду експонування залишки полотен, що збереглися, виймали з розрізу, просушували, очищали від ґрунту, фотографували і зважували. Показники біологічної активності ґрунту визначали за втратою площі та за втратою маси експонованої тканини. Втрату площі полотна підраховували за допомогою програми Adobe Photoshop Express: фотографії полотен завантажували в програму, встановлювали шкалу вимірювань (визначення числа пікселів в сантиметрі), виділяли ділянки тканини, що вціліли, та запускали інструмент вимірювання площі виділених ділянок у конкретному ґрунтового горизонті.

Підрахунок за втратою площі (у відсотках) проводили за формулою:

$$((S_1 - S_2) / S_1) \times 100 \%,$$

де  $S_1$  – вихідна площа тканини;  $S_2$  – залишкова площа тканини.

Підрахунок за втратою маси (у відсотках) проводили за формулою:

$$((m_1 - m_2) / m_1) \times 100 \%,$$

де  $m_1$  – вихідна маса тканини;  $m_2$  – залишкова маса тканини.

**Результати дослідження та обговорення.** Одним з поширених методів оцінки біологічної активності ґрунту є визначення активності целюлорозкладаючих мікроорганізмів. Визначення втрати площі бавовняної тканини дозволяє оцінити відносну швидкість перебігу мікробіологічних процесів руйнування клітковини (целюлози). Фактично розкладання целюлози тісно пов'язане з деструкцією всіх рослинних залишків та органічних добрив в ґрунтах агробіоценозів.

Таблиця 1 – Схема досліджень

Фактор	Плодозмінна сівозмінна		Зернопросапна сівозмінна	
	ПРСМ-5	ПЛН-5-35	ПРСМ-5	ПЛН-5-35
В	Без добрив	Без добрив	Без добрив	Без добрив
	$N_{170}P_{170}K_{170}$	$N_{170}P_{170}K_{170}$	$N_{170}P_{170}K_{170}$	$N_{170}P_{170}K_{170}$
	Гній 70 т/га	Гній 70 т/га	Гній 70 т/га	Гній 70 т/га
	Гній 70 т/га + $N_{170}P_{170}K_{170}$	Гній 70 т/га + $N_{170}P_{170}K_{170}$	Гній 70 т/га + $N_{170}P_{170}K_{170}$	Гній 70 т/га + $N_{170}P_{170}K_{170}$

У плодозмінній сівозміні системи удобрення, використані в дослідженнях, забезпечують зростання кількості целюлозорозкладаючих мікроорганізмів через збільшення відсотка розкладання бавовняної тканини (табл. 2). За використання оранки на глибину 30–32 см усі системи удобрення обумовлюють істотне підвищення ступеня розкладання бавовняної тканини впродовж всього періоду експонування. На 30 добу експонування цей показник за різних систем удобрення зростає на 17,6–98,8 %, 60 добу – 40,9–94,5 %, 90 добу – 15,6–77,6 %, на 120 добу – на 37,4–62,8 %. Позитивний вплив оранки на целюлозорозкладаючу здатність ґрунту пояснюється рівномірним перемішуванням рослинних залишків попередника та добрив з більшим шаром ґрунту. В результаті формуються оптимальні умови для розвитку ґрунтової мікрофлори за забезпеченістю вологою, теплом та поживними речовинами.

Максимальні значення показника целюлозорозкладаючої здатності впродовж всього періоду експонування відмічено за використання органо-мінеральної системи удо-

брення. Зокрема, на 120 добу експонування за використання 70 т/га гною та  $N_{170}P_{170}K_{170}$  розкладання бавовняної тканини залежно від шару ґрунту становило 87,9–92,3 %. У початковий період експонування (30–60 діб) за впливом на ступінь розкладання бавовняної тканини переважало використання мінеральної системи удобрення, тимчасом в більш пізні періоди (за експонування 120 діб) зростає ступінь розкладання бавовняної тканини за використання органічної системи удобрення. Зокрема, за внесення 70 т/га гною цей показник коливався в межах 79,6–84,4 %, тимчасом за використання  $N_{170}P_{170}K_{170}$  – 77,8–80,6 %.

Використання для обробки ґрунту стратифікатора впливає на створення більш оптимальних умов для розвитку ґрунтової мікрофлори. Якщо за експонування на 30 добу способи обробітку істотно не різнилися, то в подальшому (60–120 діб експонування) зазначається посилення розкладання бавовняної тканини за використання стратифікатора. Без використання добрив цей показник зростав на 19,0–98,4 % відносно варіанта з використанням оранки.

Таблиця 2 – Вплив способів обробітку ґрунту та систем удобрення на ступінь розкладання бавовняної тканини у ґрунті за вирощування буряку цукрового в плодозмінній сівозміні, % (середнє за 2018–2020 рр.).

Система удобрення	Шар, см	ПЛН-5-35				ПРСМ-5			
		Терміни експонування, діб							
		30	60	90	120	30	60	90	120
Без добрив (контроль)	0–10	8,5	18,9	37,7	59,5	5,1	37,5	55,5	70,8
	10–20	8,5	18,3	37,3	56,4	9,5	35,6	57,4	71,3
	20–30	7,6	17,6	37,0	56,7	11,1	34,0	53,3	70,1
$N_{170}P_{170}K_{170}$	0–10	13,7	31,1	46,8	80,6	17,1	41,6	80,1	91,4
	10–20	12,7	31,0	54,6	77,8	12,6	29,0	67,6	82,4
	20–30	11,6	29,2	53,7	77,9	13,8	25,9	70,1	73,2
Гній 70 т/га	0–10	10,0	22,0	43,6	84,4	20,0	49,6	75,1	88,9
	10–20	13,0	27,1	45,2	79,6	11,6	36,4	62,6	75,3
	20–30	10,6	24,8	45,1	81,9	11,5	34,6	59,2	76,8
Гній 70 т/га + $N_{170}P_{170}K_{170}$	0–10	16,9	33,0	59,6	87,9	24,8	53,2	81,7	94,3
	10–20	15,9	35,6	63,7	89,2	14,1	35,1	71,6	86,6
	20–30	16,5	36,8	65,7	92,3	12,3	24,4	67,5	79,8



Зазначено, що на фоні обробки ґрунту стартифікатором використання органічних і мінеральних добрив мало позитивний вплив на целюлозорозкладаючу здатність ґрунту лише у верхньому шарі ґрунту, оскільки ретельне перемішування добрив та рослинних залишків відбувається у межах шару 0–15 см. За використання мінеральної системи удобрення буряку цукрового відсоток розкладання бавовняної тканини у шарах ґрунту 10–20 та 20–30 см на 60 добу експонування істотно знижувався відносно контрольного варіанта до рівня 25,9–29,0 %. Подібна закономірність спостерігається за використання органо-мінеральної системи удобрення, однак для шару ґрунту 20–30 см (24,4 %). За використання тільки органічних добрив цей показник знаходився на рівні контролю для шарів ґрунту 10–20 та 20–30 см на 30, 60 та 120 добу експонування. Фактично за цих систем удобрення целюлозорозкладаюча здатність ґрунту за обробки стратифікатором для шарів 10–20 та 20–30 см істотно

не різниться або має тенденцію до зниження відносно відповідних систем удобрення за використання оранки.

За вирощування буряку цукрового у зернопросапній сівозміні спостерігаються певні тенденції щодо впливу на целюлозорозкладаючу здатність ґрунтів способів обробки ґрунту та систем удобрення (табл. 3). Також підтверджено зростання відсотка розкладання бавовняної тканини за використання стратифікатора для обробки ґрунту у порівнянні із оранкою. На фоні без застосування добрив обробка ґрунту стратифікатором підвищує значення цього показника на 3,6–38,0 %.

Використання органічних та мінеральних добрив обумовлює зростання целюлозорозкладаючої здатності ґрунту. Максимальне значення показника відмічено за органо-мінеральної системи удобрення як за використання оранки (80,4–84,0 % на 120 добу експонування), так і за обробки ґрунту стратифікатором (76,2–86,5 %).

Таблиця 3 – Вплив способів обробки ґрунту та систем удобрення на ступінь розкладання бавовняної тканини у ґрунті за вирощування буряку цукрового в зернопросапній сівозміні, % (середнє за 2018–2020 рр.)

Система удобрення	Шар, см	ПЛН-5-35				ПРСМ-5			
		Терміни експонування, діб							
		30	60	90	120	30	60	90	120
Без добрив (контроль)	0–10	9,5	18,4	35,3	52,4	12,8	22,5	48,7	65,5
	10–20	7,1	15,4	33,3	50,5	10,0	20,2	37,2	56,5
	20–30	6,6	14,8	34,2	52,7	7,5	16,8	33,5	54,6
N <sub>170</sub> P <sub>170</sub> K <sub>170</sub>	0–10	12,6	26,0	41,6	61,0	14,2	34,4	50,0	86,2
	10–20	11,1	25,2	44,5	64,6	10,6	28,0	40,4	75,3
	20–30	10,7	22,0	45,7	65,0	10,1	27,6	39,0	73,2
Гній 70 т/га	0–10	7,4	23,0	38,1	70,0	14,6	28,8	56,7	80,2
	10–20	11,3	22,0	36,8	70,4	10,8	23,3	51,5	73,0
	20–30	9,4	23,0	38,4	72,0	6,1	22,3	51,7	72,4
Гній 70 т/ га+ N <sub>170</sub> P <sub>170</sub> K <sub>170</sub>	0–10	15,5	26,5	51,2	80,4	23,2	51,5	63,7	86,5
	10–20	13,1	28,7	55,0	80,8	15,7	36,8	55,0	79,0
	20–30	15,0	28,1	55,0	84,0	14,2	36,5	53,7	76,2

Відмічено певне зниження целюлозо-розкладаючої активності ґрунту за органічної системи удобрення на 90 добу експонування за обробки ґрунту плугом (36,8–38,4 %) та на 30 добу експонування за використання стратифікатора (6,1–10,8 %). Також на фоні використання  $N_{170}P_{170}K_{170}$  обробка ґрунту стратифікатором ПРСМ-5 не сприяє зростанню відсотка розкладання бавовняної тканини на 90 добу експонування (40,4–50,0 %).

На переконання В.Ф. Пашенка [33], обробіток ґрунту стратифікатором забезпечує формування на поверхні пухкого, мульчуючого шару, що запобігає випаровуванню ґрунтової вологи та створює умови для накопичення вологи у нижчих горизонтах. Накопичення вологи в поєднанні з достатнім поживним середовищем, що формується за використання добрив, забезпечує оптимальні умови для розвитку ґрунтової мікрофлори.

За впливом на урожайність буряку цукрового не зазначено істотних відмінностей ефективності використання стратифікатора за різних систем удобрення та в різних видах сівозміни (рис. 1). Зазначається позитив-

на тенденція щодо підвищення урожайності в плодозмінній сівозміні за використання стратифікатора за органічної системи удобрення (приріст 2,8 т/га) та негативна тенденція за мінеральної системи удобрення (зниження на 4,5 т/га).

У плодозмінній сівозміні використання стратифікатора забезпечує позитивну тенденцію щодо збільшення збору цукру лише за органічної системи удобрення (на 7,1 %), тимчасом на контролі, за мінеральної та органо-мінеральної систем удобрення, зазначено тенденцію до зниження виходу цукру (на 2,5–9,5 %) (рис. 2). У зернопросапній сівозміні за впливом на збір цукру використання стратифікатора істотно не різниться з проведенням зяблевої оранки.

Отже, за вирощування буряку цукрового в плодозмінній та зернопросапній сівозмінах використання для обробітку ґрунту розпушувально-сепарувальної машини «Докучаєвська» ПРСМ-5 на глибину 12–15 см без обертання скиби ґрунту хоча і забезпечує позитивний вплив на покращення мікробіологічної активності ґрунту, однак не відображається на рівні урожайності культури та збору цукру.

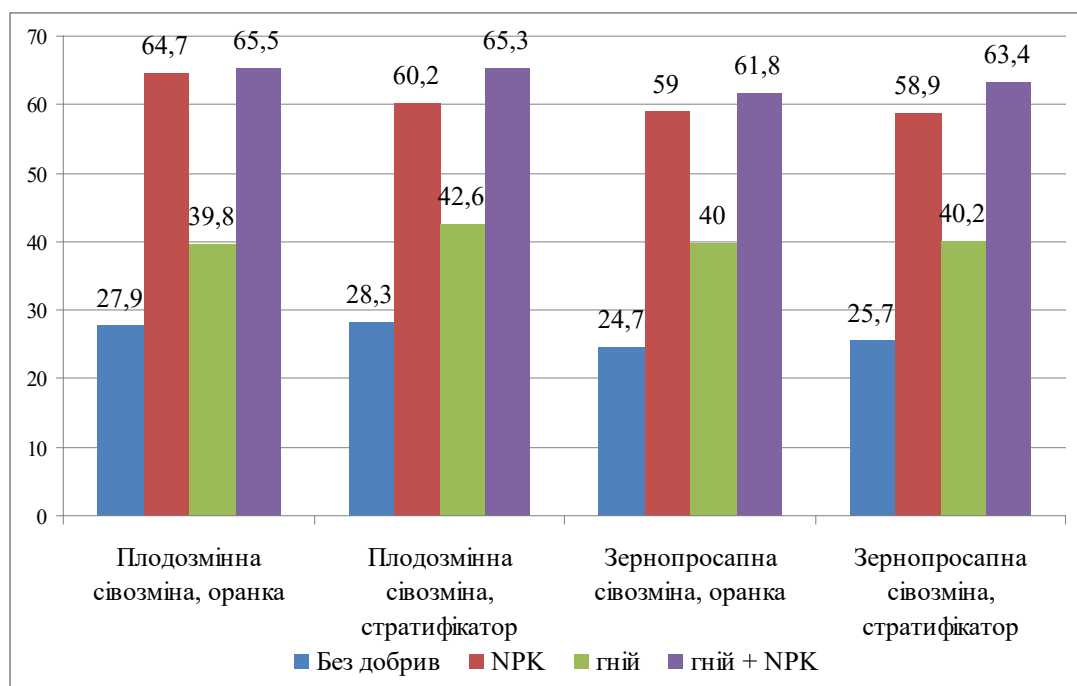


Рис. 1. Урожайність буряку цукрового залежно від способу обробітку ґрунту та внесення добрив, т/га (середнє за 2018–2020 рр.)

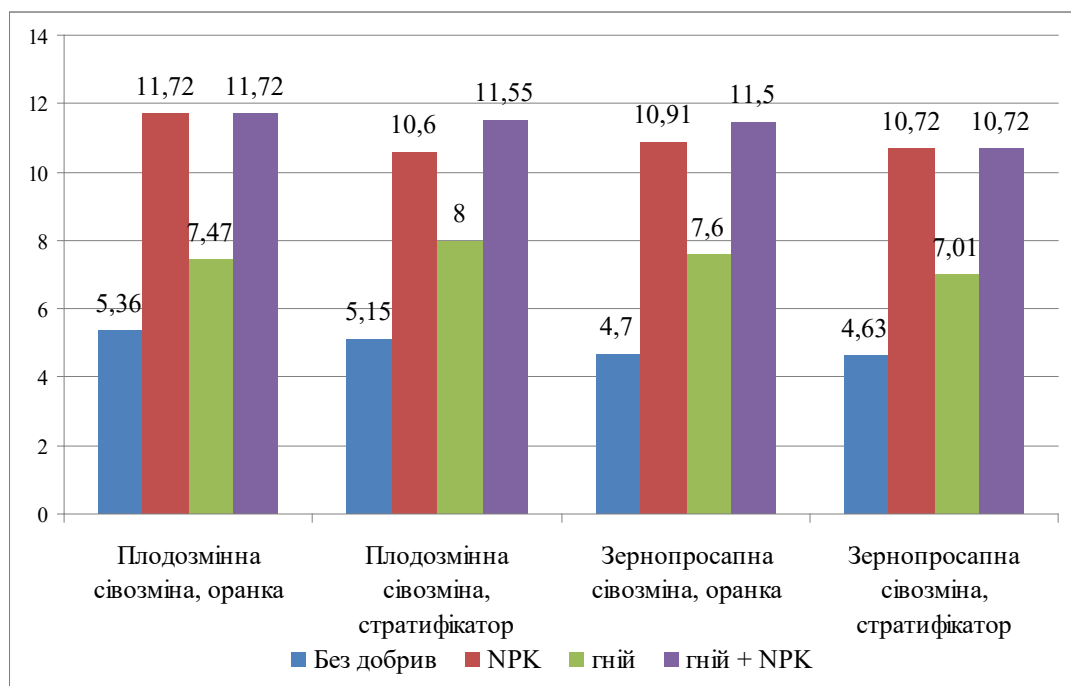


Рис. 2. Збір цукру залежно від способу обробки ґрунту та внесення добрив, т/га (середнє за 2018–2020 рр.).

**Висновки.** Показники біологічної активності ґрунту через 60 діб експонування бавовняної тканини істотно залежать від системи живлення рослин буряку цукрового та місця локалізації бавовняної тканини по глибині шару ґрунту. Максимальне збільшення активності ґрунтових мікроорганізмів спостерігається за мінеральної системи удобрення (в 2,3–2,7 разів залежно від глибини).

На 90 добу експонування високу біологічну активність ґрунту забезпечує органічна система удобрення (підвищення показника у 2,0–2,2 рази проти 1,1–1,5 рази за інших систем удобрення).

На 120 добу експонування за мінеральної системи удобрення біологічна активність ґрунту збільшилася за шарами ґрунту в 1,6–1,7 рази, за органічної системи – в 1,4 рази.

У зернопросапній сівозміні зазначено підвищення біологічної активності ґрунту за обробку стратифікатором ПРСМ-5. Максимальне значення показника відмічено за орґано-мінеральної системи удобрення (76,2–86,5 % на 120 добу експонування).

За впливом на урожайність буряку цукрового не зазначено істотних відмінностей ефективності використання стратифікатора за різних систем удобрення та в різних видах сівозмін.

**Подяка.** Висловлюємо подяку професору, доктору технічних наук Володимирі Філімоновичу Пашенку, завідувачу кафедри механізації та електрифікації сільськогосподарського виробництва ХНАУ імені В.В. Докучаєва, а також головному науковому співробітнику ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. М. Соколовського», академіку НААН України, професору, доктору біологічних наук Віталію Володимировичу Медведєву за їхнє цінне сприяння та підтримку.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Стецишин П.О. Основи органічного виробництва. Вінниця: Нова Книга, 2008. 528 с.
2. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика: монографія / В.В. Волкогон та ін. Київ: Аграрна наука, 2006. 311 с.
3. Perucci P., Bonciarelli U., Santilocchi R., Bianchi A.A. Effect of rotation, nitrogen fertilization and management of crop residues on some chemical, microbiological and biochemical properties of soil. *Biology and fertility of soils*. 1997. 24 (3). P. 311–316. DOI: 10.1007/s003740050249.
4. Bielińska E.J., Futa B., Mocek-Płóćiniak A. Glebowe jako bioindykatory jakości i zdrowotności gleby. Soil enzymes as bioindicators of soil quality and health: monografia naukowa. Lublin, Wydawnictwo Libropolis, 2014.
5. Effect of long-term crop rotation and fertilisation management on soil humus dynamics

- in organic and sustainable agricultural management systems / L. Masionytė et al. *Soil Research*. 2021. 59(6). P. 573–585. DOI: 10.1071/SR20101.
6. Biological activity and functional diversity in soil in different cultivation systems / S. Jezierska-Tys et al. *International Journal of Environmental Science and Technology*. 2020. 17. P. 4189–4204. DOI: 10.1007/s13762-020-02762-5.
7. Dynamics of soil aggregation and organic carbon fractions over 23 years of no-till management / C. dos Reis Ferreira et al. *Soil and Tillage Research*. 2020. 198. 104533. DOI: 10.1016/j.still.2019.104533
8. Role of organic fertilizers in improving soil fertility / T.B. Singh et al. *Contaminants in agriculture: sources, impacts and management*. 2020. P. 61–77. DOI: 10.1007/978-3-030-41552-5\_3
9. Sofo A., Mininni A.N., Ricciuti P. Soil macrofauna: A key factor for increasing soil fertility and promoting sustainable soil use in fruit orchard agrosystems. *Agronomy*. 2020. 10(4). 456 p. DOI: 10.3390/agronomy10040456
10. Gao M., Dong Y., Zhang Z., Song Z. Effect of dibutyl phthalate on microbial function diversity and enzyme activity in wheat rhizosphere and non-rhizosphere soils. *Environmental Pollution*. 2020. 265 p. 114800. DOI: 10.1016/j.envpol.2020.114800.
11. Gałazka A., Niedźwiecki J., Grządziel J., Gawryjolek K. Evaluation of changes in Glomalin-Related Soil Proteins (GRSP) content, microbial diversity and physical properties depending on the type of soil as the important biotic determinants of soil quality. *Agronomy*. 2020. 10(9). 1279 p. DOI: 10.3390/agronomy10091279.
12. The Role of Organic and Mineral Fertilization in Maintaining Fertility and Productivity of Cryolithozone Soils / E. Lodygin et al. *Agronomy*. 2023. 13(5). 1384 p. DOI: 10.3390/agronomy13051384.
13. Consequences of the Long-Term Fertilization System Use on Physical and Microbiological Soil Status in the Western Polissia of Ukraine / O. Puzniak et al. *Agriculture-Basel*. 2022. 12 (11). Article 1955. DOI: 10.3390/agriculture12111955.
14. Soil beneficial bacteria and their role in plant growth promotion: a review / R. Hayat et al. *Annals of microbiology*. 2022. 60 (4). P. 579–598. DOI: 10.1007/s13213-010-0117-1.
15. Głowacki A., Mocek-Plóćiniak A., Spychalski W., Kayzer D. The influence of long-term land reclamation on the microbiological properties of post-mining soils. *Soil Sci. Ann.* 2020. 71(4). P. 359–370. DOI: 10.37501/soilsa/127227.
16. Chen Q., Xin Y., Liu Z. Long-Term Fertilization with Potassium Modifies Soil Biological Quality in K-Rich Soils. *Agronomy*. 2020. 10. 771 p. DOI: 10.3390/agronomy10060771.
17. Gilewska M., Plóćiniczak A. Aktywność enzymatyczna gleb powstających z gruntów pogórnich. (Enzymatic activity of soils originating from post mining soils). *Roczniki Gleboznawcze – Soil Science Annual*. 2004. 55(2). P. 123–129.
18. Bielińska E.J., Mocek-Plóćiniak A. (2009). Fosfatazy w środowisku glebowym. (Phosphatases in the soil environment). *Monografia naukowa*. Poznań, Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu.
19. Bielińska E.J., Węgorzek T., Głowacka A. Zmiany aktywności enzymatycznej utworów ilastych na zalesionym zwałowisku kopalni siarki. (Changes in the enzymatic activity of clay formations in an afforested sulphur mine spoil tip). *Roczniki Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu*. 2000. 317 (56). P. 401–410.
20. Mocek-Plóćiniak A. Właściwości fizyczno-chemiczne oraz mikrobiologiczne gleb kształtujących się na składowisku popiołów i żużli elektrownianych. The physicochemical and microbiological properties of soils developing in landfills with ash and slag from power plants. *Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu. Rozprawy naukowe*. 2018. 499. 180 p.
21. Wolińska A., Bennicelli R.P. Dehydrogenase activity response to soil reoxidation process described as varied conditions of water potential, air porosity and oxygen. *Pol. J. Environ. Stud.* 2010. 19 (3). 651 p.
22. Kinetics of catalase and dehydrogenase in main soils of Northeast China under different soil moisture conditions / L. Zhang et al. *Agric. J.* 2009. 4. (2). 113 p.
23. Finlay B.J., Esteban G.F. Oxygen sensing drives predictable migrations on a microbial community. *Environ. Microbiol.* 2009. 11 (1). 81 p.
24. Jezierska-Tys S., Rachoń L., Rutkowska A., Szumiło G. Microbial activity in soil under winter wheat. *Int. Agrophys.* 2011. 25. P. 21–29.
25. Costantini E.A., Mocali S. Soil health, soil genetic horizons and biodiversity. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 2022. 185(1). P. 24–34. DOI: 10.1002/jpln.202100437.
26. The nitrogen gap in soil health concepts and fertility measurements / A.S. Grandy et al. *Soil Biology and Biochemistry*. 2022. 175. 108856. DOI: 10.1016/j.soilbio.2022.108856
27. Soil biological activity as an indicator of soil pollution with pesticides – a review / E. Wołajko et al. *Applied Soil Ecology*. 2020. 147. 103356. DOI: 10.1016/j.apsoil.2019.09.006.
28. Feng Q., An C., Chen Z., Wang Z. Can deep tillage enhance carbon sequestration in soils? A meta-analysis towards GHG mitigation and sustainable agricultural management. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2020. 133. 110293. DOI: 10.1016/j.rser.2020.110293.
29. Swedrzyńska D., Grzes S. Microbiological Parameters of Soil under Sugar Beet as a Response to the Long-Term Application of Different Tillage Systems. *Polish journal of environmental studies*. 2015. 24 (1). P. 285–294. DOI: 10.15244/pjoes/25102.
30. Hartmann M., Six J. Soil structure and microbiome functions in agroecosystems. *Nature Reviews Earth & Environment*. 2023. 4(1). P. 4–18. DOI: 10.1038/s43017-022-00366-w
31. Hanhur V.V., Len O.I., Hanhur N.V. Impact of different tillage systems on soil nutrient regime in

the field of winter wheat and spring barley in the left-bank forest-steppe zone of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*. 2022. 1. P. 38–44. DOI: 10.31210/visnyk2022.01.04.

32. The Effect of Soil Tillage and Nitrogen Fertilization on Microbiological Parameters of Soil on which Spring Triticale is Grown / H. Klikocka et al. *Polish Journal of Environmental Studies*. 2012. 21(6). P. 1675–1685.

33. Pashchenko V.F., Syromyatnikov Y.N. The transporting ability of the rotor of the soil-cultivating loosening and separating vehicle. *Tractors and Agricultural Machinery*. 2019. 86(2). P. 67–74. DOI: 10.31992/0321-4443-2019-2-67-74

34. Syromyatnikov Y. Design parameters of the rotor of a tilling and separating machine. *Agriculture*. 2019. 2. P. 7–27. DOI: 10.7256/2453-8809.2019.2.31975

35. Дослідна справа в агрономії: навч. посібник. Теоретичні аспекти дослідної справи / А.О. Рожков та ін. Харків: Майдан, 2016. 316 с.

#### REFERENCES

1. Stecyshyn, P.O. (2008). *Osnovy orhanichnoho vyrobnytstva [Basics of organic production]*. Vinnytsia, New book, 528 p.

2. Volkogon, V.V., Nadkernychna, O.V., Kovalyevska, T.M. (2006). *Mikrobni preparaty u zemlerobstvi [Microbial preparations in agriculture]*. Teoriia i praktyka: monographia [Theory and practice]. Kyiv, Agrarian science, 311 p.

3. Perucci, P., Bonciarelli, U., Santilocchi, R., Bianchi, A.A. (1997). Effect of rotation, nitrogen fertilization and management of crop residues on some chemical, microbiological and biochemical properties of soil. *Biology and Fertility of Soils*. no. 24(3), pp. 311–316. DOI: 10.1007/s003740050249.

4. Bielińska, E.J., Futa, B., Mocek-Płóćiniak, A. (2014). *Soil enzymes as bioindicators of soil quality and health: scientific monograph*. Lublin, Wydawnictwo Libropolis.

5. Masionytė, L., Kriaučiūnienė, Z., Šaraušis, E., Arlauskienė, A., Krikštolaitis, R., Šlepetienė, A., van Lier, Q.D.J. (2021). Effect of long-term crop rotation and fertilisation management on soil humus dynamics in organic and sustainable agricultural management systems. *Soil Research*. no. 59(6), pp. 573–585. DOI: 10.1071/SR20101.

6. Jezierska-Tys, S., Wesółowska, S., Gałazka, A., Joniec, J., Bednarz, J., Cierpiąła, R. (2020). Biological activity and functional diversity in soil in different cultivation systems. *International Journal of Environmental Science and Technology*. no. 17, pp. 4189–4204. DOI: 10.1007/s13762-020-02762-5.

7. dos Reis, Ferreira, C., da Silva Neto, E.C., Pereira, M.G., do Nascimento Guedes, J., Rosset, J.S., dos Anjos, L.H.C. (2020). Dynamics of soil aggregation and organic carbon fractions over 23 years of no-till management. *Soil and Tillage Research*. no. 198, 104533. DOI: 10.1016/j.still.2019.104533.

8. Singh, T.B., Ali, A., Prasad, M., Yadav, A., Shrivastav, P., Goyal, D., Dantu, P.K. (2020). Role

of organic fertilizers in improving soil fertility. *Contaminants in Agriculture: Sources, Impacts and Management*. pp. 61–77. DOI: 10.1007/978-3-030-41552-5\_3.

9. Sofo, A., Mininni, A.N., Ricciuti, P. (2020). Soil macrofauna: A key factor for increasing soil fertility and promoting sustainable soil use in fruit orchard agrosystems. *Agronomy*. no. 10(4), 456 p. DOI: 10.3390/agronomy10040456.

10. Gao, M., Dong, Y., Zhang, Z., Song, Z. (2020). Effect of dibutyl phthalate on microbial function diversity and enzyme activity in wheat rhizosphere and non-rhizosphere soils. *Environmental Pollution*. no. 265, 114800. DOI: 10.1016/j.envpol.2020.114800.

11. Gałazka, A., Niedźwiecki, J., Grządziel, J., Gawryjolek, K. (2020). Evaluation of changes in Globalin-Related Soil Proteins (GRSP) content, microbial diversity and physical properties depending on the type of soil as the important biotic determinants of soil quality. *Agronomy*. no 10(9), 1279 p. DOI: 10.3390/agronomy10091279.

12. Lodygin, E., Shamrikova, E., Kubik, O., Chebotarev, N., Abakumov, E. (2023). The Role of Organic and Mineral Fertilization in Maintaining Fertility and Productivity of Cryolithozone Soils. *Agronomy*. no. 13(5), 1384 p. DOI: 10.3390/agronomy13051384.

13. Puzniak, O., Hrynchyshyn, N., Datsko, T., Andruszczak, S., Hulko, B. (2022). Consequences of the Long-Term Fertilization System Use on Physical and Microbiological Soil Status in the Western Polissia of Ukraine. *Agriculture-Basel*. no. 12(11), Article 1955. DOI: 10.3390/agriculture12111955.

14. Hayat, R., Ali, S., Amara, U., Khalid, R., Ahmed, I. (2022). Soil beneficial bacteria and their role in plant growth promotion: a review. *Annals of Microbiology*. no. 60(4), pp. 579–598. DOI: 10.1007/s13213-010-0117-1.

15. Głowacki, A., Mocek-Płóćiniak, A., Spychalski, W., Kayzer, D. (2020). The influence of long-term land reclamation on the microbiological properties of post-mining soils. *Soil Science Annual*. no. 71(4), pp. 359–370. DOI: 10.37501/soilsa/127227.

16. Chen, Q., Xin, Y., Liu, Z. (2020). Long-Term Fertilization with Potassium Modifies Soil Biological Quality in K-Rich Soils. *Agronomy*. no. 10, 771 p. DOI: 10.3390/agronomy10060771.

17. Gilewska, M., Płóćiniczak, A. (2004). Aktywnosc enzymatyczna gleb powstajacych z gruntów pogórnicych (Enzymatic activity of soils originating from post-mining soils). *Roczniki Gleboznawcze – Soil Science Annual*. no. 55(2), pp. 123–129.

18. Bielińska, E.J., Mocek-Płóćiniak, A. (2009). *Fosfatazy w środowisku glebowym (Phosphatases in the soil environment)*. Scientific Monograph. Poznań, Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu.

19. Bielińska, E.J., Węgorzek, T., Głowacka, A. (2000). Zmiany aktywności enzymatycznej utworów ilastych na zalesionym zwałowisku kopalni siarki (Changes in the enzymatic activity of clay formations

in an afforested sulphur mine spoil tip). *Roczniki Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu*. no. 317(56), pp. 401–410.

20. Mocek-Płóćiniak, A. (2018). Właściwości fizyczno-chemiczne oraz mikrobiologiczne gleb kształtujących się na składowisku popiołów i żużli elektrownianych (The physicochemical and microbiological properties of soils developing in landfills with ash and slag from power plants). *Poznań, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Rozprawy Naukowe*, no. 499, 180 p.

21. Wolińska, A., Bennicelli, R.P. (2010). Dehydrogenase activity response to soil reoxidation process described as varied conditions of water potential, air porosity and oxygen. *Polish Journal of Environmental Studies*. no. 19(3), 651 p.

22. Zhang, L., Zhije, W.U., Chen, L., Jiang, Y., Dongpo, L.I. (2009). Kinetics of catalase and dehydrogenase in main soils of Northeast China under different soil moisture conditions. *Agricultural Journal*. no. 4(2), 113 p.

23. Finlay, B.J., Esteban, G.F. (2009). Oxygen sensing drives predictable migrations on a microbial community. *Environmental Microbiology*. no. 11(1), 81 p.

24. Jezierska-Tys, S., Rachoń, L., Rutkowska, A., Szumiło, G. (2011). Microbial activity in soil under winter wheat. *International Agrophysics*. no. 25, pp. 21–29.

25. Costantini, E.A., Mocali, S. (2022). Soil health, soil genetic horizons and biodiversity. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. no. 185(1), pp. 24–34. DOI: 10.1002/jpln.202100437.

26. Grandy, A.S., Daly, A.B., Bowles, T.M., Gaudin, A.C., Jilling, A., Leptin, A., Waterhouse, H. (2022). The nitrogen gap in soil health concepts and fertility measurements. *Soil Biology and Biochemistry*. no. 175, 108856. DOI: 10.1016/j.soilbio.2022.108856.

27. Wołejko, E., Jabłońska-Trypuć, A., Wydro, U., Butarewicz, A., Łozowicka, B. (2020). Soil biological activity as an indicator of soil pollution with pesticides—a review. *Applied Soil Ecology*. no. 147, 103356. DOI: 10.1016/j.apsoil.2019.09.006.

28. Feng, Q., An, C., Chen, Z., Wang, Z. (2020). Can deep tillage enhance carbon sequestration in soils? A meta-analysis towards GHG mitigation and sustainable agricultural management. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. no. 133, 110293. DOI: 10.1016/j.rser.2020.110293.

29. Swedrzyńska, D., Grzes, S. (2015). Microbiological Parameters of Soil under Sugar Beet as a Response to the Long-Term Application of Different Tillage Systems. *Polish Journal of Environmental Studies*. no. 24(1), pp. 285–294. DOI: 10.15244/pjoes/25102.

30. Hartmann, M., Six, J. (2023). Soil structure and microbiome functions in agroecosystems. *Nature Reviews Earth & Environment*. no. 4(1), pp. 4–18. DOI: 10.1038/s43017-022-00366-w.

31. Hanhur, V.V., Len, O.I., Hanhur, N.V. (2022). Impact of different tillage systems on soil nutrient regime in the field of winter wheat and spring barley in the left-bank forest-steppe zone of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*. no. (1), pp. 38–44. DOI: 10.31210/visnyk2022.01.04.

32. Klikocka, H., Narolski, B., Klikocka, O., Głowacka, A., Juszcak, D., Onuch, J., Gaj, R., Michałkiewicz, G., Cybulska, M., Stepaniuk, S. (2012). The Effect of Soil Tillage and Nitrogen Fertilization on Microbiological Parameters of Soil on which Spring Triticale is Grown. *Polish Journal of Environmental Studies*. no. 21(6), pp. 1675–1685.

33. Pashchenko, V.F., Syromyatnikov, Y.N. (2019). The transporting ability of the rotor of the soil-cultivating loosening and separating vehicle. *Tractors and Agricultural Machinery*. no. 86(2), pp. 67–74. DOI: 10.31992/0321-4443-2019-2-67-74.

34. Syromyatnikov, Y. (2019). Design parameters of the rotor of a tilling and separating machine. *Agriculture*. no. 2, pp. 7–27. DOI: 10.7256/2453-8809.2019.2.31975.

35. Rozhkov, A.O., Puzik, V.K., Kalenska, S.M. (2016). *Doslidna sprava v agronomii: navch. posibnyk [Research case in agronomy: teaching. manual]. Teoretychni aspekty doslidnoi spravy [Theoretical aspects of the research case]*. Kharkiv, Maidan, 316 p.

#### **Soil biological activity in sugar beet crops depending on various combinations of agrotechnology elements**

**Syromyatnikov Yu., Kuts O., Rudyi S.**

Soil biological activity in sugar beet crops was determined depending on various combinations of agrotechnology elements. Field research were conducted in two types of agrobiocenoses (grain-row crop rotation and fruit-changing crop rotation) under different fertilization systems (mineral, organic, organic-mineral). A comparison was made between the effects of two soil tillage methods for growing sugar beets (plowing to a depth of 30-35 cm with a «PLN-5-35» plow and a soil tillage loosening and separating machine «Dokuchaev» PRSM-5 to a depth of 12-15 cm without soil turnover) on soil biological activity (cellulose-decomposing capacity of the soil), root yield, and sugar harvest. The influence of different soil tillage methods for sugar beets under various fertilization systems in grain-row and crop rotation on the cellulose-decomposing capacity of the soil (in different soil layers over time), root yield, and sugar harvest was studied. Soil biological activity indicators after 60 days of cotton fabric exposure significantly depend on the sugar beet plant nutrition system and cotton fabric localization by soil layer depth. The maximum increase of soil microorganisms' activity is observed with the mineral fertilizer system (2.3-2.7 times depending on the depth). On the 90th day of exposure high soil biological activi-

ty is provided by the organic fertilization system (an increase of 2.0-2.2 times compared to 1.1-1.5 times for other fertilization systems). On the 120th day of exposure under the mineral fertilization system soil biological activity increased by 1.6-1.7 times in the soil layers and by 1.4 times under the organic system. In grain-row crop rotation an increase in soil biological activity was noted with the «PRSM-5» stratifier. The maximum index value

was observed under the organic-mineral fertilization system (76.2-86.5 % on the 120th day of exposure). In terms of the effect on sugar beet yield no significant differences in the effectiveness of the stratifier using under different fertilization systems and in different rotation types were identified.

**Key words:** stratifier, fertilization systems, soil tillage, crop rotation, soil cellulose-decomposing soil capacity.



Copyright: Сиром'ятников Ю.М., Куц О.В., Рудий С.А. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Сиром'ятников Ю.М.

<https://orcid.org/0000-0001-9502-626X>

Куц О.В.

<https://orcid.org/0000-0003-2053-8142>

Рудий С.А.


<https://orcid.org/0009-0001-7238-0191>

## АГРОНОМІЯ

УДК 631.559-021.4:[633.36/.37:631.86]

**Урожайність і якість зерна чини посівної  
за дії біологічних препаратів**Тодосійчук О.В. 

Уманський національний університет садівництва

 E-mail: radak7484402@ukr.net

Тодосійчук О.В. Урожайність і якість зерна чини посівної за дії біологічних препаратів. «Агробіологія», 2024. № 2. С. 128–133.

Todosiychuk O. Yield and grain quality of chickling vetch under biological preparations influence. «Agrobiology», 2024. no. 2, pp. 128–133.

Рукопис отримано: 16.09.2024 р.

Прийнято: 01.10.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-191-2-128-133

В статті наведено результати досліджень з вивчення впливу на урожайність і якість зерна чини посівної обробки перед сівбою насіння комплексом біопрепарату та регулятора росту рослин з наступним посходовим внесенням по їх фоні регулятора росту рослин.

Метою дослідження було встановити в польових умовах вплив біопрепарату Біонеостим (1,0 л/т) і регулятора росту рослин Вермистим Д (обробка насіння перед сівбою – 7,0 л/т, обприскування посівів – 8,0 л/га) на урожайність і якість зерна чини посівної, сорту Іволга.

Польові досліді закладали систематичним методом. Повторність досліді – триразова. Схема досліді включала варіанти з обробкою насіння перед сівбою біопрепаратом Біонеостим у нормі 1,0 л/т окремо й сумісно з регулятором росту рослин Вермистим Д (7,0 л/т – обробка насіння та 8,0 л/га – обробка вегетуючих рослин). Насіння чини посівної за добу до сівби обробляли біопрепаратом, регулятором росту рослин та їх сумішами. На фоні обробки насіння чини посівної Біонеостимом і Вермистимом Д посіви у фазу стеблуння обприскували регулятором росту рослин Вермистим Д у нормі 8,0 л/га із розрахунку витрати робочої суміші 200 л/га.

Із наведеного експериментального матеріалу можна зробити висновки, що передпосівна обробка насіння чини посівної сумішшю біопрепарату Біонеостим (1,0 л/т) з регулятором росту рослин Вермистим Д (7,0 л/т) за наступного посходового внесення Вермистиму Д (8,0 л/га) сприяє активізації проходження у рослинах і ґрунті низки біологічних процесів, що приводить до зростання урожайності культури (приріст зерна на рівні 0,51 т/га) за збільшеного на 9 % показника маси 1000 зерен і 2,6 % – вмісту білка.

**Ключові слова:** продуктивність посівів, урожайність, чина посівна, біологічний препарат, регулятор росту рослин.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Нині вирішення проблеми підвищення урожайності і якості зерна бобових культур та збільшення рослинного білка в харчуванні людей неможливе без впровадження нових зернобобових культур. Однак, в структурі посівних площ України на їх частку припадає невеликий відсоток у порівнянні з вирощуванням решти зернових

культур, що зумовлено нижчою їх урожайністю та неудосконаленими технологіями вирощування [1, 2].

Останніми роками фіксують зміни клімату в бік потепління, значні території країни періодично піддаються дії посухи. У зв'язку з цим, в сільськогосподарському виробництві виникає необхідність розширення посівних площ під вирощування посухостійких



зернобобових культур. Однією з таких культур є чина посівна, яку наразі відносять до нетрадиційних культур, недооцінюючи її біологічний та енергетичний потенціал, що пов'язано з недостатнім вивченням біологічних особливостей культури та технологій її вирощування [3, 4].

В сучасний період розвитку агропромислового виробництва однією з головних умов збільшення валових зборів та підвищення врожайності бобових культур є постійне удосконалення технологічних елементів вирощування відповідно до морфобіологічних особливостей сортів та чинників довкілля. Пріоритетного значення набувають також питання поліпшення якості зерна та насіння зернобобових культур, зокрема чини посівної [5, 6].

Зважаючи на стрімке використання різних бобових культур в харчовій галузі, актуальною є проблема розробки технологій їх вирощування з мінімальним негативним впливом на навколишнє середовище та здоров'я людини, що може бути реалізовано за впровадження у технології вирощування сучасних біологічних препаратів і регуляторів росту рослин природного походження. Ці препарати підвищують імунізаційні властивості рослин, їх стійкість до стресових чинників абіотичного і біотичного походження за зниженої негативної дії високотоксичних хімічних засобів захисту [7, 8].

За останні роки на основі найновітніших наукових розробок у галузі хімії та біології було створено принципово нові, високо-ефективні і водночас безпечні регулятори росту рослин, застосування яких є одним із найбільш доступних і високорентабельних агрозаходів, що впливає на строки дозрівання культур, сприяє підвищенню продуктивності та покращенню якості зерна [9]. Аналіз літературних даних засвідчує [10, 11], що найбільш ефективним є поєднання для обробки насіння регуляторів росту рослин і біопрепаратів, де окрім зростання врожайності на 8–17 % встановлено позитивний їх вплив на якісні показники зерна.

Також низкою досліджень доведено [12–14], що сучасні біологічні препарати із ристрегулювальними властивостями значно підвищують продуктивність посівів і якість урожаю сільськогосподарських культур: приріст урожаю може становити 15–23 %, вміст білка у зерні зростає на 1–6 %, натурі – 1–4 %.

Біологічні препарати використовують у технологіях вирощування сільськогосподарських культур як для обприскування вегетаую-

чих рослин, так і для передпосівної обробки насіння, або ж в комплексі – обробка насіння + обприскування рослин по вегетації. Таке комплексне застосування препаратів є більш доцільним, оскільки продуктивність посівів зростає в рази [9, 15, 16].

Зважаючи на викладений вище матеріал, питання застосування біологічних препаратів у посівах сільськогосподарських культур, зокрема чини посівної, є досить важливим і актуальним.

**Мета дослідження.** Дослідити вплив біопрепарату Біонеостим (1,0 л/т) і регулятора росту рослин Вермистим Д (обробка насіння перед сівбою – 7,0 л/т, обприскування посівів – 8,0 л/га) на урожайність і якість зерна чини посівної.

**Матеріал і методи дослідження.** Дослідження виконували в польових умовах кафедри біології Уманського національного університету садівництва впродовж 2022–2024 років. Дію біопрепарату Біонеостим (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, Mg, Mn, CaO, S, B, Mo, Fe, Cu, Zn, водорозчинні гумінові речовини – 0,25–20 г/л, *Pseudomonas sp.* D-1, *Paenibacillus polymyxa* 5, *Trichoderma sp.* D-1 – 1,0×10<sup>5</sup>–1,0×10<sup>6</sup> КУО/см<sup>3</sup>, виробник – Перфект Агро, ТОВ, Україна) і регулятора росту рослин Вермистим Д (амінові, гумінові, специфічні білкові і фульвокислоти, вітаміни, фітогормони, бактерії: *Lactobacillus plantarum* (>100 тис.), *Lactobacillus casei* (>10 тис.), *Rhodopseudomonas palustris* (>10 тис.), *Saccharomyces cerevisiae* (>10 тис.), виробник – Біоконверсія, ПП, Україна) вивчали в посівах чини посівної сорту Іволга.

Ґрунт дослідного поля чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі з вмістом в орному шарі гумусу 3,5 %, рухомих сполук фосфору і калію (за методом Чирикова) – 88 і 132 мг/кг відповідно, азоту легкогідролізованих сполук (за методом Корнфілда) – 103 мг/кг, рНсол. – 6,2, гідролітична кислотність – 2,26 смоль/кг ґрунту [17].

Метеорологічні умови в роки проведення досліджень були типовими для регіону з незначними відхиленнями за вологозабезпеченням, однак загалом були сприятливими для вирощування сільськогосподарських культур, зокрема чини посівної.

Польові досліди закладали систематичним методом. Повторність досліду – триразова. Схема досліду включала варіанти з обробкою насіння перед сівбою біопрепаратом Біонеостим у нормі 1,0 л/т окремо й сумісно з регулятором росту рослин Вермистим Д (7,0 л/т – обробка насіння та 8 л/га – обробка

вегетуючих рослин). Насіння чини посівної за добу до сівби обробляли біопрепаратом, регулятором росту рослин та їх сумішами. На фоні обробки насіння чини посівної Біонеостимом і Вермистимом Д посіви у фазу стеблуння обприскували акумуляторним ранцевим обприскувачем DS-3WF-3 регулятором росту рослин Вермистим Д у нормі 8,0 л/га із розрахунку витрати робочої суміші 200 л/га. Деталізовану схему досліду наведено у таблиці 1.

Облік урожайності зерна чини посівної виконували подільською, збирання проводили комбайном «Сампо» з наступним зважуванням і перерахунком на стандартну вологість [18]. Оцінку якості зерна чини посівної, зокрема маси тисячі зерен проводили згідно з ДСТУ ISO 520:2015 [19], вміст у зерні білка визначали спектрофотометричним методом [20, 21].

Статистичну обробку даних виконували в програмі Microsoft Office Excel 2007 за методом, викладеним В. О. Єщенком та ін. [18].

**Результати дослідження та обговорення.** У результаті аналізу одержаних даних (табл. 1) встановлено, що урожайність чини посівної формувалась залежно від погодних умов та комбінування досліджу-

ваних препаратів. Зокрема, у варіанті без застосування препаратів (контроль) урожайність чини посівної сформувалась на рівні 2,76 т/га, за передпосівної обробки насіння регулятором росту рослин Вермистимом Д урожайність перевищувала контроль на 3 %, мікробним препаратом Біонеостим – 5 %, їх сумішшю – 7 %. Комплексне застосування Вермистиму Д (обробка насіння перед сівбою та посівів) забезпечило формування урожайності культури на рівні 2,97 т/га, що за  $HP_{05}$  0,07–0,10 т/га було достовірним та перевищувало контрольний варіант на 8 %. Водночас, за передпосівної обробки насіння біопрепаратом Біонеостим з посходовим застосуванням Вермистиму Д показники урожайності перевищили контроль на 10 % відповідно. Найвищі показники урожайності були отримані у варіанті з передпосівною обробкою насіння сумішшю біопрепарату Біонеостим (1,0 л/т) і регулятора росту рослин Вермистим Д (7,0 л/т) з наступним внесенням останнього під час вегетації культури (8,0 л/га), що становило 3,27 т/га за перевищення до контролю 18 % і було за  $HP_{05}$  0,07–0,10 т/га достовірним.

Таблиця 1 – Урожайність і якість зерна чини посівної сорту Іволга за дії біопрепарату Біонеостим та регулятора росту рослин Вермистим Д (середнє за 2022–2024 рр.)

Варіант досліджу	Урожайність зерна, т/га	Маса 1000 зерен (г)	Вміст білка, %
Без застосування препаратів (контроль)	2,76	189,8	27,1
БП Біонеостим (1,0 л/т – обробка насіння) Фон I	2,89	195,2	28,2
РРР Вермистим Д (7,0 л/т – обробка насіння) Фон II	2,83	194,7	27,8
БП Біонеостим Фон I + РРР Вермистим Д Фон II (Фон III)	2,94	198,0	28,6
РРР Вермистим Д (8,0 л/га – обробка вегетуючих рослин)	2,80	191,8	27,3
Фон I + РРР Вермистим Д (8,0 л/га)	3,03	203,0	29,2
Фон II + РРР Вермистим Д (8,0 л/га)	2,97	199,9	28,9
Фон III + РРР Вермистим Д (8,0 л/га)	3,27	207,3	29,7
$HP_{05}$	0,07*–0,10	0,7–1,3	0,2–0,4

**Примітка:**\* – наведено міні і максимум значення за роки досліджень.

Одержані експериментальні дані щодо врожайності чини посівної узгоджуються із нашими дослідженнями стосовно проходження біологічних процесів у рослинах і ґрунті та засвідчують, що підвищення продуктивності посівів культури є результатом активізації функціонування симбіотичної системи з одночасним посиленням проходження основних мікробних процесів у ґрунті за сумісної обробки насіння біопрепаратом Біонеостим з регулятором росту рослин Вермистим Д із наступним післясходовим внесенням останнього.

Біопрепарати та регулятори росту рослин належать до сполук з відносно складним впливом на рослини впродовж вегетації [9, 22]. Тому, під час вивчення дії біопрепарату Біонеостим та регулятора росту рослин Вермистим Д на фізіолого-біохімічні та мікробіологічні зміни в посівах чини посівної важливо було дослідити ефективність дії композицій препаратів на формування якості зерна цієї культури.

У результаті проведеного аналізу встановлено, що в середньому за роки досліджень у контролі маса 1000 насінин становила 189,8 г, у варіанті з передпосівною обробкою насіння біопрепаратом Біонеостим (1,0 л/т) цей показник був вищим на 5,4 г. За внесення в посівах Вермистиму Д (8,0 л/га) показники маси 1000 насінин перевищували контроль на 2 г. У варіанті Фон I + регулятор росту рослин Вермистим Д (8,0 л/га) маса 1000 насінин перевищувала показники контролю на 13,2 г, що за  $НІР_{05}$  0,7–1,3 г було достовірним. Найвищі показники за масою 1000 насінин були відмічені у варіанті обприскування посівів регулятором росту рослин по фоні III, де перевищення до контролю становило 17,5 г, що також відповідно за  $НІР_{05}$  0,7–1,3 г було достовірним.

Досліджувані композиції препаратів мали істотний вплив на формування такого важливого показника якості зерна як вміст білка. Зокрема, за внесення по вегетуючих рослинах регулятора росту рослин вміст білка у порівнянні до контролю зростав на 0,2 %. Передпосівна обробка насіння Біонеостимом у суміші з Вермистимом Д забезпечила перевищення вмісту білка до контролю на 1,5 %, що може бути обумовлено позитивною дією біологічних препаратів на проходження в рослинах фізіолого-біохімічних процесів на фоні покращення умов мінерального живлення. Деяко вищі показники вмісту білка були відмічені у варіанті Біонеостим (1,0 л/т) + Вермистим Д (7,0 л/т), де перевищення контролю становило 2,1 %. Найвищі

показники вмісту білка були відмічені в зерні чини посівної, яку вирощували з обробкою насіння сумішшю біопрепарату Біонеостим (1,0 л/т) із регулятором росту рослин Вермистим Д (7,0 л/т) за наступного обприскування посівів Вермистимом Д (8,0 л/га), де перевищення до контролю становило 2,6 % та за  $НІР_{05}$  0,2–0,4 % було достовірним.

**Висновки.** Отже, застосування у посівах чини посівної суміші біопрепаратів сприяє активізації проходження у рослинах і ґрунті низки біологічних процесів, які обумовлюють покращення продуктивності посівів і якості зерна, проте найвідчутніший вплив на формування цих показників мало використання Біонеостиму (1,0 л/т) з регулятором росту рослин Вермистим Д (7,0 л/т) за наступного посходового внесення Вермистиму Д (8,0 л/га), в результаті чого зростання урожайності культури становило на рівні 0,51 т/га за збільшеного на 9 % показника маси 1000 зерен і 2,6 % – вмісту білка.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Тараріко Ю.О. Формування сталих агро-екосистем: теорія і практика. Київ, 2015. 508 с.
2. Сайко В.Ф. Сівозміни у землеробстві України. Київ: Аграр. наука, 2002. 146 с.
3. Продуктивність чини посівної залежно від мінерального живлення та інокуляції насіння в умовах Лівобережного Лісостепу / А.В. Кохан та ін. Корми і кормовиробництво. 2015. Вип. 81. С. 109–115.
4. Чорна В.М. Насіннева продуктивність сої залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу Правобережного. Корми і кормовиробництво. 2015. Вип. 82. С. 69–77.
5. Маслак О.О. Сучасні тенденції вирощування вівса та гороху. Агробізнес сьогодні. 2013. № 11. С. 13–15.
6. Лавренко С.О. Розробка елементів технології вирощування чини посівної на зрошуваних землях півдня України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук. Херсон: Херсонський державний аграрний університет, 2005. 19 с.
7. Основи біологізації в технологіях вирощування сої: монографія (рекомендації виробництву) / В.П. Карпенко та ін. Умань: Видавець «Сочінський М.М.», 2017. 146 с.
8. Brovarets Application of oxazole and oxazolopyrimidine as new effective regulators of oilseed rape growth / V. Tsygankova et al. Sch. Bull. 2018. 4. No 3. P. 301–312. DOI: 10.21276/sb.2018.4.3.8).
9. Елементи біологізації в рослинництві: рекомендації виробництву (монографія) / В.П. Карпенко та ін. Умань: Видавець «Сочінський М. М.», 2017. 112 с.
10. Каленська С.М., Новицька Н.В., Джемсьок О.В. Формування площі листової поверх-

ні сої під впливом інокуляції та підживлення. Вісник Полтавської державної академії. 2016. № 3. С. 6–10.

11. Домарицький О.О., Ревтьо О.Я., Хомин І.О. Вплив регуляторів росту на ріст, розвиток та формування врожайності соняшнику гібрида Форвард в умовах недостатнього зволоження Південного Степу України. Таврійський науковий вісник. 2018. № 100. С. 51–56.

12. Ernst-Detlf Schulze, Erwin Beck, Klaus Muller-Hohenstein. Plant Ecologu. Spektrum Akademischer Verlag GmbH. Heidelberg, 2002. 692 p.

13. Карпенко В.П., Пригуляк Р.М., Даченко А.А. Формування площі листового апарату й урожайності посівів гречки в умовах Правобережного Лісостепу України. Вісник УНУС. Умань, 2020. № 1. С. 17–20.

14. Павлишин С.В., Карпенко В.П., Гнатюк М.Г. Вміст сирової клейковини і білка у зерні пшениці полби звичайної за використання біологічно активних речовин. Наукові горизонти. 2019. № 7 (80). С. 8–14.

15. Karpenko V., Marchenko K. Productivity of hullless oats under the effect of microbiological preparation and a plant growth regulator. Acta Sci. Pol. Agricultura. 2021. 20(3). P. 113–122. DOI: 10.37660/aspagr.2021.20.3.3.

16. Новікова Т.П. Фотосинтетична продуктивність посівів сочевиці за дії біологічних препаратів. Наукові горизонти. Scientific Horizons. Житомир, 2019. № 10 (83). С. 28–34.

17. Poltoretskyi S.P. Formation of density of seed sowing of millet (*Panicum miliaceum* L.) depending on the term and method of sowing. Bulletin of Uman NUH. 2017. P. 59–64.

18. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ: Дія, 2005. 288 с.

19. ДСТУ ISO 520:2015. Зернові і бобові. Визначення маси 1000 зерен. Київ, 2015. 10 с.

20. Агрохімічний аналіз / М.М. Городній та ін. Київ: Арістей, 2007. 624 с.

21. ДСТУ 4595:2006. Білок соєвий. ТУ 29.12.2017. С. 1–6.

22. Івасюк Ю.І. Ефективність симбіозу соя – бульбочкові бактерії за використання біологічних препаратів і гербіциду: автореферат дис. ... канд. с.-г. наук: 03.00.07. Умань, 2017. 23 с.

## REFERENCES

1. Tarariko, Yu.O. (2015). Formuvannya stalykh ahroekosystem: teoriya i praktyka [Formation of sustainable agroecosystems: theory and practice]. Kyiv, 508 p.

2. Saiko, V.F. (2002). Sivozminy u zemlerobstvi Ukrainy [Crop rotations in the agriculture of Ukraine]. Kyiv, Agrar. Science, 146 p.

3. Kokhan, A.V., Samoilenko, O.A., Len, O.I. (2015). Produktivnist' chyny posivnoyi zalezchno vid mineral'noho zhyvlennya ta inokulyatsiyi nasinnya v umovakh Livoberezhnoho Lisostepu [The productivity of the sowing depends on mineral nutrition and

seed inoculation in the conditions of the Left Bank Forest Steppe]. Kormi i kormovirobnytctvo [Fodder and fodder production]. Issue 81, pp. 109–115.

4. Chorna, V.M. (2015). Nasinnyeva produktivnist' soyi zalezchno vid tekhnolohichnykh pryyomiv vyroshchuvannya v umovakh Lisostepu Pravoberezhnoho [Soybean seed productivity depending on the technological methods of cultivation in the conditions of the Pravoberezhny Forest Steppe]. Kormi i kormovirobnytctvo [Fodder and fodder production]. Issue 82, pp. 69–77.

5. Maslak, O.O. (2013). Suchasni tendentsiyi vyroshchuvannya vivsa ta horokhu [Modern trends in growing oats and peas]. Agrobiznes si'godni [Agribusiness today]. no. 11, pp. 13–15.

6. Lavrenko, S.O. (2005). Rozrobka elementiv tekhnolohiyi vyroshchuvannya chyny posivnoyi na zroshuvanykh zemlyakh pivdnya Ukrainy: avtoref. dys. ... kand. s.-h. nauk [Development of the elements of the technology of cultivation of sows on the irrigated lands of the south of Ukraine: autoref. thesis candidate of agricultural sciences]. Kherson, Kherson State Agrarian University, 19 p.

7. Karpenko, V.P., Ivasyuk, Yu.I., Prytulyak, R.M. (2017). Osnovy biolohizatsiyi v tekhnolohiyakh vyroshchuvannya soyi: monohrafiya (rekomentatsiyi vyrobnytstvu) [Basics of biologization in soybean cultivation technologies]. Uman, Sochinskyi M.M. Publisher, 146 p.

8. Tsygankova, V., Andrusovich, Y., Kopich, V. (2018). Brovarets Application of oxazole and oxazolopyrimidine as new effective regulators of oilseed rape growth. Sch. Bull. no. 3, pp. 301–312. DOI:10.21276/sb.2018.4.3.8.

9. Karpenko, V.P., Poltoretskyi, S.P., Prytulyak, R.M. (2017). Elementy biolohizatsiyi v roslynnytstvi: rekomendatsiyi vyrobnytstvu (monohrafiya) [Elements of biologization in crop production: recommendations for production]. Uman, Sochinskyi M.M. Publisher, 112 p.

10. Kalenska, S.M., Novytska, N.V., Dzhe-mesyuk, O.V. (2016). Formuvannya ploshchi lystkovoyi poverkhni soyi pid vplyvom inokulyatsiyi ta pidzhyvlennya [Formation of soybean leaf surface area under the influence of inoculation and feeding]. Visnyk Poltavskoi' dergavnoi' academii' [Bulletin of the Poltava State Academy]. no. 3, pp. 6–10.

11. Domarytskyi, O.O., Revtyo, O.Ya., Khomin, I.O. (2018). Vplyv rehulyatoriv rostu na rist, rozvytok ta formuvannya vrozhaynosti sonyashnyku hibryda Forvard v umovakh nedostatn'oho zvolozhennya Pivdennoho Stepu Ukrainy [The influence of growth regulators on the growth, development and yield formation of sunflower hybrid Forward in conditions of insufficient moisture in the Southern Steppe of Ukraine]. Tavriyskiy naukoviy visnyk [Taurian Scientific Herald]. no. 100, pp. 51–56.

12. Ernst-Detlf, Schulze, Erwin, Beck, Klaus, Muller-Hohenstein. (2002). Plant Ecologu. Spektrum Akademischer Verlag GmbH. Heidelberg, 692 p.

13. Karpenko, V.P., Prytulyak, R.M., Datsenko, A.A. (2020). Formuvannya ploshchi lystkovoho

aparatu y urozhaynosti posiviv hrechky v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Formation of the area of the leaf apparatus and productivity of buckwheat crops in the conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine]. Vinyk UNUS [Herald of UNUS]. Uman, no. 1, pp. 17–20.

14. Pavlyshyn, S.V., Karpenko, V.P., Hnatyuk, M.G. (2019). Vmist syroyi kleykovyny i bilka u zerni pshenytsi polby zvychnoyi za vykorystannya biolohichno aktyvnykh rehovyn [Crude gluten and protein content in common spelled wheat grains due to the use of biologically active substances]. Naukovi gorizonty [Scientific horizons]. no. 7(80), pp. 8–14.

15. Karpenko, V., Marchenko, K. (2021). Productivity of hullless oats under the effect of microbiological preparation and a plant growth regulator. Acta Sci. Pol. Agricultura. no. 20(3), pp. 113–122. DOI: 10.37660/aspagr.2021.20.3.3.

16. Novikova, T.P. (2019). Fotosyntetychna produktyvnist' posiviv sochevytsi za diyi biolohichnykh preparativ [Photosynthetic productivity of lentil crops under the action of biological preparations]. Scientific Horizons. Zhytomyr, no. 10(83), pp. 28–34.

17. Poltoretskyi, S.P. (2017). Formation of density of seed sowing of millet (*Panicum miliaceum* L.) depending on the term and method of sowing. Bulletin of Uman NUH. pp. 59–64.

18. Yeschenko, V.O., Kopytko, P.G., Opryshko, V.P., Kostogryz, P.V. (2005). Osnovy naukovykh doslidzhen' v ahronomiyi [Fundamentals of scientific research in agronomy]. Kyiv, Action, 288 p.

19. DSTU ISO 520:2015. Zernovi i bobovi. Vyznachennya masy 1000 zeren [DSTU ISO 520:2015. Cereals and legumes. Determination of the mass of 1000 grains]. Kyiv, 10 p.

20. Horodniy, M.M., Bykin, A.V., Serdyuk, A.G. (2007). Ahrokhimichnyy analiz [Agrochemical analysis]. Kyiv, Aristei, 624 p.

21. DSTU 4595:2006. Bilok soyevyy [DSTU 4595:2006. Soy protein]. TU 29.12.2017. 2006, pp. 1–6.

22. Ivasyuk, Yu.I. (2017). Efektyvnist' symbiozu soya – bul'bochkovi bakteriyi za vykorystannya biolohichnykh preparativ i herbitydu: avtoreferat

dys. ... kand. s.-h. nauk: 03.00.07 [Effectiveness of symbiosis of soybean – nodule bacteria with the use of biological preparations and herbicide: abstract of dissertation cand. of agricultural sciences: 03.00.07]. Uman, 23 p.

### Yield and grain quality of chickling vetch under biological preparations influence

**Todosiychuk O.**

The article presents the research results on the impact of pre-sowing seed treatment with a complex of a biopreparation and a plant growth regulator, followed by post-emergence application of the plant growth regulator, on the yield and quality of chickling vetch.

The study aim was to establish the effects of the biopreparation «Bioneostim» (1.0 l/t) and the plant growth regulator «Vermistim D» (seed treatment before sowing – 7.0 l/t, crops spraying – 8.0 l/ha) on the yield and quality chickling vetch, variety «Ivolga».

Field experiments were conducted using the systematic method with three replicates. The experimental design included variants with seed treatment before sowing with «Bioneostim» at a rate of 1.0 l/t, separately and in combination with «Vermistim D» (7.0 l/t – seed treatment, 8.0 l/ha – foliar treatment). Chickling vetch seeds were treated with biopreparation, the plant growth regulator, and their mixtures one day before sowing. On the background of seed treatment with «Bioneostim» and «Vermistim D» crops were sprayed with «Vermistim D» at a rate of 8.0 l/ha during the tillering phase, using 200 l/ha of the working solution.

Based on the experimental data it can be concluded that pre-sowing treatment of chickling vetch seeds with a mixture of the biopreparation «Bioneostim» (1.0 l/t) and the plant growth regulator «Vermistim D» (7.0 l/t), followed by post-emergence application of the «Vermistim D» (8.0 l/ha), promotes the activation of various biological processes in plants and soil. This leads to an increase in crop yield (a grain yield increase of 0.51 t/ha) with a 9% increase in 1000 grain weight and a 2.6% increase in protein content.

**Key words:** crop productivity, yield, chickling vetch, biopreparation, plant growth regulator.



Copyright: Тодосійчук О.В. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.









ORCID iD:

Тодосійчук О.В.

<https://orcid.org/0009-0004-9720-6773>

## АГРОНОМІЯ

УДК 633.111.1«324»:631.559

**Мінливість показників якості борошна генотипів пшениці м'якої озимої залежно від попередника****Шадчина Т.М.<sup>1</sup> , Кочмарський В.С.<sup>1</sup> , Правдзіва І.В.<sup>1</sup> ,  
Василенко Н.В.<sup>1</sup> , Хорошко Н.М.<sup>1</sup> , Шевченко Т.В.<sup>2</sup> **<sup>1</sup>Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла НААН<sup>2</sup>Національна академія аграрних наук України

Правдзіва І.В. E-mail: irinapravdziva@gmail.com



Шадчина Т.М., Кочмарський В.С., Правдзіва І.В., Василенко Н.В., Хорошко Н.М., Шевченко Т.В. Мінливість показників якості борошна генотипів пшениці м'якої озимої залежно від попередника. «Агробіологія», 2024. № 2. С. 134–143.

Shadchyna T., Kochmarskyi V., Pravdziva I., Vasylenko N., Khoroshko N., Shevchenko T. Variability of flour quality indicators of soft winter whea genotypes depending on preceding crop. «Agrobiology», 2024. no. 2, pp. 134–143.

Рукопис отримано: 30.09.2024 р.

Прийнято: 15.10.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-191-2-134-143

У статті наведено результати досліджень впливу попередника та умов року на варіювання вмісту білка і клейковини сортів та селекційних ліній пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.).

Метою дослідження було встановити мінливість формування показників якості борошна, а саме вмісту білка та клейковини, сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої залежно від попередників у різні за гідротермічним режимом роки в умовах центральної частини Лісостепу України. Дослідження проводили впродовж 2020/21–2022/23 рр. у Миронівському інституті пшениці імені В. М. Ремесла НААН України. Встановлювали вплив п'яти попередників на вміст білка (PC) та клейковини (WGC) в борошні 12-ти генотипів пшениці м'якої озимої. Використовували польові, лабораторні та статистичні методи досліджень.

Встановлено, що різні за гідротермічним режимом роки мають неоднаковий вплив на формування показників якості борошна. Виявлено, що за посушливих умов вирощування генотипи пшениці м'якої озимої формують вищий вміст білка та клейковини. Відмічено неоднаковий вплив попередників на формування показників якості борошна за різних умов дослідження. Визначено вищі показники якості борошна після попередника соя (PC = 14,9 %, WGC = 32,2 %) у 2020/21 р., після кукурудзи (PC = 14,8 %, WGC = 32,0 %) у 2021/22 р., після сидерального пару (PC = 11,4 %, WGC = 25,5 %) у 2022/23 р. Впродовж трьох років отримано найменші значення вмісту білка (9,4–11,8 %) та клейковини (13,2–24,0 %) після попередника соняшник. Виокремлено найбільш стабільні генотипи щодо впливу попередника за вмістом білка – МПФ Феєрія, МПФ Відзнака, Лютесценс 60400 та за обома показниками якості борошна – Лютесценс 60049, Лютесценс 60302. Встановлено визначальний (PC – 21,9 %, WGC – 35,2 %) вплив умов року на показники якості борошна, істотний (PC – 17,6 %, WGC – 17,0 %) – попередника та суттєвий – взаємодії чинників рік × попередник (PC – 17,5 %, WGC – 10,4 %) і генотип × рік × попередник (PC – 12,9 %, WGC – 8,7 %). Частка впливу генотипу становила 4,3 % для вмісту білка та 7,6 % для вмісту клейковини. Виділено генотипи з найбільшими та найменшими частками впливу досліджуваних чинників. Визначено достовірну сильну ( $r = 0,86$ ) пряmolінійну залежність між вмістом білка та вмістом клейковини у сортів та селекційних ліній пшениці м'якої озимої. Виявлені особливості впливу попередників на формування показників якості борошна варто враховувати за вирощування пшениці озимої.

**Ключові слова:** *Triticum aestivum* L., вміст білка, вміст клейковини, умови року, попередник, коефіцієнт варіації, ANOVA.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Пшениця (*Triticum aestivum* L.) – одна з найпоширеніших аграрних культур земної кулі, оскільки є одним із основних продуктів харчування для більшості людей [1]. Відповідно до статистичних даних Продовольчої та сільськогосподарської організації об'єднаних націй (the Food and Agriculture Organization of the United Nations), чисельність населення світу у 2023 р. становила 8,045 млрд осіб, а до кінця 2100 р. очікується, що воно зросте до 10 мільярдів [2, 3]. Таке стрімке зростання кількості людей на планеті потребує відповідного збільшення виробництва продуктів харчування, насамперед зерна пшениці, оскільки *Triticum aestivum* L. характеризується високою харчовою цінністю [4]. Зростання валового збору високоякісного зерна є одним із важливих завдань сільськогосподарської науки та виробництва.

Серед низки показників, які характеризують харчову цінність зерна пшениці, найважливішим є вміст білка та клейковини [5, 6]. Згідно з літературними джерелами, варіювання вмісту білка в зерні пшениці здебільшого становить в межах від 7 до 17 % [7], проте може досягати 25 % [8]. Залежно від здатності білків розчинятись у різних розчинах, їх умовно поділяють на чотири групи: альбуміни, глобуліни, гліadini та глютеніни [9]. Вміст білка в зерні та співвідношення між різними білковими фракціями визначають якість пшеничного борошна [10, 11]. Альбуміни та глобуліни – легкокорозчинні білки, які переважно знаходяться в зародку й алейроновому шарі та становлять 15–20 % від загальної кількості білків пшениці [12]. Гліadini та глютеніни – запасні або клейковинні білки, із сумарною кількістю до 80–85 % від загального вмісту білків. Саме клейковинні білки беруть участь в утворенні механічної основи тіста [13]. Харчова цінність зерна визначається також амінокислотами як основними структурними елементами білків, які синтезуються рослинним організмом [14, 15]. Напрямок використання пшеничного борошна залежить від вмісту білків, вмісту вологої клейковини, якості білково-клейковинського комплексу. Тому ці показники мають важливе значення у промисловості.

Утворення та накопичення поживних речовин у рослинах залежить від особливостей сорту, ґрунтово-кліматичних умов, елементів технології вирощування та інших чинників [16]. З урахуванням екологічної безпеки та мінімізації впливу на довкілля правильний підбір культур у сівозміні є одним із доступ-

них заходів у вирішення питання підвищення якості зерна пшениці. Вдалий вибір попередника сприятиме створенню задовільного фітосанітарного стану посівів, що забезпечить оптимальний розвиток культури в процесі вирощування впродовж вегетаційного періоду [17]. Пшениця озима, порівняно з іншими озимими культурами, більш вибаглива до попередників. Отже, одним із вагомих чинників підвищення якості зерна пшениці озимої без значних матеріальних затрат є науково обґрунтований вибір попередника [18].

**Мета дослідження** – встановити мінімальність формування показників якості борошна, а саме вмісту білка та клейковини, сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої залежно від попередників у різні за гідротермічним режимом роки в умовах центральної частини Лісостепу України.

**Матеріал і методи дослідження.** Дослідження проводили у Миронівському інституті пшениці імені В. М. Ремесла НААН України (МІП) впродовж 2020/21–2022/23 рр. Визначали вплив п'яти попередників (соя (SB), соняшник (SF), кукурудза (CR), сидеральний пар (GM), гірчиця (MS)) на вміст білка та клейковини в борошні восьми сортів (Подільянка (стандарт), МІП Ніка, МІП Роксолана, МІП Феєрія, МІП Аеліта, МІП Відзнака, МІП Дарунок, МІП Довіра) та чотирьох селекційних ліній (Лютесценс 37548, Лютесценс 60049, Лютесценс 60302, Лютесценс 60400) пшениці м'якої озимої.

Використовували загальноприйнятту технологію вирощування пшениці озимої для зони Лісостепу України [19]. Облікова площа дослідних ділянок становила 10 м<sup>2</sup>. Повторність – чотириразова.

Вміст білка (PC) в борошні визначали за допомогою інфрачервоного аналізатора СПЕКТРАН 119М із спектральним діапазоном 1400–2400 нм. Вміст сирової клейковини (WGC) в борошні отримували ручним відмиванням тіста, утвореного в результаті змішування 25 г борошна з 13 мл проточної води, від крохмалю і оболонки.

Обробку отриманих експериментальних даних проводили за методами описової статистики, варіаційним, дисперсійним, парним і множинним регресійним аналізами.

**Результати досліджень та обговорення.** Роки дослідження були контрастними за гідротермічним режимом (табл. 1). Вегетаційний 2020/21 р. за кількістю опадів (102,2 %) був наближеним до середньобогаторічного показника (СБП). Недостатню кількість опадів (80,5 % до СБП) спостерігали у 2021/22 р.

Умови 2022/23 р. супроводжувалися надмірним вологозабезпеченням, (132,6 % до СБП). Виявлено критично низьку кількість опадів (< 50 % до СБП) у серпні й вересні 2020/21 р., у вересні, лютому та березні 2021/22 р., у січні, травні та червні 2022/23 р. Аномально велику ( $\geq 150$  % до СБП) їх кількість отримано у січні, лютому і травні 2020/21 р., у квітні та серпні 2021/22 р., у квітні, липні, серпні, вересні та листопаді 2022/23 р. У роки досліджень спостерігали підвищення середньорічної температури повітря на 1,0–1,5 °С від СБП. Щороку відмічали значне підвищення середньомісячної температури повітря на 0,9–4,3 °С від СБП у серпні, листопаді, грудні, січні та червні. Також аномально теплими виявилися вересень, жовтень, липень 2020/21 р., лютий 2021/22 р., березень 2022/23 р. з перевищенням СБП на 3,1–5,1 °С, а холоднішими – вересень 2021/22 та 2022/23 рр., лютий і травень 2020/21 р., що на 1,3–1,6 °С нижче СБП.

За результатами досліджень встановлено, що різні за гідротермічним режимом роки вирощування мають неоднаковий вплив на фор-

мування показників якості борошна (табл. 2). У посушливому 2021/22 р. отримано найвищий середній вміст білка (13,3 %) та клейковини (28,3 %), а також найбільший розмах варіювання цих ознак. Найменші показники якості борошна (PC = 10,4 %, WGC = 19,3 %) відмічено у 2022/23 р. Встановлено нижчі значення коефіцієнту варіації (CV) та розмаху варіювання R вмісту білка (CV = 7,2 %; R = 3,8 %) у 2022/23 р., а вмісту клейковини (CV = 16,0 %; R = 17,2 %) у 2020/21 р. Слід зазначити, що надмірна кількість опадів негативно впливає на формування показників якості борошна та може призвести до суттєвого їх зниження [20, 21]. За посушливих умов вирощування накопичується більша кількість азотовмісних сполук у зерні рослини через пригнічення процесу пересування вуглеводів з вегетативних органів рослини у зерно [22]. Отримані експериментальні дані, щодо впливу гідротермічних умов вирощування на показники якості борошна, співпадають з результатами досліджень інших науковців [23–25].

Таблиця 1 – Гідротермічний режим у роки досліджень

Вегетаційний рік	Місяць												За рік
	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	
Сума опадів, мм													
2020/21	8	21	22	28	38	57	49	28	47	87	100	111	596
2021/22	88	19	18	26	63	23	9	11	86	29	42	55	469
2022/23	88	118	30	81	43	11	28	45	85	21	39	184	773
СБП	59	51	34	40	43	36	31	34	44	52	79	81	583
Середньомісячна температура повітря, °С													
2020/21	21,1	18,6	13,3	3,8	-0,3	-2,3	-4,7	2,3	7,7	14,5	20,2	23,3	9,8
2021/22	20,5	13,2	7,6	4,8	-1,1	-1,2	1,7	2,3	8,4	14,6	20,7	20,4	9,3
2022/23	21,6	12,9	8,2	3,8	0,2	-0,1	-0,5	5,2	9,3	15,5	19,7	20,9	9,7
СБП	19,6	14,5	8,3	2,3	-2,2	-4,4	-3,4	1,5	9,1	15,3	18,7	20,2	8,3

**Примітка:** СБП – середній багаторічний показник (1960/61–2019/20 рр.).

Таблиця 2 – Варіювання вмісту білка та клейковини пшениці озимої у роки дослідження

Вегетаційний рік	Вміст білка, %					Вміст клейковини, %				
	$\bar{x} \pm \sigma$	min	max	R	CV, %	$\bar{x} \pm \sigma$	min	max	R	CV, %
2020/21 р.	11,6±2,4	9,0	17,0	8,0	20,7	27,0±4,4	20,4	37,6	17,2	16,0
2021/22 р.	13,3±2,0	10,4	19,1	8,7	14,5	28,3±5,8	16,6	43,7	27,1	20,5
2022/23 р.	10,4±0,8	9,2	13,0	3,8	7,2	19,3±4,8	8,5	27,8	19,3	24,7
$\bar{x}$	11,8±1,3	9,5	14,4	4,9	10,8	24,9±3,8	16,3	31,5	15,2	15,0

**Примітка:**  $\bar{x}$ , min, max – відповідно середнє, мінімальне та максимальне значення; R – розмах варіювання; CV – коефіцієнт варіації.



Прослідковували неоднаковий вплив попередників на формування показників якості борошна за різних умов вирощування (рис. 1). У 2020/21 р. виявлено вищі показники якості борошна у середньому за генотипами пшениці м'якої озимої після попередника соя (PC = 14,9 %, WGC = 32,2 %), у 2021/22 р. – після кукурудзи (PC = 14,8 %, WGC = 32,0 %), у 2022/23 р. – після сидерального пару (PC = 11,4 %, WGC = 25,5 %). Отримано найменші значення вмісту білка (9,4–11,8 %) та клейковини (13,2–24,0 %) після попередника соняшник у роки досліджень.

За результатами кореляційно-регресійного аналізу встановлено достовірну сильну ( $r=0,86$ ) прямолінійну залежність між вмістом білка та вмістом клейковини (рис. 2). Отримано рівняння лінійної регресії ( $y = -5,0105+2,5437 \times x$ ,  $r^2=0,75$ ), за допомогою якого можна здійснювати інтерполяцію або екстраполяцію даних, тобто використовувати для прогнозування результатів. У літературних джерелах висвітлено різної сили прямолінійні зв'язки між досліджуваними ознаками.

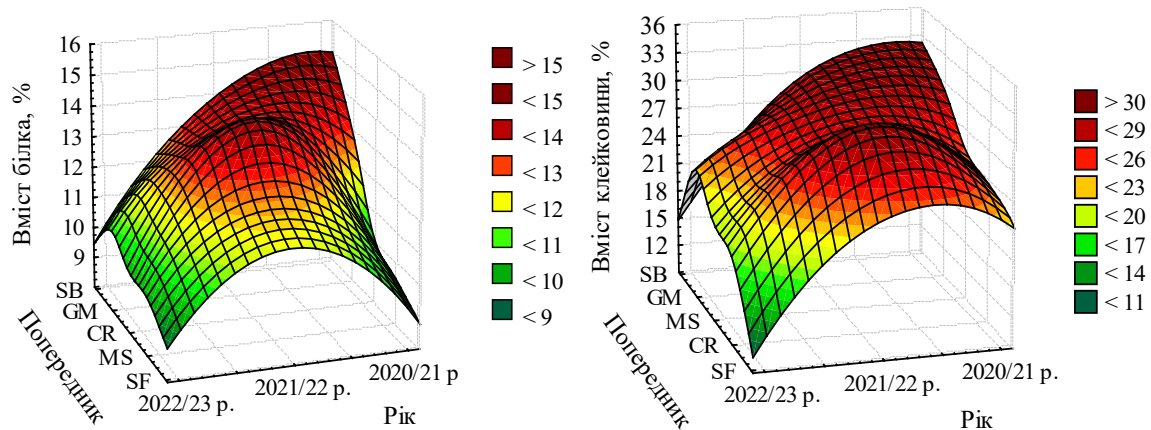


Рис. 1. Мінливість вмісту білка та клейковини пшениці озимої залежно від попередника у роки дослідження (середнє за генотипами): SB – попередник соя, SF – соняшник, CR – кукурудза, GM – сидеральний пар, MS – гірчиця.

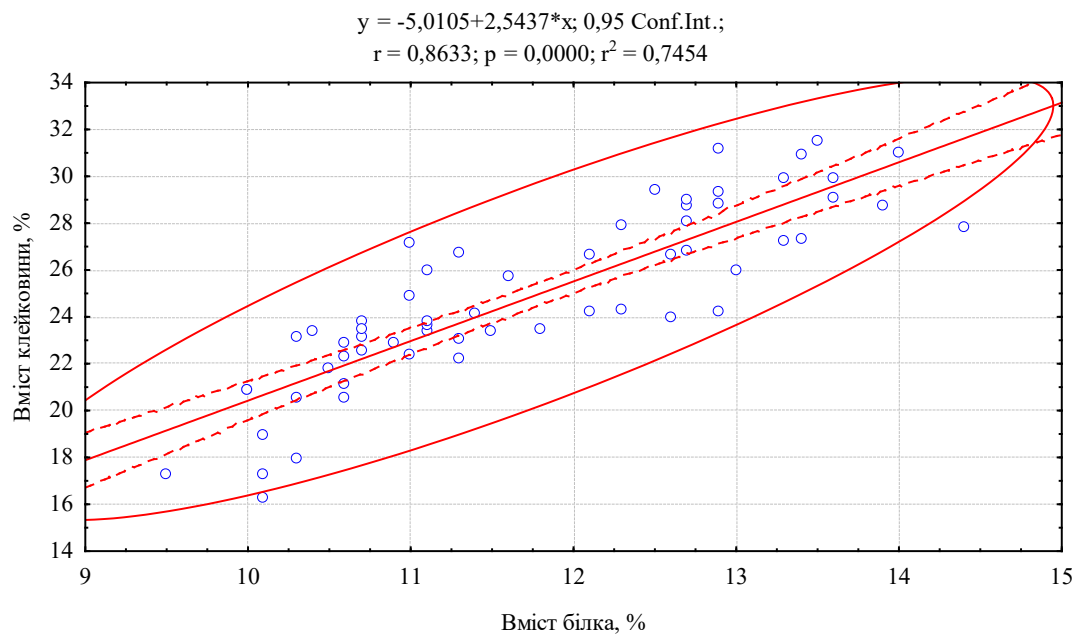


Рис. 2. Залежність між вмістом білка та вмістом клейковини пшениці м'якої озимої, середнє за 2020/21–2022/23 рр.: r – коефіцієнт кореляції, r<sup>2</sup> – коефіцієнт детермінації, p – рівень значущості.

У середньому за генотипами пшениці м'якої озимої та роками досліджень виявлено більший вміст білка й клейковини після попередників сидеральний пар (12,7; 28,1 % відповідно) та соя (12,9; 26,3 %) (табл. 3). Тобто, переважна кількість генотипів сформували вищі показники якості борошна саме після наведених вище попередників. Однак виокремлено дві селекційні лінії пшениці озимої (Лютесценс 37548, Лютесценс 60400), в яких виявлено максимальні показники якості борошна після кукурудзи. У середньому за 2020/21–2022/23 рр. після попередника соняшник відмічено найнижчий вміст білка (9,5–10,6 %) та клейковини (16,3–23,1 %) для всіх сортів і селекційних ліній.

Низка генотипів пшениці м'якої озимої характеризувалася помірною варіабельністю

( $6 \leq CV \leq 10 \%$ ) вмісту білка залежно від попередників, а саме: МП Феєрія, МП Відзнака, Лютесценс 60049, Лютесценс 60302, Лютесценс 60400. Також відмічено помірну варіацію вмісту клейковини за попередниками у двох селекційних ліній – Лютесценс 60049, Лютесценс 60302. Залежно від попередників інші сорти та селекційні лінії вирізнялися значною варіацією ( $11 \leq CV \leq 20 \%$ ) показників якості борошна.

У середньому за всіма варіантами досліду жоден генотип достовірно не перевищував сорт-стандарт Подолянка (PC = 12,1 %, WGC = 26,9 %) за показниками якості борошна. Відмічено лише сорт МП Довіра, який в межах найменшої істотної різниці перевищував стандарт за вмістом білка (12,4 %).

Таблиця 3 – Мінливість вмісту білка та клейковини сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої залежно від попередника, середнє за 2020/21–2022/23 рр.

Попередник	Подолянка	МП Ніка	МП Роксолана	МП Феєрія	МП Аеліта	МП Відзнака	МП Дарунок	МП Довіра	Лютесценс 37548	Лютесценс 60049	Лютесценс 60302	Лютесценс 60400	X	НІР <sub>05</sub>	CV, %
Вміст білка, %															
SB	13,4	14,0	13,0	11,3	13,6	12,9	13,9	14,4	10,9	12,1	12,7	12,6	12,9	1,4	8,3
SF	10,5	10,0	10,1	9,5	10,3	10,1	10,1	10,3	10,6	10,3	10,6	10,6	10,3	1,5	3,1
CR	12,5	10,4	11,5	10,7	11,1	11,0	11,3	12,3	13,4	12,3	12,6	12,9	11,8	1,2	8,1
GM	12,9	13,5	12,1	11,1	13,3	11,4	13,6	13,3	12,9	12,7	12,7	12,7	12,7	1,2	6,2
MS	11,0	10,7	10,7	10,0	10,7	10,6	11,1	11,8	11,3	11,6	11,0	11,1	11,0	1,3	4,4
X	12,1	11,7	11,5	10,5	11,8	11,2	12,0	12,4	11,8	11,8	11,9	12,0	11,7	1,4	4,2
НІР <sub>05</sub>	1,5	1,4	1,1	1,5	1,3	1,4	1,3	1,4	1,3	1,1	1,1	1,4	1,4	-	-
CV, %	10,4	16,0	9,9	7,2	13,0	9,5	13,9	12,5	10,6	7,9	8,7	8,8	9,4	-	-
Вміст клейковини, %															
SB	27,3	31,0	26,0	22,2	29,9	24,2	28,7	27,8	22,9	24,2	26,8	24,0	26,3	2,4	10,7
SF	21,8	20,9	16,3	17,3	20,5	17,3	18,9	17,9	22,3	23,1	22,9	21,1	20,0	2,7	11,9
CR	29,4	23,4	23,4	23,1	26,0	22,4	23,0	24,3	30,9	27,9	26,6	29,3	25,8	2,9	11,5
GM	31,2	31,5	26,6	23,4	29,9	24,1	29,1	27,2	28,8	28,7	28,1	29,0	28,1	2,6	8,9
MS	24,9	23,8	22,5	20,9	23,5	20,5	23,6	23,5	26,7	25,7	27,1	23,8	23,9	2,6	8,5
X	26,9	26,1	23,0	21,4	26,0	21,7	24,7	24,1	26,3	25,9	26,3	25,4	24,8	2,9	7,5
НІР <sub>05</sub>	2,6	2,7	2,5	2,8	2,4	2,8	2,8	2,7	2,6	2,5	2,6	3,0	2,9	-	-
CV, %	13,8	18,4	17,9	11,6	15,8	13,3	17,3	16,3	14,1	9,2	7,6	14,1	12,4	-	-

**Примітка:** SB – попередник соя; SF – соняшник; CR – кукурудза; GM – сидеральний пар; MS – гірчича; X – середні значення; НІР – найменша істотна різниця; CV – коефіцієнт варіації.

За результатами дисперсійного аналізу (рис. 3) встановлено достовірний ( $p \leq 0,01$ ) вплив усіх досліджуваних чинників. На формування вмісту білка та клейковини найбільше впливали умови року (PC – 21,9 %, WGC – 35,2 %). Визначено значний вплив попередника на досліджувані показники якості борошна (PC – 17,6 %, WGC – 17,0 %). Також виявлено суттєвий вплив взаємодії чинників рік  $\times$  попередник і генотип  $\times$  рік  $\times$  попередник на вміст білка (17,5; 12,9 % відповідно) та вміст клейковини (10,4; 8,7 % відповідно). Генотипова складова становила 4,3 % для вмісту білка та 7,6 % для вмісту клейковини. Відмічено значний внесок у загальну дисперсію інших чинників.

Встановлені частки впливу досліджуваних чинників окремо для кожного геноти-

пу (табл. 4) підтверджують отримані вище результати. Тобто виявлено визначальний вплив умов року на формування вмісту білка (31,3–43,6 %) та клейковини (39,0–58,1 %) у значної частини генотипів. Проте, для окремих сортів і селекційних ліній отримано максимальні частки впливу інших чинників. Зокрема, вміст білка у сортів МП Ніка, МП Аеліта, МП Дарунок більшою мірою залежав від попередника (37,3–45,8 %), а у сортів Подолянка, МП Феєрія, МП Відзнака та селекційних ліній Лютесценс 60302, Лютесценс 60400 – від взаємодії чинників рік  $\times$  попередник (29,4–50,9 %). Також виявлено конститутивний вплив попередника на вміст клейковини у сортів МП Ніка (47,1 %), МП Аеліта (42,5 %) та взаємодії чинників рік  $\times$  попередник у сорту МП Феєрія (30,0 %).

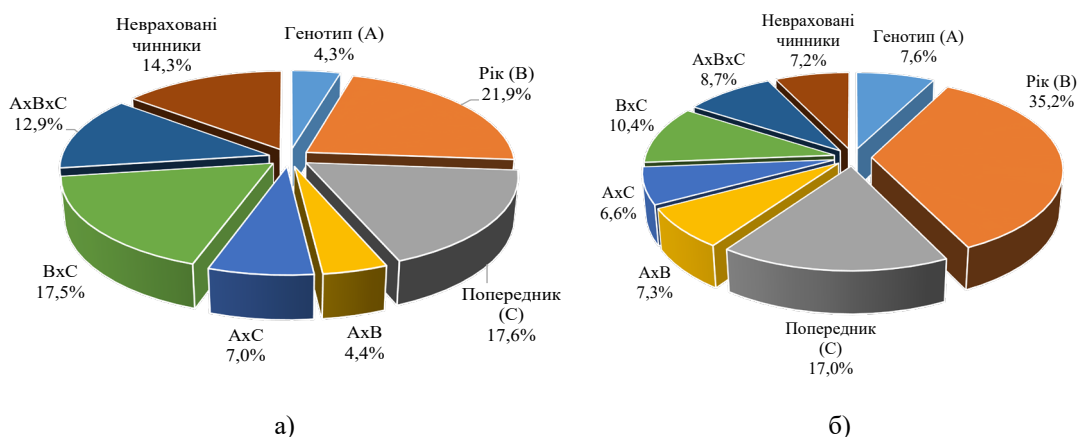


Рис. 3. Частка (%) впливу чинників на вміст білка (а) та клейковини (б) пшениці м'якої озимої, 2020/21–2022/23 рр.

Таблиця 4 – Частка (%) впливу чинників на вміст білка та клейковини сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої, 2020/21–2022/23 рр.

Джерело варіації	Подолянка	МП Ніка	МП Роксолана	МП Феєрія	МП Аеліта	МП Відзнака	МП Дарунок	МП Довіра	Лютесценс 37548	Лютесценс 60049	Лютесценс 60302	Лютесценс 60400
Вміст білка												
Рік (B)	30,8	14,0	31,3	8,2	24,1	14,4	12,4	43,6	43,4	28,4	26,9	36,0
Попередник (C)	17,0	37,3	27,7	20,8	44,7	19,4	45,8	26,0	28,0	13,2	14,5	17,3
VxC	37,7	33,5	28,0	29,4	15,6	46,5	25,2	15,1	16,3	49,0	50,9	29,1
Невраховані чинники	14,4	15,1	13,0	41,5	15,6	19,7	16,7	15,4	12,3	9,4	7,7	17,6
Вміст клейковини												
Рік (B)	50,0	31,4	39,0	29,2	37,7	42,8	39,8	42,3	51,4	55,2	58,1	58,0
Попередник (C)	23,7	47,1	32,2	24,2	42,5	26,3	29,8	34,1	20,7	13,0	6,9	14,8
VxC	20,7	13,3	22,3	30,0	12,0	18,0	23,2	14,9	22,0	24,0	27,4	20,8
Невраховані чинники	5,5	8,2	6,5	16,6	7,8	12,8	7,2	8,6	5,8	7,7	7,5	6,4

Відмічено найменші часки впливу умов року на вміст білка (8,2 %) та клейковини (29,2 %) у сорту МПФ Феєрія, попередника – у селекційних ліній Лютесценс 60049 (PC – 13,2 %, WGC – 13,0 %) і Лютесценс 60302 (PC – 14,5 %, WGC – 6,9 %), взаємодії чинників рік × попередник – у сортів МПФ Аеліта (PC – 15,6 %, WGC – 12,0 %) та МПФ Довіра (PC – 15,1 %, WGC – 14,9 %).

Отже, у результаті проведених досліджень визначено частки впливу умов року, попередника та їх взаємодій на формування вмісту білка й клейковини сортів і перспективних селекційних ліній пшениці м'якої озимої в умовах центральної частини Лісостепу України. Встановлені особливості впливу попередників на формування показників якості борошна варто враховувати під час розроблення базових елементів технології вирощування сортів пшениці озимої.

**Висновки.** За результатами дослідження виявлено, що за посушливих умов вирощування генотипи пшениці м'якої озимої формують вищі показники якості борошна.

У середньому за генотипами пшениці м'якої озимої відмічено вищі показники якості борошна після попередника соя (PC = 14,9 %, WGC = 32,2 %) у 2020/21 р., після кукурудзи (PC = 14,8 %, WGC = 32,0 %) у 2021/22 р., після сидерального пару (PC = 11,4 %, WGC = 25,5 %) у 2022/23 р. Впродовж трьох років отримано найменші значення вмісту білка (9,4–11,8 %) та клейковини (13,2–24,0 %) після попередника соняшник.

За коефіцієнтом варіації виокремлено більш стабільні генотипи щодо впливу попередника на вміст білка – МПФ Феєрія, МПФ Відзнака, Лютесценс 60400 та на формування обох показників якості борошна – Лютесценс 60049, Лютесценс 60302.

Встановлено визначальний (PC – 21,9 %, WGC – 35,2 %) вплив умов року на показники якості борошна, істотний (PC – 17,6 %, WGC – 17,0 %) – попередника та суттєвий – взаємодії чинників рік × попередник (PC – 17,5 %, WGC – 10,4 %) і генотип × рік × попередник (PC – 12,9 %, WGC – 8,7 %). Частка впливу генотипу становила 4,3 % для вмісту білка та 7,6 % для вмісту клейковини. Виділено генотипи з найбільшими та найменшими частками впливу досліджуваних чинників.

Визначено достовірну сильну ( $r = 0,86$ ) прямолінійну залежність між вмістом білка та вмістом клейковини у сортів і селекційних ліній пшениці м'якої озимої.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Velimirović A., Jovović Z., Pržulj N. From neolithic to late modern period: Brief history of wheat. *Genetika*. 2021. Vol. 53. Issue 1. P. 407–417. DOI: 10.2298/GENSR2101407V
2. FAOSTAT. 2022. URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/OA>
3. Adam D. How far will global population rise? Researchers can't agree. *Nature*. 2021. Vol. 597. Issue 7877. P. 462–465. DOI: 10.1038/d41586-021-02522-6
4. The effect of agronomic measures on grain yield of winter wheat in drier conditions / P. Vrtilík et al. *Plant, Soil and Environment*. 2019. Vol. 65. Issue 2. P. 63–70. DOI: 10.17221/472/2018-PSE
5. Ekmeklik buğday islah programlarında gluten kalitesinin değerlendirilmesi / Y. Karaduman et al. *Mühendislik Bilimleri ve Araştırmaları Dergisi*. 2021. Vol. 3. Issue 1. P. 141–151. DOI: 10.46387/bjesr.903338
6. Doneva S., Daskalova N., Spetsov P. Transfer of novel storage proteins from a synthetic hexaploid line into bread wheat. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2018. Vol. 105. No 2. P. 113–122. DOI: 10.13080/za.2018.105.015
7. Koppel R., Ingver A. Stability and predictability of baking quality of winter wheat. *Agronomy Research*. 2010. Vol. 8. P. 637–644.
8. Господаренко Г.М., Любич В.В., Полянська І.О., Железна В.В. Борошномельні властивості зерна сортів пшениці спельти залежно від умов мінерального живлення. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2019. № 1. С. 129–134. DOI: 10.31395/2310-0478-2019-1-129-134
9. Wheat seed proteins: factors influencing their content, composition, and technological properties, and strategies to reduce adverse reactions / S. Rustgi et al. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2019. Vol. 18. Issue 6. P. 1751–1769. DOI: 10.1111/1541-4337.12493
10. Split nitrogen application improves wheat baking quality by influencing protein composition rather than concentration / C. Xue et al. *Frontiers in Plant Science*. 2016. Vol. 7. No 738. DOI: 10.3389/fpls.2016.00738
11. Multi-site evaluation of plastic film mulch and nitrogen fertilization for wheat grain yield, protein content and its components in semiarid areas of China / L. Luo et al. *Field Crops Research*. 2019. Vol. 240. P. 86–94. DOI: 10.1016/j.fcr.2019.06.002
12. Penaki A., Borta A. The study of quality indicators and fractional composition of wheat grain protein of southern regions of Ukraine. *Grain Products and Mixed Fodder's*. 2020. Vol. 20. Issue 4(80). P. 4–10. DOI: 10.15673/gpmf.v4i4.2013
13. Predictive models of the rheological properties and optimal water content in doughs: An application to ancient grain flours with different degrees of refining / A. Cappelli et al. *Journal of Cereal Science*. 2018. Vol. 83. P. 229–235. DOI: 10.1016/j.jcs.2018.09.006

14. Wieser H., Koehler P., Scherf K.A. Chemistry of wheat gluten proteins: Qualitative composition. *Cereal Chemistry*. 2023. Vol. 100. Issue 1. P. 23–35. DOI: 10.1002/cche.10572
15. Filip E., Woronko K., Stepień E., Czarniecka N. An overview of factors affecting the functional quality of common wheat (*Triticum aestivum* L.). *International Journal of Molecular Sciences*. 2023. Vol. 24. Issue 8. No 7524. DOI: 10.3390/ijms24087524
16. Modeling the effects of extreme high-temperature stress at anthesis and grain filling on grain protein in winter wheat / R. Osman et al. *The Crop Journal*. 2021. Vol. 9. Issue 4. P. 889–900. DOI: 10.1016/j.cj.2020.10.001
17. Kovalenko N., Hloba O. The model of regional development of agrarian science in Ukraine: the relationship between a centenary past and today. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science*. 2021. Vol. 11. Issue 4. P. 845–856. DOI: 10.31407/ijees11.423
18. The technological properties of winter wheat grain during long-term storage / N. Yashchuk et al. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2021. Vol. 15. P. 926–938. DOI: 10.5219/1642
19. Виробництво добазового, базового і сертифікованого насіння пшениці озимої та ярої / за ред. А.А. Сіроштана, В.П. Кавунця. Миронівка, 2019. 72 с.
20. Литвиненко М. Фактори впливу на виробництво озимої пшениці в Україні. Пропозиція. 2017. № 4. С. 74–77.
21. Литовченко А.О., Глушко Т.В., Сидякіна О.В. Якість зерна сортів пшениці озимої залежно від факторів та умов року вирощування на півдні Степу України. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2017. Вип. 3(95). С. 101–110.
22. Spiertz J.H.J. The influence of temperature and light intensity on grain growth in relation to the carbohydrate and nitrogen economy of the wheat plant. *Netherlands Journal of Agricultural Science*. 1977. Vol. 25. P. 182–197.
23. Sakr N., Rhazi L., Aussenac T. Bread wheat quality under limiting environmental conditions: II – Rheological properties of Lebanese wheat genotypes. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 2021. Vol. 20. Issue 4. P. 235–242. DOI: 10.1016/j.jssas.2021.02.002
24. Drought priming enhances wheat grain starch and protein quality under drought stress during grain filling / L. Li et al. *Journal of Integrative Agriculture*. 2024. 31 p. DOI: 10.1016/j.jia.2024.05.008
25. Neibling W. Impact of drought stress on spring wheat grain yield and quality / J. Yang et al. *Agrosystems, Geosciences & Environment*. 2023. Vol. 6. Article e20351. DOI: 10.1002/agg2.20351
26. FAOSTAT. 2022. Available at: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/OA>
27. Adam, D. (2021). How far will global population rise? Researchers can't agree. *Nature*. Vol. 597(7877), pp. 462–465. DOI: 10.1038/d41586-021-02522-6
28. Vrtilek, P., Smutný, V., Dryšlová, T., Neudert, L., Kren, J. (2019). The effect of agronomic measures on grain yield of winter wheat in drier conditions. *Plant, Soil and Environment*. Vol. 65 (2), pp. 63–70. DOI: 10.17221/472/2018-PSE
29. Karaduman, Y., Akin, A., Yilmaz, E., Doğan, S., Belen, S. (2021). Evaluation of bread wheat quality in bread wheat breeding program. *Mühendislik Bilimleri ve Araştırmaları Dergisi*. Vol. 3 (1), pp. 141–151. DOI: 10.46387/bjesr.903338
30. Doneva, S., Daskalova, N., Spetsov, P. (2018). Transfer of novel storage proteins from a synthetic hexaploid line into bread wheat. *Zemdirbyste-Agriculture*. Vol. 105 (2), pp. 113–122. DOI: 10.13080/z-a.2018.105.015
31. Koppel, R., Ingver, A. (2010). Stability and predictability of baking quality of winter wheat. *Agronomy Research*. Vol. 8, pp. 637–644.
32. Hospodarenko, G.M., Liubych, V.V., Polianetska, I.A., Zheliezna, V.V. (2019). Boroshnomelni vlastyosti zerna sortiv pshenytsi spelyt zalezho vid umov mineralnoho zhyvlennya [Milling properties of grain of spled winter wheat varieties depending on mineral nutrition conditions]. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva [Bulletin of Uman National University of Horticulture]*. no. 1, pp. 129–134. DOI: 10.31395/2310-0478-2019-1-129-134
33. Rustgi, S., Shewry, P., Brouns, F., Deleu, L.J., Delcour, J.A. (2019). Wheat seed proteins: factors influencing their content, composition, and technological properties, and strategies to reduce adverse reactions. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. Vol. 18 (6), pp. 1751–1769. DOI: 10.1111/1541-4337.12493
34. Xue, C., Erley, G.S.A., Rossmann, A., Schuster, R., Mühling, K.-H.K.P. (2016). Split nitrogen application improves wheat baking quality by influencing protein composition rather than concentration. *Frontiers in Plant Science*. Vol. 7 (738). DOI: 10.3389/fpls.2016.00738
35. Luo, L., Hui, X., Wang, Z., Zhang, X., Xie, Y., Gao, Z., Chai, S., Lu, Q., Li, T., Sun, M., Chang, L., Bai, Y., Malhi, S.S. (2019). Multi-site evaluation of plastic film mulch and nitrogen fertilization for wheat grain yield, protein content and its components in semiarid areas of China. *Field Crops Research*. Vol. 240, pp. 86–94. DOI: 10.1016/j.fcr.2019.06.002
36. Penaki, A., Borta, A. (2020). The study of quality indicators and fractional composition of wheat grain protein of southern regions of Ukraine. *Grain Products and Mixed Fodder's*. Vol. 20 (4(80)), pp. 4–10. DOI: 10.15673/gpmf.v4i4.2013
37. Cappelli, A., Cini, E., Guerrini, L., Masella, P., Angeloni, G., Parenti, A. (2018). Predictive models of the rheological properties and optimal water content

#### REFERENCES

1. Velimirović, A., Jovović, Z., Pržulj, N. (2021). From neolithic to late modern period: Brief history of wheat. *Genetika*. Vol. 53 (1), pp. 407–417. DOI: 10.2298/GENSR2101407V

in doughs: An application to ancient grain flours with different degrees of refining. *Journal of Cereal Science*. Vol. 83, pp. 229–235. DOI: 10.1016/j.jcs.2018.09.006

14. Wieser, H., Koehler, P., Scherf, K.A. (2023). Chemistry of wheat gluten proteins: Qualitative composition. *Cereal Chemistry*. Vol. 100 (1), pp. 23–35. DOI: 10.1002/cche.10572

15. Filip, E., Woronko, K., Stępień, E., Czarniecka, N. (2023). An overview of factors affecting the functional quality of common wheat (*Triticum aestivum* L.). *International Journal of Molecular Sciences*. Vol. 24 (8), no. 7524. DOI: 10.3390/ijms24087524

16. Osman, R., Zhu, Y., Cao, W., Ding, Z., Wang, M., Liu, L., Tang, L., Liu, B. (2021). Modeling the effects of extreme high-temperature stress at anthesis and grain filling on grain protein in winter wheat. *The Crop Journal*. Vol. 9 (4), pp. 889–900. DOI: 10.1016/j.cj.2020.10.001

17. Kovalenko, N., Hloba, O. (2021). The model of regional development of agrarian science in Ukraine: the relationship between a centenary past and today. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science*. Vol. 11 (4), pp. 845–856. DOI: 10.31407/ijeec11.423

18. Yashchuk, N., Matseiko, L., Bober, A., Kobernyk, M., Gunko, S., Grevtseva, N., Boyko, Y., Salavor, O., Bublienko, N., Babych, I. (2021). The technological properties of winter wheat grain during long-term storage. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. Vol. 15, pp. 926–938. DOI: 10.5219/1642

19. Siroshstan, A.A., Kavunets, V.P. (2019). Vyrobnytstvo dobazovoho, bazovoho i sertyfikovanoho nasinnia pshenytsi ozymoi ta yaroї [Production of pre-basic, basic and certified winter and spring wheat seeds]. Myronivka, 72 p.

20. Lytvynenko, M. (2017). Faktory vplyvu na vyrobnytstvo ozymoi pshenytsi v Ukraini [Factors influencing the production of winter wheat in Ukraine]. Propozytsiya [Proposition]. no. 17, pp. 74–77.

21. Lytovchenko, A.O., Hlushko, T.V., Sydiakina, O.V. (2017). Yakist zerna sortiv pshenytsi ozymoi zalezno vid faktoriv ta umov roku vyroshchuvannia na pivdni Stepu Ukrainy [Grain quality of winter wheat varieties depending on the factors and conditions of the year of cultivation in the south of Ukrainian Steppe]. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria [Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science]*. Vol. 3(95), pp. 101–110.

22. Spiertz, J.H.J. (1977). The influence of temperature and light intensity on grain growth in relation to the carbohydrate and nitrogen economy of the wheat plant. *Netherlands Journal of Agricultural Science*. Vol. 25, pp. 182–197.

23. Sakr, N., Rhazi, L., Aussenac, T. (2021). Bread wheat quality under limiting environmental conditions: II – Rheological properties of Lebanese wheat genotypes. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. Vol. 20 (4), pp. 235–242. DOI: 10.1016/j.jssas.2021.02.002

24. Li, L., Mao, Z., Wang, P., Cai, J., Zhou, Q., Zhong, Y., Jiang, D., Wang, X. (2024). Drought priming enhances wheat grain starch and protein quality under drought stress during grain filling. *Journal of Integrative Agriculture*. 31 p. DOI: 10.1016/j.jia.2024.05.008

25. Yang, J., Yang, R., Liang, X., Marshall, J.M., Neibling, W. (2023). Impact of drought stress on spring wheat grain yield and quality. *Agrosystems, Geosciences & Environment*. Vol. 6, e20351. DOI: 10.1002/agg2.20351

#### Variability of flour quality indicators of soft winter whea genotypes depending on preceding crop

Shadchyna T., Kochmarskyi V., Pravdziva I., Vasylenko N., Khoroshko N., Shevchenko T.

The article presents the research results of preceding crop and growing season conditions influence on protein content variation, wet gluten content of varieties and breeding lines of soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.).

The purpose of the research was to establish the variability of flour quality indicators formation, namely protein content (PC) and wet gluten content (WGC) of soft winter wheat varieties and breeding lines depending on preceding crops in years with different hydrothermal conditions in environments of the central part of the Forest-Steppe of Ukraine. The research was conducted during 2020/21–2022/23 at the V.M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat of NAAS of Ukraine. The influence of five predecessors on protein content and wet gluten content in flour of 12 genotypes of soft winter wheat was determined. Field, laboratory and statistical research methods were used.

It was established that years with different hydrothermal conditions reveal unequal effects on the formation of flour quality indicators. It was found that under arid growing conditions the genotypes of soft winter wheat form a higher protein content and wet gluten content. The unequal influence of preceding crops on the formation of flour quality indicators under different research conditions was noted. Higher quality indicators of flour were determined after soybean as preceding crop (PC = 14.9%, WGC = 32.2%) in 2020/21, after corn (PC = 14.8%, WGC = 32.0%) in 2021/ 22, after green fallow (PC = 11.4%, WGC = 25.5%) in 2022/23. During three years the lowest values of protein content (9.4–11.8%) and wet gluten content (13.2–24.0%) was noted after sunflower. The most stable genotypes of the influence of the predecessor on the protein content were identified – MIW «Feyeriy», MIW «Vidznaka» and «Lutescens 60400» were the most stable ones, while «Lutescens 60049» and «Lutescens 60302» were the most stable according to both indicators of flour quality. The determining influence for year conditions on flour quality indicators was established (PC – 21.9%, WGC – 35.2%): significant (PC – 17.6%, WGC – 17.0%) – predecessor and essential – interaction of

factors year × preceding crop (PC – 17.5%, WGC – 10.4 %) and genotype × year × preceding crop (PC – 12.9%, WGC – 8.7%). The genotype share was 4.3% for protein content and 7.6% for wet gluten content. The genotypes with the most and the least parts of the influence of the studied factors were identified. A reliable strong ( $r = 0.86$ ) linear relationship between protein content and wet gluten

content in varieties and breeding lines of soft winter wheat was determined. The identified influence features of predecessors on the formation of flour quality indicators should be taken into account when growing winter wheat.

**Key words:** *Triticum aestivum* L., protein content, wet gluten content, growing season conditions, predecessor, variation coefficient, ANOVA.



Copyright: Шадчина Т.М. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Шадчина Т.М.

<https://orcid.org/0009-0002-1690-7566>

Кочмарський В.С.

<https://orcid.org/0000-0002-1990-1808>

Правдзіва І.В.

<https://orcid.org/0000-0002-0808-1584>

Василенко Н.В.

<https://orcid.org/0000-0002-4326-6613>

Хорошко Н.М.


<https://orcid.org/0000-0002-0663-1968>

Шевченко Т.В.

<https://orcid.org/0000-0001-9488-0325>

## ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО

УДК 630\*43'06

**Огляд і аналіз основних аспектів протипожежного захисту лісових екосистем в умовах сьогодення**Лозінська Т.П. , Ситник О.С. , Велика К.І. *Білоцерківський національний аграрний університет* Лозінська Т.П. E-mail: lozinskatat@ukr.net

Лозінська Т.П., Ситник О.С., Велика К.І. Огляд і аналіз основних аспектів протипожежного захисту лісових екосистем в умовах сьогодення. «Агробіологія», 2024. № 2. С. 144–153.

Lozinska T., Sytnyk O., Velyka K. Review and main aspects analysis of fire protection of forest ecosystems in current conditions. «Agrobiology», 2024. no. 2, pp. 144–153.

Рукопис отримано: 10.10.2024 р.  
Прийнято: 24.10.2024 р.  
Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-191-2-144-153

Показано, що протипожежний захист лісових екосистем у сучасних умовах є надзвичайно важливим завданням, яке потребує комплексного підходу. Основні аспекти включають профілактику, моніторинг, оперативне реагування та післяпожежне відновлення. У зв'язку зі зміною клімату, антропогенним впливом та підвищенням частоти пожеж, сучасні заходи адаптують до нових викликів. Профілактика є базовим елементом протипожежного захисту, спрямованим на запобігання виникненню пожеж. До таких заходів віднесено розчищення територій, створення протипожежних смуг, проведення кампаній із підвищення обізнаності населення про пожежну безпеку, обмеження в'їзду транспортних засобів і заборона розведення вогню у пожежонебезпечний період.

У статті вказано на своєчасний моніторинг і виявлення пожеж за допомогою сучасних технологій, які дозволяють швидко виявляти загоряння та оцінювати ситуацію. Важливим є використання супутникових даних для фіксації гарячих точок і аналізу масштабу пожеж та систем відеоспостереження, використання безпілотників для патрулювання великих територій і виявлення пожеж у важкодоступних місцях та прогнозування пожежонебезпечних умов (температура, вологість, вітер) для визначення зон ризику.

Розглянуто питання оперативного реагування на виникнення лісових пожеж та вчасного їх гасіння, як ручного, так із залученням технологій. Доведено, що відновлення лісів після пожеж є важливою складовою для екологічного балансу та є потреба аналізу стану екосистеми й проведення коригувальних заходів. Значну увагу слід приділяти захисту біорізноманіття, особливо щодо захисту рідкісних видів флори і фауни, які можуть постраждати від пожеж.

Висвітлено питання впровадження інновацій для підвищення ефективності протипожежного захисту: використання алгоритмів для аналізу погодних даних і прогнозування пожеж, застосування мобільних додатків та автоматизованих систем реагування.

Протипожежний захист лісових екосистем сьогодні – це поєднання сучасних технологій, ефективного управління, соціальної відповідальності та адаптації до змін клімату. Комплексний підхід і швидке реагування допомагають мінімізувати збитки та забезпечувати стійкість лісових екосистем у майбутньому.

**Ключові слова:** лісові екосистеми, протипожежний захист, біорізноманіття, інновації, засоби гасіння, технології.



**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Значна кількість пожеж в Україні виникає щороку у природних екосистемах через лісові та трав'яні пожежі [1], що призводить до значних збитків у лісовому господарстві, погіршення екологічного стану та можливого скорочення біорізноманіття [2].

Україна наразі перебуває в епіцентрі небезпечних ситуацій через лісові пожежі. Масштабні лісові пожежі, що інтенсивно ширяться нашою державою впродовж останніх років мають глобальний прояв, оскільки можуть розповсюджуватися на значні території, зокрема і на суміжні держави [3]. Зазначено [4], що особливим чинником впливів на довкілля є пожежі, які виникають під час війни. Вони можуть виникати і неконтрольовано поширюватися у часі та просторі як у зоні активних бойових дій, так і далеко за її межами. Досліджено, що за два роки війни (2022–2024 рр.) горіло 8096 км<sup>2</sup> території України, 1047 км<sup>2</sup> – це ліси, що згоріли внаслідок війни та через неможливість рятувальників їх погасити. Вплив бойових дій наразі є однією з основних причин виникнення лісових пожеж, внаслідок чого пожежі характеризують як такі, що виникли «внаслідок обстрілів» та «пожежі на замінованих територіях» [5].

Система протипожежного захисту лісів в умовах сьогодення є недосконалою, оскільки залишається проблема щодо застосування незахищених від вражаючої дії зброї та боєприпасів лісових масивів. Питання щодо збереження природних, а саме лісових екосистем, є актуальним, особливо зараз, під час військових дій в Україні. Поряд із завданнями попередження, тактики гасіння пожеж є необхідність раціонального використання технічних засобів, які дають змогу ефективно локалізувати та ліквідувати такі пожежі [6].

**Мета дослідження** полягає у визначенні основних аспектів протипожежного захисту лісових екосистем на сучасному етапі та адаптувати їх до нових викликів сьогодення.

**Матеріал і методи дослідження.** Матеріалом для досліджень слугували наявні технології профілактики, моніторингу, оперативного реагування, відновлення лісових екосистем та збереження біорізноманіття [7–10]. Використовували методи: спостереження, опис, порівняння, аналіз [11].

**Результати дослідження та обговорення.** Перспективними можуть бути дослідження щодо вивчення та інтеграції передових технологій, дослідження впливу кліматичних умов та розробка адаптаційних стратегій [7].

Система протипожежного захисту лісових екосистем в сучасних умовах насамперед має бути спрямована на запобігання, виявлення й ефективну ліквідацію лісових пожеж та має базуватися на комплексному підході, який включає профілактичні, організаційні, технічні та оперативні заходи.

До профілактичних заходів можна віднести розчищення лісів (видалення сухостою, хмизу, опалого листя та інших легкозаймистих матеріалів); створення мінералізованих смуг (штучних зон без рослинності шириною 1–2 м), які запобігають поширенню вогню; будівництво протипожежних доріг для поділу лісових масивів; контроль за діяльністю людини (заборона розведення відкритого вогню у лісах у пожежонебезпечний період, розміщення інформаційних знаків і плакатів із правилами протипожежної безпеки, заборона спалювання сухої рослинності поблизу лісів).

Важливим профілактичним заходом є використання системи моніторингу та виявлення лісових пожеж [8, 9]. Загрози виникнення пожежі найбільші в період засухи та підвищеної температури повітря, що спричиняє високу пожежну небезпеку. Тому саме в такий період вводять режим підвищеного моніторингу щодо лісових угідь для працівників лісового господарства та Державної служби України з надзвичайних ситуацій [10]. Для раннього їх виявлення використовують сучасні технології та методи: спостережні пункти (встановлення пожежних веж у стратегічно важливих місцях із широким оглядом території); системи відеоспостереження (використання камер спостереження з датчиками диму та тепла); супутниковий моніторинг (використання даних зі супутників для фіксації осередків тепла й визначення зон ризику); безпілотники (використання дронів для регулярного патрулювання лісових територій і виявлення ранніх ознак загорянь); метеорологічні системи (прогнозування пожежонебезпечних умов на основі даних про температуру, вологість, вітер і кількість опадів).

Перспективними методами моніторингу та прогнозування пожежної небезпеки лісів стало в свій час дистанційне зондування Землі, штучний інтелект та системи підтримки прийняття рішень (СППР) [11–13]. З часом почали використовувати пілотовані і безпілотні літальні апарати [14, 15]. Для прогнозування пожежної небезпеки деякі дослідники вказують на необхідність об'єднання даних карт пожежної небезпеки за умовами погоди, нормалізованого диференційованого індексу вологи, нормалізованого вегетаційного індексу

су та теплових аномалій з лісотаксаційними даними [16–18]. В Україні, починаючи з 2007 року, розпочато розробку геоінформаційних систем лісотаксаційних даних. Від початку війни, на основі зафіксованих супутниками NASA даних, отримані відомості оперативної космічної зйомки Landsat 8 Global Fires I і матеріалів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) Terra MODIS. Результати моделювання показують локалізацію пожеж та дозволяють визначити пошкоджені природоохоронні території, цінні біотопи тощо. Цей метод не є досконалим, має невелику похибку, проте дозволяє зробити оцінку масштабів вигорання природних територій [4].

Завдяки розробці сучасних систем моніторингу стало можливим не лише швидко скоординувати дії пожежників і загасити вогонь, а також заздалегідь розпізнати пожежо-небезпечну зону [19].

Незалежно від того, якими чинниками (природними чи антропогенними) зумовлені лісові пожежі, їх ліквідації приділяють особливу увагу. Необхідно дотримуватися всіх законів з безпеки, політики щодо ризиків і процедур на рівні відомства або організації. Для оперативного гасіння пожеж застосовують наступні заходи: створення пожежних команд (підготовка спеціалізованих бригад із технікою для швидкого реагування); використання пожежних машин, водовозів, мотопомп, тракторів із плугами (для створення мінералізованих смуг); використання літаків і гелікоптерів для скидання води або спеціальних вогнегасних речовин на великі осередки вогню; локалізація пожеж (оточення осередку вогню, створення захисних смуг і контрольоване спалювання навколишньої рослинності, щоб обмежити поширення полум'я).

Організаційні заходи включають: планування (розробку планів протипожежного захисту для кожного лісництва); навчання та підготовка персоналу (проведення навчань для

лісників, пожежників і місцевих жителів із правил пожежної безпеки та дій у разі пожеж; співпрацю лісових господарств, Державної служби з надзвичайних ситуацій (ДСНС) та органів місцевого самоврядування.

Слід звернути увагу на особливу потребу у створенні добровільних товариств з охорони лісу, оскільки органи лісового господарства не можуть забезпечити повністю своїми ресурсами його захист [10].

Для гасіння лісових пожеж використовують різні методи і засоби. Ручні інструменти використовують в операціях з управління пожежами. Деякі стандартні ручні інструменти можуть бути ефективними в боротьбі з пожежами. Здебільшого їх використовують для створення мінералізованих смуг. Вони можуть мати як багатоцільове використання, так і для виконання певних завдань. Є інструменти для копання, рубання, скобління, обприскування і гасіння пожежі методом закидання ґрунтом. У таблиці 1 наведено сфери застосування ручних інструментів.

Ручні інструменти для боротьби з пожежами можна використовувати як за прямої, так і непрямой атаки, залежно від діапазону висоти полум'я, на що вказують дані таблиці 2.

Одним із способів протидії пожежам є створення протипожежного бар'єру або мінералізованої смуги. Під час проєктування протипожежних бар'єрів слід враховувати геопросторове розміщення та щільність випадків лісових і ландшафтних пожеж, які здатні поширюватися на землі лісового фонду [21].

Мінералізована смуга – це будь-яка очищена смуга або частина протипожежного бар'єру, створена з метою розриву в горючих матеріалах для попередження поширення пожежі. Її можна створювати ручними інструментами або механізованим устаткуванням. В таблиці 3 наведено рекомендації щодо ширини мінералізованої смуги залежно від виду горючого матеріалу.

Таблиця 1 – Види ручних інструментів [20]

Копання	Скобління/ вигрібання	Рубка	Обприскування	Гасіння пожежі методом закидання ґрунтом/збивання
Лопата Штикова лопата Мотига Комбінований інструмент Горгі	Граблі Тяпка Граблі-мотика Маклеода Комбінований інструмент Горгі	Сокира Паласкі Комбінований інструмент Горгі Кушоріз Кривий ніж для вирубки чагарнику	Ранцевий обприскувач	Хлопавка Штикова лопата Лопата

Таблиця 2 – Висота полум'я, керівництво з тактики і методів [20]

Висота полум'я (м)	Значення
0–0,5	Пожежі зазвичай згасають самі
0,5–1,5	Інтенсивність пожежі невисока. Можна використовувати ручні інструменти в прямій атаці, щоб взяти пожежу під контроль.
1,5–2,5	Пожежа є занадто інтенсивною для прямої атаки ручними інструментами. Може знадобитися вода або бульдозери. Рекомендується флангова/паралельна атака.
2,5–3,5	Пожежа є занадто інтенсивною для прямої атаки з протипожежного бар'єру. Можуть знадобитися скид води з вертольотів і літаків. Флангова/паралельна атака, залежно від висоти полум'я на ділянці.
3,5–8	Дуже інтенсивна пожежа. Відпал або зустрічний низовий вогонь можуть зупинити головну частину пожежі. Рекомендуються флангова/паралельна і непряма атаки, залежно від висоти полум'я на ділянці.
8+	Екстремальне поширення пожежі. Рекомендуються стабільні стратегії.

Таблиця 3 – Рекомендації по ширині мінералізованої смуги [20]

Вид горючого матеріалу	Ширина очищеної смуги, м	Ширина в мінеральному ґрунті, м
Трава/зернові	0,5–1	0,5–1
Кущики	1–3,5	0,2–1
Ліс	6	1
Торф/коріння	0,5	0,5

Мінералізовані смуги можуть сповільнити або зупинити поширення лісової пожежі, але вони не впливають на показники природної пожежної небезпеки. Тому потрібно використовувати інші заходи, зокрема: будівництво лісових доріг, створення мобілізаційних планів реагування на випадок виникнення пожежі, впорядкування лісових водоймищ тощо. Такі організаційно-технічні заходи можуть удосконалити тактичну сторону боротьби з лісовими пожежами і потребують окремого дослідження [20].

У системі забезпечення охорони лісів від пожеж мало зустрічається інформації про протипожежне значення узлісь. Для захисту від пожеж лісів та населених пунктів, які з ним межують, потрібно створювати ефективні протипожежні бар'єри, що обмежать поширення вогню. Одним із таких підходів є формування пожежостійких узлісь із переважанням листяних деревних видів (дуб, береза, клен, ясен, липа тощо) [22].

Використання новітніх технологій у лісовій пірології полягає в автоматизації систем

спостереження (впровадження смартсистем, які автоматично фіксують пожежі й повідомляють про це відповідні служби); мобільні додатки (інформування громадян про рівень пожежної небезпеки через смартфони (наприклад, у реальному часі); використання спеціальних хімікатів (ретардантів), які запобігають поширенню вогню.

На засіданні Науково-технічної ради Держлісагентства України у грудні 2023 р. було розглянуто та схвалено до впровадження «Сервіс підтримки прийняття рішень під час гасіння лісових пожеж» з використанням веб-технологій із залученням сил і засобів ДСНС України. Програма складається з трьох додатків: додаток «Оптимізація розміщення систем відеоспостереження»; вебдодаток для створення мережі лісових доріг та вебдодаток з управління транспортом за гасіння пожеж. Сервіс дає можливість мобільним пристроям надсилати повідомлення про своє знаходження безпосередньо до бази даних або зберігати їх у локальній базі даних до появи мобільного інтернету. Окрема вебсторінка відображує

пожежі й ступінь їх розвитку за даними системи моніторингу пожеж та супутникових даних. Крім того, вона містить інтерфейс для розміщення транспорту вздовж контуру пожежі (рис. 1) [23].

Така система авторизованого доступу до вебдодатку має низку переваг, дозволяє контролювати транспорт та залучати транспортні засоби ДСНС через встановлення на них пристроїв спостереження.

Оперативні заходи є критично важливими для мінімізації шкоди від лісових пожеж. Їх ефективність залежить від:

- швидкого виявлення загоряння;
- професійної підготовки персоналу;
- наявності сучасного обладнання;
- чіткої координації дій усіх задіяних структур.

Своєчасне реагування та використання новітніх технологій значно знижують ризик масштабних лісових пожеж і зберігають природні ресурси.

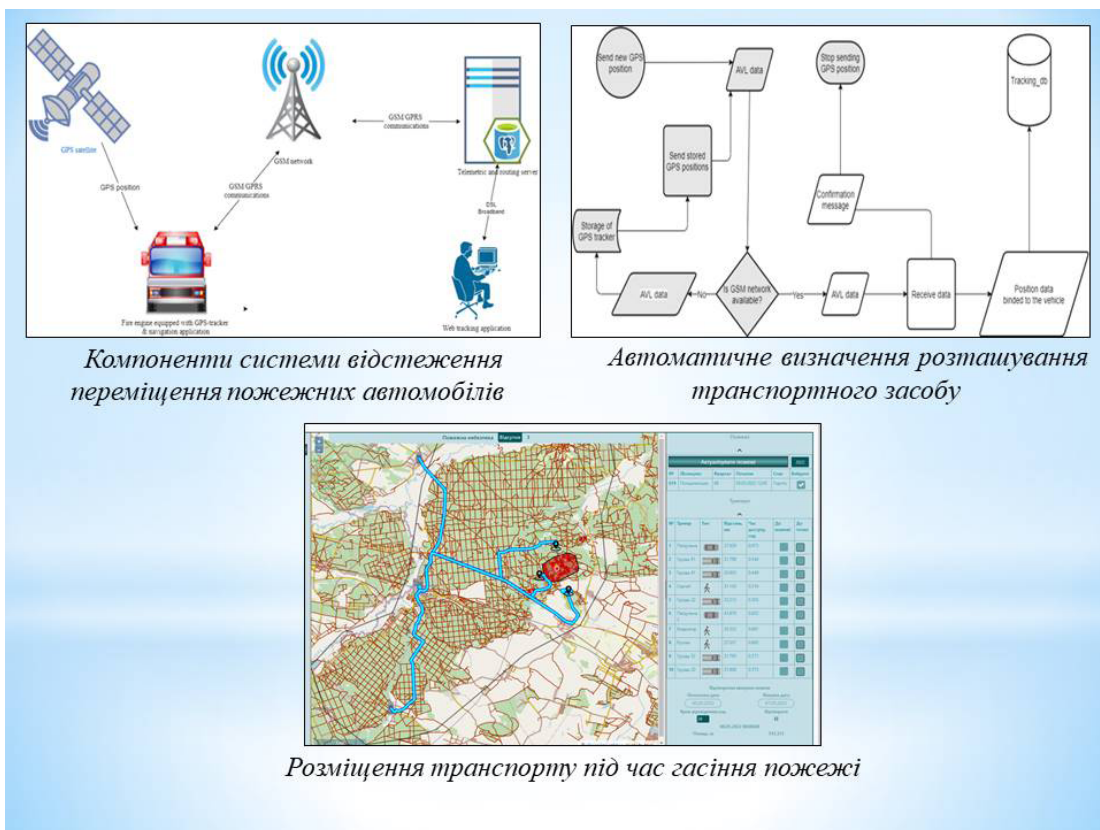
Важливим питанням є післяпожежна відновлювальна діяльність, що включає роботи для відновлення лісу – це насамперед заліснення (висадка нових дерев для відновлення знищеної рослинності). Основним етапом є і відновлення ґрунту (покращення

структури ґрунту, постраждалого від пожежі, за допомогою органічних добрив або посіву трав). Також необхідно провести оцінку біорізноманіття та впливу пожежі на фауну й флору.

Колективом авторів запропоновано класифікацію лісових пожеж за різних способів та характеристики методів їх попередження і управління ризиками, що впливають на їх виявлення (табл. 4) [24].

Доведено, що ведення лісового господарства в Україні, яке зумовлене глобальними кліматичними змінами, антропогенним впливом на довкілля тощо сприятиме виробленню чітких стратегічних і тактичних підходів для подальшого розвитку та покращення виконання лісом екологічних і соціальних функцій [24]. Важливим аспектом у вирішенні цього питання є система проти-пожежного захисту, що включає три основні функції:

- екологічну – збереження біорізноманіття та попередження деградації екосистем;
- економічну – зменшення збитків для лісового господарства та інфраструктури;
- соціальну – забезпечення безпеки людей, що проживають поблизу лісових масивів.



Компоненти системи відстеження переміщення пожежних автомобілів

Автоматичне визначення розташування транспортного засобу

Розміщення транспорту під час гасіння пожежі

Рис. 1. Зображення супутникових даних розміщення транспорту вздовж контуру пожежі [23].

Таблиця 4 – Характеристика методів попередження і управління ризиками виникнення лісових пожеж [24]

Ознака класифікації	Вид методу	Характеристика методу
За способом впливу	Нормативні правові	Створюють основу організаційних рішень, способів адміністрування, умов реалізації економічних та соціально-психологічних методів.
	Організаційні (адміністративні)	Передбачають організацію виконання цілей у межах нормативно-правових обмежень та здійснення контролю за дією економічних та соціально-психологічних методів.
	Економічні і соціально-психологічні	Визначають ефективну структуру адміністрування, її нормативну правову основу. Засновані на впливі на психологію людей.
За характером впливу	Превентивні	Спрямовані на недопущення чи запобігання виникненню несприятливого стану керованого об'єкта.
	Репресивні	Спрямовані на придушення стихійного лиха, що вже відбувається.
	Компенсаційні	Спрямовано на часткове або повне відшкодування втрат, завданих у ситуаціях ризику.
За спрямованістю дії	Зниження	Спрямовані на зменшення розмірів можливих збитків чи ймовірності настання несприятливих подій.
	Збереження	Не завжди означають відмову від дій щодо компенсації збитків. Для відшкодування збитків можуть створювати резервні фонди, залучати зовнішні джерела.
	Передача	Означають передачу відповідальності за ризики третім особам за збереження їхнього рівня.
За часом впливу	Дододійні	Планують та здійснюють завчасно: страхування, самострахування, запобіжні заходи та інші методи передачі і зниження ризиків.
	Післяподієві	Передбачають отримання коштів за ліквідацію збитків.

Доведено, що лісові пожежі негативно впливають на екологічний стан не лише лісу, а й довкілля, призводять до значних матеріальних збитків та незворотніх природних процесів, а ліквідація їх наслідків потребує проведення різних лісівничих заходів. У рослин, що зазнали ураження вогнем, відбуваються зміни фізіологічного стану, а інколи й повна їх загибель. Тому лісівнича галузь потребує розв'язання завдань зниження пожежної небезпеки у лісових екосистемах, проведення лісовідновлення та інших заходів, що впливають на пожежостійкість лісу [25].

На сьогодні можемо спостерігати негативний вплив пожеж після бойових дій і застосування російськими військами тактики

«випаленої землі», що призвели до значного збільшення втрат природних екосистем. Також таке явище може призвести до ерозії ґрунту. Розглянуті авторами лісові пожежі внаслідок війни – це лише одна з багатьох ланок її екологічних наслідків для природи України [4].

Отже, протипожежний захист включає соціальні та екологічні заходи із залученням громадськості (навчання місцевих жителів правил безпеки та участі в лісовій охороні), міжнародною співпрацею (обмін досвідом і ресурсами між країнами для ефективної боротьби з пожежами) та охороною біорізноманіття (захист рідкісних видів флори і фауни, які можуть постраждати від пожеж).



Рис. 2. Серебрянське лісництво, наслідки пожеж та військових дій на території заказника «Серебрянський».

Джерело: DeepStateUA [23].

**Висновок.** Протипожежний захист лісових екосистем у сучасних умовах є надзвичайно важливим завданням, яке потребує комплексного підходу. У зв'язку зі зміною клімату, антропогенним впливом, військовими діями та підвищенням частоти пожеж, сучасні заходи адаптують до нових викликів. Протипожежний захист лісових екосистем сьогодні – це поєднання сучасних технологій, ефективного управління, соціальної відповідальності та адаптації до змін клімату. Комплексний підхід і швидке реагування допомагають мінімізувати збитки та забезпечувати стійкість лісових екосистем у майбутньому.

В результаті огляду і аналізу протипожежного захисту лісових екосистем визначено основні аспекти:

- своєчасний моніторинг і виявлення пожеж за допомогою сучасних технологій дозволить швидко виявляти загоряння та оцінити ситуацію;

- використання супутникових даних для фіксації гарячих точок і аналізу масштабу пожеж та систем відеоспостереження;

- застосування безпілотників для патрулювання великих територій і виявлення пожеж у важкодоступних місцях;

- прогнозування пожежонебезпечних умов (температура, вологість, вітер) для визначення зон ризику;

- оперативне реагування на виникнення лісових пожеж та вчасної їх локалізації;

- відновлення лісів після пожеж для збереження екологічного балансу;

- захист біорізноманіття;

- впровадження інновацій для підвищення ефективності протипожежного захисту.

Отже, ефективна система протипожежного захисту потребує поєднання сучасних технологій, правильної організації та активної участі громадян.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кузик А.Д., Товарянський В.І. Вплив воєнних дій на лісові екосистеми України та їх післявоєнне відновлення. Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. 2023. №27. С. 16–22. DOI: 10.32447/20784643.27.2023.02
2. Коробкіна К.М., Рибалова О.В. Вплив лісових пожеж на стан навколишнього природного середовища. Проблеми та перспективи забезпечення цивільного захисту: матеріали міжнародної науково-практичної конференції молодих учених. Харків: НУЦЗУ, 2019. С. 385–386.
3. Гулак О.В. Причини виникнення лісових пожеж. Юридичний науковий електронний журнал. 2017. № 4. С. 62–79.
4. Василюк О., Коломицев Г., Пархоменко В. Ліси у вогнях війни. Втрачено понад 1000 квадратних кілометрів. 2024. URL: <https://uwesworkgroup.info/uk/flames-of-war-how-ukraine-lost-over-1000-square-kilometers-of-forest/1>
5. Пожежі під час війни в Україні. 2024. URL: <https://tlu.kiev.ua/pro-nas/novini-zakhodi/novina/article/pozhezh-pid-chas-viini-v-ukrajini.html>
6. Попович В., Коваль В., Товарянський В., Коваль Н. Аналіз пожежно-рятувальної техніки для гасіння пожеж у природних екосистемах. Енергоефективність, екологічність та безпечність автомобіля: збірник тез доповідей III Всеукраїнської науково-практичної конференції. Львів: ЛДУ БЖД, 2024. 114 с.
7. Лозінська Т.П., Задорожний А.І., Мамчур В.В. Стратегії та методики зменшення ризику лісових пожеж та поширення шкідників. Наукові доповіді НУБіП. 2024. № 1/107. DOI: 10.31548/dopovid.1(107).2024.021
8. Орещенко А.В., Осадчий В.І., Савенець М.В., Балабух В.О. Виявлення і моніторинг потенційно небезпечних пожеж на території України за даними супутникового сканування. Вісник Національної академії наук України. 2020. № 11. С. 33–44.
9. Барабаш О., Бандурка О., Шпурик В., Свинчук О. Інформаційна система аналізу геоданих для відслідковування змін рослинності. Сучасні інформаційні системи. 2021. Т. 5. № 4. С. 17–25. DOI: 10.20998/2522-9052.2021.4.03
10. Муравський Л., Кошовий В., Мельничок Л. Структура та технологія побудови географічної інформаційної системи для екологічного моніторингу. Теоретична електротехніка. 2010. Вип. 61. С. 99–108.
11. Еколого-лісівничі основи пожежної безпеки лісів Малого Полісся: монографія / за ред. А.Д. Кузик. Львів: СПОЛОМ, 2019. 493 с.
12. Методика досліджень агроекосистем / Л.М. Карпук та ін. Біла Церква, 2024. 256 с.
13. Кузик А.Д., Товарянський В.І. Про пожежну небезпеку молодих соснових насаджень. Пожежна безпека. 2014. № 24. С. 68–73.
14. Головіна Н.В. Розроблення системи підтримки прийняття рішень для моніторингу та попередження лісових пожеж в Україні. Вісник

Херсонського національного технічного університету. 2024. № 2(89). С. 150–156. DOI: 10.35546/kntu2078-4481.2024.2.21

15. Salinero E.C., Chuvieco E. Wildland fire danger: estimation and mapping: the role of remote sensing data. World Scientific. 2003. 264 с.
16. Mycke-Dominko M. The remote sensing method of forest fire danger rating categorization. *Miscellanea geographica*. Warszawa, 2004. Vol. 11. P. 359–362.
17. Review of Satellite Remote Sensing Use in Forest Health Studies / J. Wanget et al. *The Open Geography Journal*. 2010. Vol. 3. P. 28–42.
18. Automatic Forest-Fire Measuring Using Ground Stations and Unmanned Aerial Systems / J.R. Martinez-de Dios et al. *Sensors*. 2011. Vol. 11. P. 6328–6353.
19. Мокрий В.І., Кучерявий В.П. Інформаційні технології моніторингу екосистем Шацького національного природного парку. Вісник Вінницького політехнічного інституту. Вінниця, 2006. № 5. С. 136–139.
20. Кошовий В.В., Муравський Л.І., Олійник О.Т. Стан розробки елементів географічної інформаційної системи Шацького національного природного парку. Науковий вісник Волинського національного університету ім. Лесі Українки. Екологія. 2009. № 1. Розділ II. С. 129–135.
21. Якщо ліс уже спалахнув, то вогонь треба локалізувати й зупинити. URL: <https://karbon-cns.com.ua/uk/liisovii-pozhezhii-yak-ekologichni-problema.html>
22. Стандарти і навчальні матеріали EuroFire. Фрайбург. Київ, 2016. URL: [EuroFire-Standards-Training-Materials-UKR.pdf](https://eurofire-standards-training-materials-ukr.pdf)
23. Рекомендації щодо заходів з підвищення пожежостійкості лісів та методика прогнозування їхнього післяпожежного розвитку / В.П. Ворон та ін. Харків: УкрНДІЛГА, 2019. 26 с. URL: [t7recommendationsforestsfireresistance.pdf](https://t7recommendationsforestsfireresistance.pdf)
24. Воротинський О.Г., Сошенський О.М., Токарева О.В. Класифікація узлісь як основа формування їхньої пожежостійкості. Ліси в умовах сучасних викликів: матеріали міжнародної науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів і здобувачів. Харків: УкрНДІЛГА, 2022. 6 с.
25. Лісові пожежі: системи підтримки прийняття рішень. 2023. URL: <https://uriffm.org.ua/uk/news/506>
26. Лозінська Т.П. Проблеми пожежної небезпеки в лісовому господарстві. Формування сучасної наукової думки: матеріали міжнародної наукової конференції. Кропивницький, Україна: МЦНД, 2020. С. 71–73. DOI: 10.36074/31.01.2020.08

## REFERENCES

1. Kuzyk, A.D., Tovarjans'kyj, V.I. (2023). Vplyv vojnyh dij na lisovi ekosystemy Ukrainy ta i'h pisljavojenne vidnovlennja [The impact of military actions on the forest ecosystems of Ukraine and their post-war recovery]. *Visnyk L'vivskogo derzhavnogo universytetu bezpeky zhyttjedijal'nosti* [Bulletin

of the Lviv State University of Life Safety]. no. 27, pp. 16–22. DOI: 10.32447/20784643.27.2023.02

2. Korobkina, K.M., Rybalova, O.V. (2019). Vplyv lisovyh pozhezh na stan navkolysnogo pryrodного seredovyssha [The impact of forest fires on the state of the natural environment]. Problemy ta perspektyvy zabezpechennja cyvil'nogo zahystu: materialy mizhnarodnoi' naukovo-praktychnoi' konferencii' molodyh uchenyh [Problems and prospects of ensuring civil protection: materials of the international scientific-practical conference of young scientists]. Kharkiv, NUCZU, pp. 385–386.

3. Gulak, O.V. (2017). Prychyny vynyknennja lisovyh pozhezh [Causes of forest fires]. Jurydychnyj naukovyj elektronnyj zhurnal [Legal scientific electronic journal]. no. 4, pp. 62–79.

4. Vasylyuk, O., Kolomycev, G., Parhomenko, V. (2024). Lisy u vognjah vijny. Vtracheno ponad 1000 kvadratnyh kilometriv [Forests in the flames of war. More than 1,000 square kilometers were lost]. Available at: <https://uwecworkgroup.info/uk/flames-of-war-how-ukraine-lost-over-1000-square-kilometers-of-forest/>

5. Pozhezhi pid chas vijny v Ukraini [Fires during the war in Ukraine]. 2024. Available at: <https://tlu.kiev.ua/pro-nas/novini-zakhodi/novina/article/pozhezhi-pid-chas-viini-v-ukrajini.html>

6. Popovych, V., Koval', V., Tovarjans'kyj, V., Koval', N. (2024). Analiz pozhezho-rjatuval'noi' tehniky dlja gasinnja pozhezh u pryrodnyh ekosystemah [Analysis of fire-rescue equipment for extinguishing fires in natural ecosystems]. Energoefektyvnist', ekologichnist' ta bezpechnist' avtomobilja: zbirnyk tez dopovidej III Vseukrai'ns'koi' nauko-vo-praktychnoi' konferencii' [Energy efficiency, environmental friendliness and safety of the car: a collection of abstracts of reports of the 3rd All-Ukrainian Scientific and Practical Conference]. Lviv, LDU BZhd, 114 p.

7. Lozins'ka, T.P., Zadorozhnyj, A.I., Mamchur, V.V. (2024). Strategii' ta metodyky zmenshennja ryzyku lisovyh pozhezh ta poshyrennja shkidnykiv [Strategies and techniques for reducing the risk of forest fires and the spread of pests]. Naukovi dopovidi NUBiP [Scientific reports of NUBiP]. no. 1/107. DOI: 10.31548/dopovidi.1(107).2024.021

8. Oreshhenko, A.V., Osadchij, V.I., Savenec', M.V., Balabuh, V.O. (2020). Vyjavlennja i monitoryng potencijno nebezpechnyh pozhezh na terytorii' Ukrainy za danymy suputnykovogo skanuvannja [Detection and monitoring of potentially dangerous fires on the territory of Ukraine based on satellite scanning data]. Visnyk Nacional'noi' akademii' nauk Ukrainy [Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine]. no. 11, pp. 33–44.

9. Barabash, O., Bandurka, O., Shpuryk, V., Svynchuk, O. (2021). Informatsiyna systema analizu heodanykh dlja vidslidkovu-vannya zmin roslinnosti [Geodata Analysis Information System for Tracking Vegetation Changes]. Suchasni informatsi-yni systemy [Modern Information Systems]. no. 4, Vol. 5, pp. 17–25. DOI: 10.20998/2522-9052.2021.4.03.

10. Mokryj, V.I., Kucherjavij, V.P. (2006). Informacijni tehnologii' monitoryngu ekosystem Shac'kogo nacional'nogo pryrodного parku [Information technologies for monitoring the ecosystems of the Shatskyi National Nature Park]. Visnyk Vinnyts'kogo politehnichного instytutu [Bulletin of the Vinnytsia Polytechnic Institute]. no. 5, pp. 136–139.

11. Kuzyk, A.D. (2019). Ekologo-lisivnychi osnovy pozheznoi' bezpeky lisiv Malogo Polissja: monografija [Ecological and forestry basics of fire safety in the forests of Maly Polissia]. Lviv, SPO-LOM, 493 p.

12. Karpuk, L.M., Rozhkov, A.O., Shoh, S.S., Filipova, L.M., Pavlichenko, A.A., Kubrak, S.M., Shubenko, L.A., Glevas'kyj, V.I., Titarenko, O.S. (2024). Metodyka doslidzhen' agroekosystem [Research methodology of agroecosystems]. Bila Tserkva, 256 p.

13. Kuzyk, A.D., Tovarjans'kyj, V.I. (2014). Pro pozheznu nebezpeku molodyh sosnovyh nasadzen' [About the fire hazard of young pine plantations]. Pozhezna bezpeka [Fire safety]. no. 24, pp. 68–73.

14. Golovina, N.V. (2024). Rozroblennja systemy pidtrymky pryjnattja rishen' dlja monitoryngu ta poperedzhennja lisovyh pozhezh v Ukraini [Development of a decision support system for forest fire monitoring and prevention in Ukraine]. Visnyk Hersons'kogo nacional'nogo tehnichного universytetu [Bulletin of the Kherson National Technical University]. no. 2(89), pp. 150–156. DOI: 10.35546/kntu2078-4481.2024.2.21

15. Salinero, E.C., Chuvieco, E. (2003). Wildland fire danger: estimation and mapping: the role of remote sensing data. World Scientific. 264 p.

16. Mycke-Dominko, M. (2004). The remote sensing method of forest fire danger rating categorization. *Miscellanea geographica*. Warszawa, Vol. 11, pp. 359–362.

17. Wang, J., Sammis, T.W., Gutschick, V.P. (2010). Review of Satellite Remote Sensing Use in Forest Health Studies. *The Open Geography Journal*. Vol. 3, pp. 28–42.

18. Martinez-de Dios, J.R., Merino, L., Caballero, F. (2011). Automatic Forest-Fire Measuring Using Ground Stations and Unmanned Aerial Systems. *Sensors*. Vol. 11, pp. 6328–6353.

19. Muravs'kyj, L., Koshovyj, V., Mel'nychok, L. (2010). Struktura ta tehnologija pobudovy geografichnoi' informacijnoi' systemy dlja ekologichного monitoryngu [The structure and technology of building a geographic information system for environmental monitoring]. *Teoretychna elektrotehnika* [Theoretical electrical engineering]. Issue 61, pp. 99–108.

20. Koshovyj, V.V., Muravs'kyj, L.I., Olijnyk, O.T. (2009). Stan rozrobky elementiv geografichnoi' informacijnoi' systemy Shac'kogo nacional'nogo pryrodного parku [The state of development of the elements of the geographic information system of the Shatskyi National Nature Park]. *Naukovyj visnyk Volyn'skogo nacional'nogo universytetu im. Lesi Ukrainky*. *Ekologija* [Scientific Bulletin of the Volyn National University named after Lesya Ukrainka. Ecology]. no. 1, Section II, pp. 129–135.



21. Jakshho lis uzhe spalahnuv, to vagon' treba lokalizuvaty j zupynyty [If the forest has already caught fire, the fire must be localized and stopped]. Available at: <https://karbon-cns.com.ua/uk/liiso-vii-pozhezhii-yak-ekologichniya-problema.html>

22. Standarty i navchal'ni materialy EuroFire [EuroFire standards and training materials]. Frajburg, Kyiv, 2016. Available at: [EuroFire-Standards-Training-Materials-UKR.pdf](#)

23. Voron, V.P., Koval', I.M., Sydorenko, S.G., Mel'nyk, Je.Je., Bologov, O.Ju., Tkach, O.M., Tymoshuk, I.V. (2019). Rekomendacii' shhodo zahodiv z pidvyshhennja pozhezhostijkosti lisiv ta metodyka prognovannja i'hn'ogo pisljapozhezhnogo rozvytku [Recommendations on measures to increase the fire resistance of forests and the method of forecasting their post-fire development]. Kharkiv, UkrNDILGA, 26 p. Available at: [t7recommendationsforestsfireresistance.pdf](#)

24. Vorotyns'kyj, O.G., Soshens'kyj, O.M., Tokarjeva, O.V. (2022). Klasyfikacija uzlis' jak osnova formuvannja i'hn'oi' pozhezhostijkosti [Classification of woods as a basis for the formation of their fire resistance]. Lisy v umovah suchasnyh vyklykiv: materialy mizhnarodnoi' naukovo-praktychnoi' konferencii' molodyh uchenyh, aspirantiv i zdobuvachiv [Forests in the conditions of modern challenges: materials of the international scientific and practical conference of young scientists, graduate students and applicants]. Kharkiv, UkrNDILGA. 6 p.

25. Lisovi pozhezhi: systemy pidtrymky pryjnjattja rishen' [Forest fires: decision support systems]. 2023. Available at: <https://uriffm.org.ua/uk/news/506>

26. Lozins'ka, T.P. (2020). Problemy pozhezhnoi' nebezpeky v lisovomu gospodarstvi [Problems of fire danger in forestry]. Formuvannja suchasnoi' naukovo' dumky: materialy mizhnarodnoi' naukovo' konferencii' [Formation of modern scientific thought: materials of the international scientific conference]. Kropyvnyckiy, MCND, pp. 71–73. DOI: 10.36074/31.01.2020.08

### Review and main aspects analysis of fire protection of forest ecosystems in current conditions

Lozinska T., Sytnyk O., Velyka K.

In today's world fire protection is considered to be of great importance for forest ecosystems. Thus,

it requires complex approaches. The main aspects include rapid response, prevention, monitoring and post-fire regeneration. Due to climate change, anthropological impact and increased forest fire frequency modern measures are adapted to new challenges.

Forest fire prevention is the basic element of fire safety aimed at avoiding fires. Such preventive measures include forest clearing, creating of firebreaks, raising of public awareness of fire safety, and restricting of vehicle entry and fire burning during fire danger periods.

This article points out the necessity of timely fire monitoring and detection using new technologies that enable recognition of fire ignition and estimation of the situation.

It is important to use satellite data, video surveillance systems to pinpoint areas of fire ignition and analyze the forest fire extent. Drones are also used for patrolling large territories, fire detection in hard-to-reach areas, and weather forecasting (temperature, humidity, wind) in order to identify fire risk zones.

The issues of rapid response to forest fires and their timely extinguishing, both manually and with the use of technology, were considered.

It has been proven that forest restoration after fires is an important component of ecological balance. There is a need to analyze the ecosystem state and apply corrective measures.

Considerable attention should be paid to the protection of biodiversity, especially to the protection of rare species of flora and fauna that may be affected by fires.

The issues of implementing innovations to improve the efficiency of fire protection are covered: the use of algorithms for analyzing weather data and forecasting fires, the use of mobile applications and automated response systems.

Fire protection of forest ecosystems today is a combination of modern technologies, effective management, social responsibility and adaptation to climate change. An integrated approach and rapid response help to minimize damage and ensure the sustainability of forest ecosystems in the future.

**Keywords:** forest ecosystems, fire protection, biodiversity, innovations, extinguishing agents, technologies.



Copyright: Лозінська Т.П., Ситник О.С., Велика К.І. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Лозінська Т.П.

Ситник О.С.

Велика К.І.





<https://orcid.org/0000-0002-7119-0759>

<https://orcid.org/0009-0002-2637-1849>

<https://orcid.org/0000-0001-8419-5092>

## АГРОНОМІЯ

УДК 631.5; 632.5

**Порівняльна оцінка забур'яненості агрофітоценозів  
за різних систем основного обробітку  
й удобрення чорнозему типового в сівозміні****Примак І.Д.** , **Войтовик М.В.**, **Єзерковська Л.В.** ,  
**Караульна В.М.** , **Панченко О.Б.**, **Образій С.В.** *Білоцерківський національний аграрний університет*

Примак І.Д., Войтовик М.В., Єзерковська Л.В., Караульна В.М., Панченко О.Б., Образій С.В. Порівняльна оцінка забур'яненості агрофітоценозів за різних систем основного обробітку й удобрення чорнозему типового в сівозміні. «Агробіологія», 2024. № 2. С. 154–165.

Primak I., Voitovyk M., Yezerkovska L., Karaulna V., Panchenko O., Obrazhiy S. Comparative assessment of weed infestation of agrophytocoenoses under different systems of main cultivation and fertilization of typical chernozem in crop rotation. «Agrobiology», 2024. no. 2, pp. 154–165.

Рукопис отримано: 25.10.2024 р.

Прийнято: 11.11.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-191-2-154-165

Сегетальна рослинність у сільськогосподарських посівах є лімітуючим чинником у більшості випадків, тому метою досліджень було порівняти чотири системи основного обробітку і чотири системи удобрення за їх протибур'яною ефективністю та продуктивністю сівозміни. Встановити оптимальне поєднання систем обробітку та удобрення.

Чотирирічними (2020–2023 рр.) дослідженнями на чорноземі типовому глибокому малогумусному середньосуглинковому дослідного поля Білоцерківського НАУ встановлено, що в стаціонарній польовій зернопросапній п'ятипільній сівозміні показники забур'яненості істотно не відрізнялися за полицево-дискового (контрольного) і диференційованого (полицево-безполицево-дискового) обробітків. За безполицево-дискового і дискового обробітків вони істотно підвищуються.

Закономірних змін актуальної і потенційної забур'яненості залежно від систем удобрення не встановлено.

Сира маса однієї бур'янистої рослини найнижча за диференційованого, найвища – за постійного дискового обробітку. Із підвищенням норми внесених добрив вона зростає.

За безполицево-дискового і дискового обробітків продуктивність сівозміни істотно зменшується. За виходом сухої речовини товарної продукції агрофітоценозів сівозміни диференційована система обробітку ґрунту перевищує контрольний варіант, проте неістотно (різниця не перевищувала 0,25 т/га за  $HP_{0,05}$  0,30 т/га). За виходом сухої речовини товарної і нетоварної продукції диференційований обробіток переважав полицево-дисковий (контроль) лише на удобрених ділянках.

За збільшення норми удобрення сира маса бур'янів в агрофітоценозах сої і пшениці озимої знижується, а кукурудзи і соняшнику – підвищується.

**Ключові слова:** ґрунт, сівозміна, добрива, обробіток, агрофітоценози, забур'яненість, продуктивність.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Незважаючи на великий арсенал різноманітних засобів захисту агроценозів від шкідливих організмів, світове землеробство втрачає майже третину рослинницької продукції від бур'янів, хвороб і шкідників. Це при тому, що голодує восьма частина населення – 800 млн громадян. У системі захисту рослин, яка є невід'ємною ланкою будь-якої сучасної системи землеробства [1], частка протибур'янових заходів перевищує 60 % [2].

Майже тридцятип'ятирічна криза в Україні (економічна й екологічна) спричинила експансію бур'янів на орні землі через: відсутність цільового державного фінансування на управління бур'яновим компонентом агрофітоценозів; істотне зниження культури землеробства (безсистемне застосування механічного основного обробітку ґрунту, спрощення і повсюдне порушення агротехнологій або ж і нехтування ними); адаптацію сегентальних рослин до мінливих екологічних умов; істотне потепління клімату та підвищення в агрофітоценозах рясності типових для Степу і Південного Лісостепу видів бур'янів через їх переміщення на північ країни (зворотного переміщення не спостерігається); перезимівлю значної частки зимуючих видів бур'янів; майже повсюдне зведення рекомендованих науковцями, побудованих за принципами плодозміни, 8–11-пільних універсальних сівозмін до спеціалізованих, зокрема, зернових або короткоротаційних [2].

В Україні за кожні наступні 10 років середньорічна температура атмосферного повітря зростала на 0,4 °C на тлі зниження атмосферних опадів. Площа сухої і дуже сухої ріллі – 11,6 млн га, що становить 37 % [3]. За останню четверть століття площа з достатнім і надмірним зволоженням зменшилася на 10 % і становить 22,5 % території держави, зокрема 7,6 млн га ріллі [4]. Отже, аридизація клімату і значна рясність бур'янів загострюють першочергову проблему вітчизняного рільництва – забезпечення необхідною масою доступної вологи культурного компонента агрофітоценозів. На сьогодні ґрунтова волога в Лісостепу і Степу визначає екологічні межі продуктивності сільськогосподарських рослин.

Відомо, що зменшення ротаційного періоду сівозміни супроводжується зниженням продуктивності гектара ріллі [5]. У короткоротаційних, особливо дво-трипільних сівозмінах з часткою зернових 70–100 % за відсутності відповідної експертизи ресурсно-енергетичного потенціалу господарства

застоовують мілкий, поверхневий чи навіть нульовий обробітки, хімічне прополювання агрофітоценозів гербіцидами однієї групи, що призводить до резистентності окремих видів бур'янів. На сьогодні більше як на 65 % площі орних земель України розповсюджені багаторічні бур'яни [2].

Потенційна забур'яненість орного шару досягла 1,47 млрд шт./га насінин в Поліссі, 1,71 – Лісостепу та 1,14 млрд шт./га в Степу. Це при тому, що низький рівень її передбачає наявність лише до 10 млн шт./га, за якого можна відмовитися від хімічного прополювання [6]. Оскільки Україна за забрудненістю рільничої продукції залишками пестицидів посідає 6–7 місце в світі [2], то зменшення гербіцидного навантаження на орні землі за допомогою науково обґрунтованого механічного обробітку ґрунту є надзвичайно актуальним завданням аграрної науки. Держава не добирає через бур'яни на орних землях 25–30 % врожаю, а в окремі роки половину і навіть більше [2].

У стаціонарних польових дослідках наукових установ України потенційна забур'яненість орного шару за ротаційний період восьми-десятипільних сівозмін зменшувалася на 25–35 %. Тому для радикального зниження її необхідно не менше трьох-чотирьох ротаційних періодів сівозмін [6], тобто цей процес є досить тривалим і потребує глибоких знань. Не простежується негативного впливу бур'янів на агрофітоценози за їх частки не більше 1–3 % від загальної маси сільськогосподарських рослин.

Першочерговим завданням ресурсозберігаючих технологій механічного обробітку є регулювання рясності бур'янового компонента в агрофітоценозах і водного режиму ґрунту.

Оскільки заходи основного обробітку зі створення оптимальної будови ґрунту і контролювання бур'янів досить часто перешкоджають один одному, певний загаль вітчизняних науковців наголошують про високу ефективність регулювання складення ґрунту (щільності будови) механічним обробітком за величини актуальної забур'яненості полів сівозміни, що не перевищує статистичного (критичного) порогу шкодочинності бур'янів [7].

В Україні проведено значний обсяг досліджень щодо впливу різних систем основного обробітку на забур'яненість агрофітоценозів, проте результати їх досить суперечливі. Водночас перехід вітчизняного хлібороба на мілкий, поверхневий, мульчуючий чи нульовий обробітки стримується відсутністю науково обґрунтованих рекомендацій вчених щодо їх

проведення в різноротаційних сівозмінах за певних екологічних і ландшафтних умов [8].

За дорожнечі паливно-мастильних матеріалів і аридизації клімату невеликий загальний господарств України повністю перейшов на технології No-till Strip-till, зокрема ТОВ «Мрія» і ПП «Михайлівський лан» Білоцерківського району Київської області, ТОВ «Жива нива» Андрушівського району Житомирської області, фермерське господарство «Дона Олексія Пилиповича» Теплицького району Вінницької області, ПП «Агроєкологія» Шишацького району та СФГ «Дослідне» Семенівського району Полтавської області, СТОВ «Гусарівське» Ізюмського району Харківської області, ПП «Агрофірма-Додола» Бериславського району та ДП «Дослідне господарство» «Великі Клини» Скадовського району Херсонської області; фермерські господарства «Відродження», «Аннушка» і «Арумент» відповідно Вознесенського, Первомайського районів і м. Миколаїв Миколаївської області; ТОВ «ВВІ-Агро» Березанського та «Союз-Спецтехніка» і ФГ «Анастасія» Синельниківського районів Дніпропетровської [9, 10].

Відсоток виживання багаторічних видів бур'янів істотно вищий за плоскорізного обробітку, ніж оранки, а поверхневий обробіток (глибиною до 8 см) сприяє їх вегетативному розмноженню та поширенню. Останній забезпечує надійне зберігання насіння малорічних видів бур'янів у ґрунті та наступне його проростання. Основна частка насіння однорічних видів бур'янів уникає знищення за поверхневих обробітків ґрунту через наявність періоду біологічного спокою і розтягнутого періоду проростання навіть за сприятливих умов. За нульового обробітку ґрунту практично не зменшується наявність бур'янів в агрофітоценозах [6].

На чорноземах звичайних Північного Степу України під пшеницю озиму після непарових попередників рекомендується чизельний обробіток на 14–16 см, який забезпечує кращий фітосанітарний стан посівів, ніж дискування на 10–12 см [11].

Мілкий безполицевий обробіток чорнозему типового спричиняє істотне збільшення забур'яненості соняшнику і загалом короткоротаційних сівозмін. Найвищу протибур'янову ефективність у зернопросапній і плодозмінній п'ятипільних сівозмінах забезпечив полицево-безполицевий обробіток, що передбачає оранку один раз за ротаційний період (відповідно під бур'янки цукрові та соняшник) і чизелювання та дискування під

решту культур [12]. За мілкого безполицевого обробітку домінували односім'ядольні, а за полицево-безполицевого – двосім'ядольні бур'яни. За підвищення норм добрив забур'яненість агрофітоценозів соняшнику зменшується [13].

У плодозмінній п'ятипільній сівозміні Правобережного Лісостепу України ефективність контролювання бур'янів найвища за диференціального і тривалого мілкого, найнижча – за постійного плоскорізного обробітку чорнозему типового. Виробництву рекомендований тривалий мілкий обробіток в сівозміні, за якого глибоку (30–32 см) оранку проводять під бур'янки кормові, а під решту культур – обробіток досковим і полицевим лушчильником на глибину 10–12 см [14].

В орному шарі чорнозему типового малогумусного Лівобережного Лісостепу України кількість насіння бур'янів істотно нижча за безполицевого загортання зеленого добрива редьки олійної, порівняно з оранкою на тлі поверхневого (6–8 см) розпушення під картоплю і бур'янки цукрові. За найглибшого (28–30 см) безполицевого загортання сидерату найменша потенційна забур'яненість верхньої частини (0/10 см) орного шару – 57 млн шт./га насіння [15].

На чорноземах типових глибоких малогумусних в польових сівозмінах Лівобережного Лісостепу України безполицевий і диференційований обробітки підвищують рясність бур'янового компонента в агрофітоценозах, порівняно з оранкою, на 21–30 %. Найбільша вона в агрофітоценозах зернових культур за восьмирічного застосування нульового обробітку [16]. У своїй монографії дослідник вказує, що зростання забур'яненості агрофітоценозів за заміни оранки безполицевим обробітком становить загрозу зниження продуктивності полів переважно просапних рослин. Він констатує на відсутність доцільності в щорічному проведенні оранки та рекомендує глибокий (не менше 25–27 см) обробіток плугом проводити один раз в 3–4 роки під просапні культури, насамперед бур'янки цукрові. Безполицеві глибокі та середні обробітки краще проводити чизельними знаряддями і частка їх має становити 30–50 % всіх заходів основного обробітку в сівозміні. Для забезпечення належної протибур'янової ефективності чизельного обробітку в агрофітоценозах просапних культур доцільно застосовувати ґрунтові гербіциди або поліпшений зяблевий обробіток, що включає дворазове лушення та культивування за 15–20 діб до основного обробітку [17].

На чорноземах південних важкосуглинкових дослідного поля Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції найкращі результати регулювання бур'янового компонента в агрофітоценозах пшениці озимої впродовж семи років (2011–2017) забезпечила оранка на 22–24 см, найгірші – мілкий (на 8–10 см) безполицевий обробіток. Дослідниця рекомендує виробництву диференційовану систему основного обробітку ґрунту [18].

У трирічному (2016–2018) польовому досліді Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника найнижча рясність бур'янового компонента в агрофітоценозі пшениці ярої зафіксована за мілкого (на 8–10 см) обробітку дисковими боронами, ніж за оранки дерново-підзолистого ґрунту на глибину 14–16 і 20–22 см [19].

У тридцятип'ятирічних стаціонарних польових дослідях Кіровоградського інституту агропромислового виробництва протибур'янова ефективність різноглибинної оранки в 1,5–2,0 рази, плантажної і двоярусної – на 21–43 % вища, ніж за плоскорізного, дискового і фрезерного обробітків чорнозему звичайного важкосуглинкового. У перший рік застосування нульового обробітку забур'яненість на рівні оранки, на третій – як і за мілкого обробітку [20].

В Лівобережному Степу України потенційна забур'яненість чорнозему південного карбонатного середньосуглинкового на 30–87 % нижча за постійної оранки на 22–24 см, ніж систематичного дискування на 10–12 см. У семипільній зернопаропросапній сівозміні цей показник найнижчий за поєднання оранки під просапні рослини (кукурудзу і соняшник) і дискового обробітку під зернові й зернобобові [21].

У південній частині Правобережного Лісостепу України заміна полицевого обробітку чорнозему опідзоленого безполицевим та зменшення їх глибини з 25–27 до 20–22 і 15–17 см спричиняє істотне зростання актуальної і потенційної забур'яненості [22].

Частка насіння бур'янів в шарах чорнозему типового малогумусного 0–10, 10–20 і 20–30 см орного (0–30 см) шару становила відповідно 25, 35 і 40 % за глибокої на 25–27 см оранки. За безполицевих обробітків цей показник у шарі 0–10 см коливався від 46 до 50 %, а в шарі 20–30 см – від 22 до 25 %. Потенційна забур'яненість верхнього шару ґрунту в 1,2–1,4 рази вища за безполицевого, обробітку під агрофітоценози соняшнику [23].

**Мета дослідження** – порівняти чотири системи основного обробітку і чотири системи удобрення за їх протибур'яною ефективністю та продуктивністю сівозміни. Встановити оптимальне поєднання систем обробітку та удобрення, що забезпечує отримання з гектара ріллі короткоротаційної сівозміни 4,6 т сухої речовини, 6,3 т кормових одиниць і 0,54 т пектинових протеїну основної продукції.

**Матеріал і методи дослідження.** Дослідження проводили впродовж 2020–2023 рр. на чорноземі типовому глибокому малогумусному дослідного поля Білоцерківського НАУ. У стаціонарній польовій зернопросапній сівозміні вивчали чотири системи механічного обробітку (табл. 1) і чотири системи удобрення (табл. 2). За нульової системи добрив не вносили, за першої, другої і третьої відповідно 6 т гною +  $N_{54}P_{48}K_{48}$ ; 6 т гною +  $N_{92}P_{66}K_{90}$  і 6 т гною +  $N_{120}P_{92}K_{110}$  на гектар орної землі сівозміни.

У досліді елементарних ділянок 240, повторність триразова. На площі повторення розміщені суцільно і систематично, ділянки першого порядку (системи обробітку) – в один ярус послідовно і систематично, ділянки другого порядку (системи удобрення) – послідовно в чотири яруси.

Посівна та облікова площі ділянок першого порядку становили відповідно 684(9×76) і 448(7×64) м<sup>2</sup>, другого – 171(9×19) і 112(7×16) м<sup>2</sup>. Без оточуючих захисних смуг площа одного поля сівозміни – 7835,6 м<sup>2</sup> (76×103,1).

Сівозміна загальною площею 3,7 га повністю розгорнута на території дослідного поля і в часі.

Визначали потенційну забур'яненість методом відмивання ґрунтових зразків, відібраних буром Каленйєва, на ситах з отворами діаметром 0,25 мм [24], актуальну забур'яненість – кількісно-ваговим методом [25] перед збиранням урожаю.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Перед збиранням сої в орному (0–30 см) шарі ґрунту за нульової, першої, другої і третьої систем удобрення кількість насіння бур'янів вища відповідно на 11,9; 13,7; 15,4 і 16,7 % по безполицево-дисковому обробітку, 3,1; 4,1; 5,3 і 5,6 – диференційованому, 24,0; 26,4; 28,8 і 30,1 % – по дисковому обробітку, ніж на контролі. За підвищення норм добрив цей показник зменшується на всіх варіантах обробітку, а різниця між ними зростає. Середнє значення потенційної забур'яненості на неудобрених ділянках становило 101,3 млн шт./га, удобрених найвищою нормою – 98,0 млн шт./га, тобто на 3,3 % нижче (табл. 3).

Таблиця 1 – Системи основного обробітку ґрунту у сівозміні

№ поля	Культура сівозміни	Варіанти (системи) основного обробітку ґрунту			
		I Полицево- дисковий (контроль)	II Безполицево (чизельно)- дисковий	III Диференційо- ваний (полицево- безполицево- дисковий)	IV Дисковий
		Глибина (см) і засоби проведення основного обробітку ґрунту			
1	Соя	10–12 (д.б.)	20–22 (г.)	10–12 (д.б.)	10–12 (д.б.)
2	Пшениця озима	6–8 (д.б.)	6–8 (д.б.)	6–8 (д.б.)	6–8 (д.б.)
	Гірчиця біла на сидератах	10–12 (д.б.)	10–12 (д.б.)	10–12 (д.б.)	10–12 (д.б.)
3	Кукурудза	25–27 (п.)	25–27 (г.)	25–27 (п.)	10–12 (д.б.)
4	Ячмінь ярий	10–12 (д.б.)	10–12 (г.)	10–12 (г.)	10–12 (д.б.)
	Гірчиця біла на сидератах	10–12 (д.б.)	10–12 (д.б.)	10–12 (д.б.)	10–12 (д.б.)
5	Соняшник	25–27 (п.)	25–27 (г.)	25–27 (г.)	10–12 (д.б.)

**Примітка:** п – плуг ПЛН-5-35; д.б. – дискова борона БДВ-3,0; г – глибокорозпушувач (чизель) ГР-3,4.

Кількість бур'янистих рослин на квадратний метр поля зернобобової культури за чизельно-дискового, полицево-безполицево-дискового і дискового обробітків, порівняно з контролем, більша відповідно на 11,8; 5,9 і 19,1 % за відсутності внесених добрив, 14,0; 7,0 і 21,1 – за норми 6 т/га гною +  $N_{54}P_{48}K_{48}$ , 16,3; 8,1 і 24,5 – 6 т/га гною +  $N_{92}P_{66}K_{90}$ , 17,4; 8,7 і 26,1 % за внесення 6 т/га гною +  $N_{120}P_{92}K_{110}$ . Із підвищенням рівня удобрення різниця між варіантами обробітку збільшується, а кількість бур'янистих рослин зменшується.

Аналогічна закономірність по досліджуваних системах обробітку спостерігається щодо маси бур'янистих рослин, яка за другого, третього і четвертого варіантів, порівняно з першим, зростала відповідно на 24,8; 2,9 і 38,5 % на неудобрених ділянках, 22,4; 5,4 і 34,6 – удобрених першою нормою добрив, 27,7; 4,3 і 39,8 – другою, 28,8; 4,8 і 42,9 % – удобрених третьою нормою добрив.

Сира маса однієї бур'янистої рослини найвища за дискового (2,30 г), найнижча – за диференційованого обробітку (1,97 г). За всіх варіантів обробітку зі збільшенням норм добрив цей показник зменшувався. На неудобрених ділянках, удобрених першою, другою і третьою нормами добрив він становив відповідно 2,29; 2,15; 2,06 і 2,04 г.

Підвищення всіх показників забур'яненості сої за диференційованого обробітку, порівняно з контролем, виявилось неістотним.

Перед збиранням пшениці озимої потенційна забур'яненість за безполицево-дискового, диференційованого і дискового обробітків перевищила контроль відповідно на 12,4; 5,5 і 17,4 % на неудобрених ділянках, 11,8; 6,4 і 19,1 – удобрених 6 т/га гною +  $N_{54}P_{48}K_{48}$ , 10,9; 7,0 і 20,9 – 6 т/га гною +  $N_{92}P_{66}K_{90}$ , 10,4; 7,6 і 22,0 % – удобрених 6 т/га гною +  $N_{120}P_{92}K_{110}$ .

Підвищення норм внесення добрив супроводжується незначним зменшенням цього показника: за першої, другої і третьої систем удобрення відповідно на 1,7; 2,9 і 3,3 %, порівняно з неудобреними ділянками, де середнє його значення становило 94,2 млн шт./га. За третього і особливо четвертого варіантів обробітку він практично не змінюється.

Кількість бур'янистих рослин за другого, третього і четвертого варіантів обробітку, порівняно з контролем, вища відповідно на 13,6; 6,8 і 18,2 % на неудобрених ділянках, 16,7; 8,3 і 22,2 % – удобрених першою нормою добрив, 18,8; 9,4 і 25,0 – другою, 20,0; 10,0 і 26,6 % – третьою нормою добрив. Отже, за зростання норм добрив різниця в кількості бур'янів між контрольним і експериментальними варіантами обробітку підвищується, а їх чисельність знижується на 16,7; 25,0 і 29,2 % відповідно за першої, другої і третьої систем удобрення, порівняно з нульовою.

Таблиця 2 – Зміна забур'яненості ґрунту та культур сівозміни за досліджуваних систем обробітку і удобрення

Номер поля	Культура сівозміни	Системи (рівні) удобрення	Потенційна забур'яненість орного (0–30 см) шару ґрунту насіння бур'янів, млн шт./га						Актуальна забур'яненість культур сівозміни					
			шт./м <sup>2</sup>						шт./м <sup>2</sup>					
			Досліджувані варіанти обробітку ґрунту											
			I	II	III	VI	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	Соя	0	92,3	103,3	95,2	114,5	68	76	72	81	146,2	182,4	150,5	202,5
		1	90,4	102,8	94,1	114,3	57	65	61	69	117,4	143,7	123,8	158,0
		2	88,1	101,7	92,8	113,5	49	57	53	61	96,0	122,6	100,2	134,2
		3	86,7	101,2	91,6	112,8	46	54	50	58	89,7	115,6	94,0	128,2
НІР <sub>0,05</sub>			6,8			5,0			11,8					
2	Пшениця озима	0	86,5	97,2	91,3	101,6	44	50	47	52	89,3	116,0	93,1	124,8
		1	84,7	94,7	90,1	100,9	36	42	39	44	76,7	94,1	81,5	102,1
		2	83,4	92,5	89,2	100,8	32	38	35	40	70,7	83,2	76,3	90,8
		3	82,8	91,4	89,1	101,0	30	36	33	38	68,7	78,1	73,9	84,4
НІР <sub>0,05</sub>			6,6			4,0			8,6					
3	Кукурудза	0	112,4	122,2	105,5	129,4	114	126	101	131	320,3	370,4	285,8	391,7
		1	120,1	133,4	110,7	141,0	142	164	121	170	431,7	519,9	364,2	545,7
		2	123,8	139,9	113,2	146,5	139	163	118	168	453,1	542,8	381,1	571,2
		3	125,7	142,9	113,8	149,6	140	162	119	169	478,8	573,5	404,6	605,0
НІР <sub>0,05</sub>			7,6			10,0			17,6					
4	Ячмінь ярий	0	94,1	107,8	88,5	113,1	63	71	60	73	139,2	178,9	130,2	175,9
		1	100,8	113,8	96,1	119,0	59	67	55	70	136,6	174,2	123,8	177,8
		2	105,3	117,6	101,0	123,6	54	62	50	65	128,5	166,2	117,0	171,0
		3	108,6	119,9	104,3	125,9	52	59	48	63	126,4	159,3	115,2	168,8
НІР <sub>0,05</sub>			8,8			6,0			10,0					
5	Соняшник	0	101,2	113,7	104,3	118,5	94	110	98	117	278,2	352,0	282,2	380,3
		1	97,7	109,1	100,3	112,5	114	131	117	139	359,1	429,7	358,0	458,7
		2	95,4	105,6	98,1	109,1	111	125	114	133	365,2	430,0	362,5	462,8
		3	94,2	103,8	97,3	108,1	110	123	113	131	374,0	431,7	372,9	465,1

За підвищення норм добрив різниця в показниках сирової маси бур'янів між контрольним варіантом обробітку та другим і четвертим зменшувалася, проте залишалася істотною. Зростання всіх показників забур'яненості за диференційованого обробітку за всіх систем удобрення неістотне. Сира маса бур'янів в агрофітоценозі пшениці озимої за нульової, першої, другої і третьої систем удобрення відповідно вища на 29,9; 22,7; 17,7 і 13,7 % по безполицево-дисковому обробітку, 4,3; 6,3; 7,9 і 7,6 – полицево-безполицево-дисковому, 39,7; 33,1; 28,4 і 22,8 % – по дисковому обробітку, ніж на контролі (по полицево-дисковому обробітку).

За нульової, першої, другої і третьої систем удобрення сира маса однієї бур'янистої рослини становила відповідно 2,03; 2,13; 2,21 і 2,29 г на першому варіанті обробітку, 2,32; 2,24; 2,19 і 2,17 – другому, 1,98; 2,09; 2,18 і 2,24 – третьому, 2,40; 2,32; 2,27 і 2,22 г – на четвертому варіанті обробітку. Отже, цей показник найвищий за дискового, а найнижчий за диференційованого обробітків. Із підвищенням кількості внесених добрив цей показник зростає за полицево-дискового і диференційованого обробітків, а на решті варіантів простежується зворотна закономірність.

В агрофітоценозі кукурудзи за зростання рівня внесених добрив підвищується потенційна забур'яненість. Найвища вона за дискового, найнижча – за диференційованого обробітку. На другому і четвертому варіантах обробітку, порівняно з контролем, цей показник більший відповідно на 8,7 і 15,1 % за відсутності внесених добрив, 11,1 і 17,4 – за першої системи удобрення, 13,0 і 18,3 – другої, 13,7 і 19,0 % – за третьої системи удобрення. Зменшення потенційної забур'яненості по диференційовану обробітку за досліджуваних систем удобрення становило відповідно 6,1; 7,8; 8,6 і 9,5 % та було істотним лише на удобрених ділянках досліді.

Кількість рослин бур'янів на удобрених варіантах практично не залежала від норми добрив, на неудобрених ділянках їх істотно менше. На неудобрених і удобрених ділянках цей показник вищий за чизельно-дискового обробітку відповідно на 10,5 і 16,1 %, дискового – 14,9 і 20,4 % та нижчий за диференційованого – на 11,3 і 15,0 %.

Сира маса бур'янів за першої, другої і третьої систем удобрення, порівняно з неудобреними ділянками, зростала відповідно на 34,8; 41,5 і 49,5 % по полицево-дисковому обробітку, 40,4; 46,5 і 54,8 – безполицево-дисковому, 27,4; 33,3 і 41,6 – полицево-безполицево-

дисковому, 39,3; 45,8 і 54,4 % – по дисковому обробітку.

Цей показник за чизельно-дискового і дискового обробітків, порівняно з контролем, вищий відповідно на 15,6 і 22,3 % за нульової системи удобрення, 20,4 і 26,4 – за першої, 19,8 і 26,1 – другої, 19,8 і 26,3 % – за третьої системи удобрення. За диференційованого обробітку він нижчий на 10,8 % за нульової та на 15,6 % – за решти систем удобрення.

Із підвищенням норм добрив сира маса однієї бур'янистої рослини зменшується: за нульової, першої, другої і третьої систем удобрення вона становила відповідно 2,89; 3,11; 3,31 і 3,49 г. За диференційованого обробітку вона на рівні контролю (3,12–3,13 г), а за безполицево-дискового і дискового – на 4–5 % вища.

В агрофітоценозі ячменю ярого потенційна забур'яненість неістотно нижча по диференційованому та істотно вища по безполицево-дисковому і дисковому обробітках, ніж на контролі. За підвищення норм добрив вона зростала: на удобрених першою, другою і третьою нормами добрив ділянках відповідно на 6,5; 10,9 і 14,7 %, порівняно з неудобреними. За другого і четвертого варіантів обробітку цей показник перевищував контроль відповідно на 6,5; 10,9 і 14,7 %, порівняно з неудобреними. За другого і четвертого варіантів обробітку цей показник перевищував контроль відповідно на 14,6 і 20,2 % на неудобрених варіантах, 12,9 і 18,1 – удобрених 6 т/га гною +  $N_{54}P_{48}K_{48}$ , 11,7 і 17,4 – 6 т/га гною +  $N_{92}P_{66}K_{90}$ , 10,4 і 15,9 % – удобрених 6 т/га гною +  $N_{120}P_{92}K_{110}$ . Диференційований обробіток зменшував цей показник на неудобрених ділянках на 6,0 %, удобрених найвищою нормою добрив – на 4,0 %.

Кількість бур'янів за диференційованого обробітку на 5–8 % нижча, а за безполицево-дискового і дискового обробітків відповідно на 13–15 і 16–21 % вища (залежно від системи удобрення), ніж на контролі. Підвищення норм внесення добрив супроводжується зниженням цього показника: за першої, другої і третьої систем удобрення він зменшувався відповідно на 6,0; 13,5 і 16,8 %, порівняно з неудобреними ділянками.

За чизельно-дискового і дискового обробітків, порівняно з контрольним, сира маса бур'янів вища на 26–33 %, а за диференційованого – на 7–9 % нижча.

Маса однієї бур'янистої рослини найнижча за диференційованого (2,29 г), найвища – за чизельно-дискового (2,63 г) обробітків, а з підвищенням норм добрив зростає на всіх



варіантах. За нульової, першої, другої і третьої систем удобрення вона становила відповідно 2,21; 2,31; 2,38 і 2,43 г по полицево-дисковому обробітку, 2,52; 2,60; 2,68 і 2,70 – безполицево-дисковому, 2,17; 2,25; 2,34 і 2,40 – диференційованому, 2,41; 2,54; 2,63 і 2,68 г – по дисковому обробітку. Отже, приріст цього показника за найвищої норми добрив, порівняно з неудобреними ділянками, за вказаних вище варіантів обробітку становив відповідно 9,9; 7,1; 10,6 і 11,2 %.

Потенційна забур'яненість ґрунту під соняшником вища неістотно за диференційованого та істотно – за чизельно-дискового і дискового обробітків, ніж на контролі. За збільшення добрив вона знижується. За нульової, першої, другої і третьої систем удобрення цей показник вищий відповідно на 12,4; 11,7; 10,7 і 10,2 % за другого варіанта обробітку, 3,1; 2,7; 2,8 і 3,3 – третього, 17,1; 15,1; 14,4 і 14,8 % – за четвертого варіанту обробітку, ніж на контролі. На удобрених найбільшою нормою добрив ділянках, порівняно з неудобреними, приріст цього показника становив на першому, другому, третьому і четвертому варіантах обробітку відповідно 6,9; 8,7; 6,7 і 8,8 %.

Кількість бур'янистих рослин вища неістотно (на 3–4 %) за диференційованого та істотно – за безполицево-дискового і дискового обробітків. Встановлено, що різниця рясності бур'янового компоненту в агрофітоценозі олійної рослини між двома останніми варіантами і контролем зростає з підвищенням норм внесених добрив. Зокрема, різниця в кількості і сирій масі бур'янистих рослин між другим варіантом обробітку та першим становила відповідно 17,0 і 26,5 % за нульової системи удобрення, 14,9 і 19,7 – першої, 12,6 і 17,7 – другої, 11,8 і 15,4 % – за третьої системи удобрення. Різниця в цих показниках рясності бур'янів між четвертим і першим варіантами обробітку ще вища: 24,5 і 36,7 % на неудобрених ділянках, 21,9 і 27,7 – удобрених 6 т/га гною +  $N_{54}P_{48}K_{48}$ , 19,8 і 26,7 – 6 т/га гною +  $N_{92}P_{66}K_{90}$ , 19,1 і 24,4 % – удобрених 6 т/га гною +  $N_{120}P_{92}K_{110}$  на користь систематичного дискування. Маса бур'янистих рослин практично на одному рівні за полицево-дискового і диференційованого обробітків.

Маса однієї бур'янистої рослини найвища за дискового, найнижча – за диференційованого обробітку. Із підвищенням норм добрив вона зростає за нульової, першої, другої і третьої систем удобрення, становить відповідно 2,96; 3,15; 3,29 і 3,40 г по полицево-дисковому обробітку, 3,20; 3,28; 3,44 і 3,51 – чизельно-

но-дисковому, 2,88; 3,06; 3,18 і 3,30 – полицево-чизельно-дисковому, 3,25; 3,30; 3,48 і 3,55 г – по дисковому обробітку.

Загалом по сівозміні кількість насіння бур'янів в орному шарі чорнозему типового та бур'янистих рослин в агрофітоценозах практично однакова за полицево-дискового і диференційованого обробітків. Сира маса бур'янистих рослин нижча неістотно на неудобрених та істотно – на удобрених ділянках диференційованого обробітку.

За безполицево-дискового і дискового обробітків істотно зростає потенційна й актуальна забур'яненість сівозміні. Сира маса однієї бур'янистої рослини найвища за дискового, найнижча – за диференційованого обробітку.

Закономірних змін потенційної та актуальної забур'яненості залежно від систем удобрення не встановлено. Спостерігалось підвищення сирієї маси однієї бур'янистої рослини за збільшення норм внесених добрив.

Кількість насіння бур'янів в орному шарі за нульової, першої, другої і третьої систем удобрення становила відповідно 97,3; 98,7; 99,2 і 99,6 млн шт./га по полицево-дисковому обробітку, 108,8; 110,8; 111,5 і 111,8 – безполицево-дисковому, 97,0; 98,3; 98,9 і 99,2 – диференційованому, 115,4; 117,5; 118,7 і 119,5 млн шт./га – по дисковому обробітку за НІР<sub>0,05</sub> 9,8 млн шт./га.

Кількість бур'янистих рослин за вказаних вище систем удобрення становила відповідно 77, 82, 77 і 76 шт./м<sup>2</sup> на першому варіанті обробітку; 87, 94, 89, 87 – другому; 76, 79, 74 і 73 – третьому; 91, 98, 93 і 92 шт./м<sup>2</sup> – на четвертому варіанті обробітку за НІР<sub>0,05</sub> – 7 шт./м<sup>2</sup>.

Сира маса бур'янистих рослин за вказаних вище систем удобрення становила відповідно 194,6; 224,2; 222,7 227,5 г/м<sup>2</sup> по полицево-дисковому обробітку, 239,9; 272,3; 269,0 і 271,6 – чизельно-дисковому, 188,4; 210,3; 207,4 і 212,1 – диференційованому, 255,0; 288,5; 286,0 і 290,3 г/м<sup>2</sup> – по дисковому обробітку за НІР<sub>0,05</sub> 12,4 г/м<sup>2</sup>.

Актуальна забур'яненість, кількість і маса бур'янів вищі відповідно на 12, 14 і 21 % по безполицево-дисковому та 19, 20 і 29 % – по дисковому обробітку, ніж на контролі.

Сира маса однієї бур'янистої рослини загалом по сівозміні за першого, другого, третього і четвертого варіантів обробітку становила відповідно 2,43; 2,68; 2,39 і 2,71 г на неудобрених ділянках; 2,54; 2,70; 2,49 і 2,73 г – удобрених 6 т/га гною +  $N_{54}P_{48}K_{48}$ , 2,62;

2,76; 2,56 і 2,80 – 6 т/га гною +  $N_{92}P_{66}K_{90}$ , 2,70; 2,81; 2,64 і 2,85 г – удобрених 6 т/га гною +  $N_{120}P_{92}K_{110}$ .

Із урахуванням основної і побічної продукції культурного компонента агрофітоценозів продуктивність сівозміни за нульової, першої, другої і третьої систем удобрення становила відповідно 4,66; 7,91; 10,01 і 11,02 т/га сухої речовини за полицево-дискового обробітку, 4,04; 7,20; 9,29 і 10,15 – безполицево-дискового, 5,06; 8,43; 10,63 і 11,63 – диференційованого, 3,94; 7,15; 9,22 і 10,12 т/га – за дискового обробітку і  $НІР_{0,05}$  0,45 т/га.

За виходом товарної продукції другий і четвертий варіанти обробітку істотно поступалися контролю, а другий неістотно перевищував його. За нульової, першої, другої і третьої систем удобрення цей показник набув відповідно наступних значень: 2,16; 3,56; 4,43 і 4,82 т/га – по полицево-дисковому обробітку, 1,85; 3,20; 4,06 і 4,39 – безполицево-дисковому, 2,34; 3,78; 4,69 і 5,07 – диференційованому, 1,80; 3,16; 4,00 і 4,35 т/га – за дискового обробітку і  $НІР_{0,05}$  0,31 т/га.

**Висновки.** Загалом по сівозміні показники забур'яненості істотно не відрізнялися за полицево-дискового (контрольного) і диференційованого (полицево-безполицево-дискового) обробітків. За безполицево-дискового і дискового обробітків вони істотно підвищуються.

Закономірних змін актуальної і потенційної забур'яненості залежно від систем удобрення не встановлено.

Сира маса однієї бур'янистої рослини найнижча за диференційованого, найвища – за постійного дискового обробітку. Із підвищенням норми внесених добрив вона зростає.

За безполицево-дискового і дискового обробітків продуктивність сівозміни істотно зменшується. За виходом сухої речовини товарної продукції агрофітоценозів сівозміни диференційована система обробітку ґрунту перевищує контрольний варіант, проте неістотно (різниця не перевищувала 0,25 т/га за  $НІР_{0,05}$  0,30 т/га. За виходом сухої речовини товарної і нетоварної продукції диференційований обробіток переважав полицево-дисковий (контроль) лише на удобрених ділянках.

За збільшення норми удобрення сира маса бур'янів в агрофітоценозах сої і пшениці озимої знижується, а кукурудзи і соняшнику – підвищується.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Наукові основи сучасних систем вітчизняного землеробства / І.Д. Примака та ін. Вінниця: «ТВОРИ», 2022. С. 50–52.
2. Наукові основи управління бур'яновим компонентом агрофітоценозів України / І.Д. Примака та ін. Вінниця: «ТВОРИ», 2021. С. 4–12.
3. Охорона та відтворення ресурсного потенціалу ґрунтів в умовах змін клімату / С.А. Балюк та ін. Вісник аграрної науки. 2017. № 12. С. 10–13.
4. Воропай Г.В. Сільськогосподарське використання осушуваних земель гумідної зони України в умовах реформування аграрного сектору та змін клімату. Вісник аграрної науки. 2020. № 11. 63 с.
5. Продуктивність сільськогосподарських культур у різноротаційних сівозмінах на типових чорноземах / П.І. Бойко та ін. Вісник аграрної науки. 2016. № 12. С. 11–14.
6. Іващенко О.О., Іващенко О.О. Загальна гербологія: монографія. Київ: Фенікс, 2019. С. 32–38, 222–225, 700 с.
7. Механічний обробіток ґрунту: історія, теорія, практика / І.Д. Примака та ін. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2019. С. 342–352, 356–365.
8. Еволюція теоретичних і практичних основ переходу від полицевого до безполицевого і поверхневого та нульового обробітків ґрунту в Україні з середини першої половини 20 ст. до сьогодні / І.Д. Примака та ін. Агробіологія. 2018. № 2. С. 6–17.
9. Ґрунтозахисне та ресурсощадне землеробство в Україні: навчальний посібник / С.А. Мумінджанов та ін. Київ: НУБІП України, 2023. 120 с.
10. Системи зберігаючого землеробства: No-till і Strip-till / М.П. Косолап та ін. Київ: НУБІП України, 2023. С. 25–30, 365–373.
11. Матюха В.Л. Науково обґрунтована концепція контролювання ентомофітопатогенного комплексу у посівах пшениці озимої Північного Степу України: автореф. дис... д-ра с.-г. наук: 06.01.01. Дніпро, 2024. 44 с.
12. Войтовик М.В. Наукове обґрунтування продуктивності короткоротаційних сівозмін і відтворення родючості чорнозему типового Правобережного Лісостепу України: автореф. дис... д-ра с.-г. наук: 06.01.01. Дніпро, 2024. 43 с.
13. Войтовик М.В. Забур'яненість агроценозів соняшнику в короткоротаційних сівозмінах. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2023. Вип. 73 (1). С. 42–56.
14. Павліченко А.А. Продуктивність плодозмінної сівозміни залежно від систем основного обробітку ґрунту та удобрення у Правобережному Лісостепу України: автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.01.01. Умань, 2019. 23 с.
15. Міщенко Ю.Г. Обґрунтування ефективності елементів органічного землеробства Лівобережного Лісостепу: автореф. дис... д-ра с.-г. наук: 06.01.01. Дніпро, 2021. 44 с.
16. Шевченко М.В. Наукові основи систем обробітку ґрунту в польових сівозмінах Лівобереж-

ного Лісостепу України: автореф. дис... д-ра с.-г. наук: 06.01.01. Дніпропетровськ, 2015. 41 с.

17. Шевченко М.В. Наукові основи систем обробітку ґрунту в умовах нестійкого та недостатнього зволоження: монографія. Харків: ХНАУ, Майдан, 2019. С. 73–80, 164–166.

18. Кривенко А.І. Агробіологічні основи технологій вирощування озимих зернових культур у Південному Степу України: монографія. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2018. С. 62–65, 110–123, 280 с.

19. Гриник С.І. Оптимізація способу обробітку ґрунту і системи удобрення в короткоротаційній сівозміні Передкарпаття України: автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.01.01. Київ, 2021. 22 с.

20. Черячукін М.І. Наукове обґрунтування та розроблення заходів основного обробітку ґрунту в зональних системах землеробства Правобережного Степу України: автореф. дис... д-ра с.-г. наук: 06.01.01. Київ, 2016. 51 с.

21. Курдюкова О.М. Ботаніко-біологічна характеристика бур'янових синузій агрофітоценозів Лівобережного Степу України та заходи їх контролю: автореф. дис... д-ра с.-г. наук: 06.01.13. Київ, 2015. 47 с.

22. Коваль Г.В. Рівень інтенсивності зяблевого обробітку ґрунту та фітосанітарний стан посівів короткоротаційної сівозміни Правобережного Лісостепу України: автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.01.01. Умань, 2019. 21 с.

23. Бабенко А.І. Шкода сегетальних видів та оптимізація контролю забур'яненості соняшника в Правобережному Лісостепу України: автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.01.13. Київ, 2020. 22 с.

24. Практикум з гербології: навчальний посібник / М.П. Косолап та ін. Київ: НУБІП України, 2021. С. 410–417.

25. Землеробство: навчальний посібник / С.П. Танчик та ін. Київ: ЦП «Компринт», 2022. С. 97–100.

## REFERENCES

1. Prymak, I.D., Martyniuk, I.V., Fedoruk, Yu.V. (2022). Naukovi osnovy suchasnykh system vitchyznianoho zemlerobstva [Scientific foundations of modern systems of domestic agriculture]. Vinnytsia, LLC «TVORY», pp. 50–52.

2. Prymak, I.D., Kosolap, M.P., Martyniuk, I.V. (2021). Naukovi osnovy upravlinnia burianovym komponentom ahrofitotsenoziv Ukrainy [Scientific bases of management of the weed component of agrophytocenoses of Ukraine]. Vinnytsia, LLC «TVO-RY», pp. 4–12.

3. Baliuk, S.A., Vorotyntseva, L.I., Zakharova, M.A., Drozd, O.M., Nosonenko, O.A. (2017). Okhorona ta vidtvorennia resursnoho potentsialu hruntiv v umovakh zmin klimatu [Protection and restoration of soil resource potential in conditions of climate change]. Visnyk ahrarnoi nauky [Bulletin of Agrarian Science], no. 12, pp. 10–13.

4. Voropai, H.V. (2020). Silskohospodarske vykorystannia osushuvanykh zemel humidnoi zony Ukrainy v umovakh reformuvannia ahrarnoho sektora

ru ta zmin klimatu [Agricultural use of drained lands of the humid zone of Ukraine in the conditions of agricultural sector reform and climate change]. Visnyk ahrarnoi nauky [Bulletin of Agricultural Science], no. 11, 63 p.

5. Boiko, P.I., Litvinov, D.V., Demydenko, O.V., Shapoval, I.S., Kovalenko, N.P. (2016). Produktivnist silskohospodarskykh kultur u riznorotatsiinykh sivozminakh na typovykh chornozemakh [Productivity of agricultural crops in different rotation crop rotations on typical black soils]. Visnyk ahrarnoi nauky [Bulletin of Agricultural Science], no. 12, pp. 11–14.

6. Ivashchenko, O.O., Ivashchenko, O.O. (2019). Zahalna herbolohiia: monohrafiia [General Herbology]. Kyiv, Feniks, pp. 32–38, 222–225, 700 p.

7. Prymak, I.D., Kosolap, M.P., Voitovyk, M.V. (2019). Mekhanichniy obrobitek hruntu: istoriia, teoriia, praktyka [Mechanical soil cultivation: history, theory, practice]. Vinnytsia, LLC «TVORY», pp. 342–352, 356–365.

8. Prymak, I.D., Panchenko, O.B., Voitovyk, M.V. (2018). Evoliutsiia teoretychnykh i praktychnykh osnov perekhodu vid polytsevoho do bezpolytsevoho i poverkhnevoho ta nulovoho obrobitekiv hruntu v Ukraini z seredyny pershoi polovyny 20 st. do sohodennia [Evolution of theoretical and practical foundations of the transition from shelfless and surface and zero tillage in Ukraine from the middle of the first half of the 20th century to the present]. Ahrobiolohiia [Agrobiology], no. 2, pp. 6–17.

9. Mumindzhanov, S.A., Kosolap, M.P., Bykov, M.I. (2023). Hruntozakhsyne ta resursooshchadne zemlerobstvo v Ukraini: navchalnyi posibnyk [Soil-protective and resource-saving agriculture in Ukraine]. Kyiv, NUBIP Ukrainy, 120 p.

10. Kosolap, M.P., Krotinov, O.P., Ivaniuk, M.F. (2023). Systemy zberihaiuchoho zemlerobstva: No-till i Strip-till [Conservation agriculture systems: No-till and Strip-till]. Kyiv, NUBIP Ukrainy, pp. 25–30, 365–373.

11. Matiukha, V.L. (2024). Naukovo obhruntovana kontseptsiia kontroliuvannia entomofitopatohennoho kompleksu u posivakh pshenytsi ozymoi Pivnichnoho Stepu Ukrainy: avtoref. dys... d-ra s.-h. nauk: 06.01.01 [Scientifically based concept of controlling entomophytopathogenic complex in winter wheat crops of the Northern Steppe of Ukraine: author's abstract of dissertation of Doctor of Agricultural Sciences: 06.01.01]. Dnipro, 44 p.

12. Voitovyk, M.V. (2024). Naukove obhruntovannia produktyvnosti korotkorotatsiinykh sivozmin i vidtvorennia rodiuchosti chornozemu typovoho Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy: avtoref. dys... d-ra s.-h. nauk: 06.01.01 [Scientific justification of the productivity of short-rotation crop rotations and the reproduction of chernozem fertility of the typical Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine: author's abstract of the dissertation doctor of agricultural sciences: 06.01.01]. Dnipro, 43 p.

13. Voitovyk, M.V. (2023). Zaburianenist ahrotsenoziv soniashnyku v korotkorotatsiinykh

sivozminakh [Pollution of sunflower agrocenoses in short-rotation crop rotations]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynystvo* [Poothill and mountain agriculture and animal husbandry]. Issue 73 (1), pp. 42–56.

14. Pavlichenko, A.A. (2019). Produktivnost plodozminnoi sivozminy zalezno vid system osnovnoho obrobittu hruntu ta udobrennia u Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy: avtoref. dys... kand. s.-h. nauk: 06.01.01 [Productivity of crop rotation depending on the main tillage and fertilization systems in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine: author's abstract of dissertation candidate of agricultural sciences: 06.01.01]. Uman, 23 p.

15. Mishchenko, Yu.H. (2021). Obhruntuvannia efektyvnosti elementiv orhanichnoho zemlerobstva Livoberezhnoho Lisostepu: avtoref. dys... d-ra s.-h. nauk: 06.01.01 [Justification of the effectiveness of elements of organic farming in the Left Bank Forest-Steppe: author's abstract of the dissertation of the doctor of agricultural sciences: 06.01.01]. Dnipro, 44 p.

16. Shevchenko, M.V. (2015). Naukovi osnovy system obrobittu hruntu v polovykh sivozminakh Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy: avtoref. dys... d-ra s.-h. nauk: 06.01.01 [Scientific foundations of soil cultivation systems in field crop rotations of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine: author's abstract of the dissertation of Dr. of Agricultural Sciences: 06.01.01]. Dnipropetrovsk, 41 p.

17. Shevchenko, M.V. (2019). Naukovi osnovy system obrobittu hruntu v umovakh nestiikoho ta nedostatnoho zvolozhennia: monographia [Scientific foundations of soil cultivation systems in conditions of unstable and insufficient moisture]. Kharkiv, KhNAU, Maidan, pp. 73–80, 164–166.

18. Kryvenko, A.I. (2018). Ahrobiolohichni osnovy tekhnolohii vyroshchuvannia ozymykh zernovykh kultur u Pivdennomu Stepu Ukrainy: monografii [Agrobiological foundations of technologies for growing winter grain crops in the Southern Steppe of Ukraine]. Vinnytsia, LLC «Nilan-LTD», pp. 62–65, 110–123, 280 p.

19. Hrynyk, S.I. (2021). Optymizatsiia sposobu obrobittu hruntu i systemy udobrennia v korotkorotatsiini sivozmini Peredkarpattia Ukrainy: avtoref. dys... kand. s.-h. nauk: 06.01.01 [Optimization of the soil cultivation method and fertilizer system in short-rotation crop rotation of the Carpathian Basin of Ukraine: author's abstract Dissertation Candidate of Agricultural Sciences: 06.01.01]. Kyiv, 22 p.

20. Cheriachukin, M.I. (2016). Naukove obhruntuvannia ta rozroblennia zakhodiv osnovnoho obrobittu hruntu v zonalnykh systemakh zemlerobstva Pravoberezhnoho Stepu Ukrainy: avtoref. dys... d-ra s.-h. nauk: 06.01.01 [Scientific justification and development of measures for basic soil cultivation in zonal farming systems of the Right-Bank Steppe of Ukraine: author's abstract of the dissertation doctor of agricultural sciences: 06.01.01]. Kyiv, 51 p.

21. Kurdiukova, O.M. (2015). Botaniko-biologichna kharakterystyka burianovykh synuzii afro-

totsenoziv Livoberezhnoho Stepu Ukrainy ta zakhody yikh kontroliu: avtoref. dys... d-ra s.-h. nauk: 06.01.13 [Botanical and biological characteristics of weed synusia of agrophytocenoses of the Left-bank Steppe of Ukraine and measures for their control: author's abstract of the dissertation of the Doctor of Agricultural Sciences: 06.01.13]. Kyiv, 47 p.

22. Koval, H.V. (2019). Riven intensyvnosti ziablevoho obrobittu hruntu ta fitosanitarnyi stan posiviv korotkorotatsiinoi sivozminy Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy: avtoref. dys... kand. s.-h. nauk: 06.01.01 [The level of intensity of winter tillage and the phytosanitary condition of short-rotation crop rotation crops in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine: author's abstract of dissertation for the degree of candidate of agricultural sciences: 06.01.01]. Uman, 21 p.

23. Babenko, A.I. (2020). Shkoda sehetalnykh vydiv ta optymizatsiia kontroliu zaburianenosti soniashnyka v Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy: avtoref. dys... kand. s.-h. nauk: 06.01.13 [Damage of segetal species and optimization of weed control of sunflower in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine: author's abstract Dissertation Candidate of Agricultural Sciences: 06.01.13]. Kyiv, 22 p.

24. Kosolap, M.P., Ivaniuk, M.F., Prymak, I.D., Anisymova, A.A., Babenko, A.I. (2021). Praktykum z herbolohii: navchalnyi posibnyk [Herbology Workshop]. Kyiv, NUBIP of Ukraine, pp. 410–417.

25. Tanchyk, S.P., Tsiuk, O.A., Tsentylo, L.V. (2022). Zemlerobstvo: navchalnyi posibnyk [Agriculture]. Kyiv, TsP «Kompynt», pp. 97–100.

### Comparative assessment of weed infestation of agrophytocenoses under different systems of main cultivation and fertilization of typical chernozem in crop rotation

**Primak I., Voitovyk M., Yezerkivska L., Karaulna V., Panchenko O., Obrazhiy S.**

Segetal vegetation in agricultural crops is a limiting factor in most cases, so the aim of the research was to compare four main tillage systems and four fertilization systems in terms of their anti-weed efficiency and crop rotation productivity, establish the optimal combination of cultivation and fertilization systems.

Four-year (2020-2023) studies on the typical deep, low-humus, medium-loam black soils of the Bila Tserkva National Agrarian University experimental field have established that in a stationary field, a five-field crop rotation with grain rows. indicators of weediness did not differ significantly for shelf-disk (control) and differentiated (shelf-without-shelf-disk) treatments. They increase significantly during shelfless disc and disc processing.

Regular changes in actual and potential weediness depending on fertilization systems have not been established.

The raw weight of one weed plant is the lowest than differentiated one, the highest is under continuous disk cultivation. It increases with the increase in the rate of applied fertilizers.

With an increase in the rate of applied fertilizers, it grows. With non-shelf-disk and disk tillage, crop rotation productivity decreases significantly. In terms of dry matter output of commercial products of agrophytocenosis, the crop rotation differentiated soil cultivation system exceeds the control variant, but not significantly (the difference did not exceed 0.25 t/ha with R&D 0.05 0.30 t/ha. The output of dry matter of commercial and non-commercial products is

monitored by differentiated shelf-disk (control) only in fertilized areas.

With an increase in the fertilizer rate, the wet mass of weeds in soybean and winter wheat agrophytocenosis decreases, while that of corn and sunflower increases.

**Keywords:** soil, crop rotation, fertilizers, cultivation, agrophytocenosis, weed infestation, productivity.



Copyright: Примак І.Д. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Примак І.Д.

Єзерковська Л.В.

Караульна В.М.

Образій С.В.

<https://orcid.org/0000-0002-0094-3469>


<https://orcid.org/0000-0002-6644-120X>

<https://orcid.org/0000-0002-9141-9880>

<https://orcid.org/0000-0002-3532-6655>

## АГРОНОМІЯ

УДК 633.853.483: 631.8

**Вплив мінерального удобрення та позакореневого підживлення на урожайність і якісні показники насіння гірчиці**Вишневський В.С.<sup>1</sup>, Вишнівський П.С.<sup>2</sup> <sup>1</sup> ННЦ «Інститут землеробства НААН»<sup>2</sup> Національний університет біоресурсів і природокористування України Вишнівський П.С. E-mail: p.s.vishnevskiy@ukr.net

Вишневський В.С., Вишнівський П.С. Вплив мінерального удобрення та позакореневого підживлення на урожайність і якісні показники насіння гірчиці. «Агробіологія», 2024. № 2. С. 166–173.

Vyshnevsky V., Vyshnivsky P. The influence of mineral fertilizer and foliar feeding on the yield and quality indicators of mustard seeds. «Agrobiology», 2024. no. 2, pp. 166–173.

Рукопис отримано: 07.11.2024 р.

Прийнято: 21.11.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-191-2-166-173

В статті представлено результати досліджень впливу рівня удобрення видів гірчиці (*Sinapis alba*, *Brassica juncea*, *Brassica nigra*) на формування її урожайності та якісних показників насіння в умовах Північного Лісостепу України.

Встановлено, що кожен вид гірчиці позитивно реагує на позакореневе підживлення препаратом Флороне. Однак рівень ефективності цього заходу залежав як від насичення досліджуваних варіантів елементами мінерального живлення так і реакції сорту на нього. Найвищі показники урожайності гірчиці забезпечують варіанти з максимальним рівнем насичення азотними добривами на фоні внесення фосфорно-калійних добрив у дозі  $P_{60}K_{90}$ . Однак максимальна реакція досліджуваних сортів видів гірчиці на позакореневе підживлення залежить від удобрення і є найвищою у гірчиці білої за внесення  $N_{30}P_{60}K_{90}$  (23,9 %), гірчиці сизої –  $N_{45}P_{60}K_{90}$  (19,4 %) та гірчиці чорної –  $N_{30}P_{60}K_{90}$  (18,3 %). На основі отриманих експериментальних даних встановлено, що у сортах гірчиці вміст сирого білка у насінні істотно не змінювався від впливу елементів технології вирощування. На варіантах із внесенням препарату Флороне для сорту Еталон вміст білка становив  $26,4 \pm 0,10$  %, сорту Мрія –  $23,0 \pm 0,01$  % і Царівна Півночі –  $26,4 \pm 0,21$  %; вміст олії, відповідно –  $41,2 \pm 0,10$ ;  $43,6 \pm 0,09$  та  $40,0 \pm 0,03$  %.

Показники рівня урожайності та вмісту олії в насінні залежали від впливу досліджуваних чинників і визначали її загальний вихід, забезпечуючи максимум, за найвищого рівня удобрення в комплексі з препаратом Флороне – у гірчиці білої сорту Еталон на рівні 0,93 т/га, гірчиці сарептської сорту Мрія – 1,01 т/га та гірчиці чорної сорту Царівна Півночі – 0,85 т/га.

**Ключові слова:** вміст олії, вміст білка, вихід олії, основне удобрення, позакореневе підживлення, рівень удобрення, урожайність, якісні показники.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Останнє десятиліття характеризується певним зростанням експорту сільськогосподарських культур, які займають незначні площі в структурі посівів і належать до так званих нішевих культур [1, 4, 15]. Однією з та-

ких сільськогосподарських культур є гірчиця. Її вирощування сприяє диверсифікації загальноукраїнського олійного сектору, де домінують такі культури як соняшник і ріпак [6, 9].

Гірчиця – однорічна культура з коротким періодом вегетації, яка за біологічними

особливостями є подібною до ріпаку. Однак вона має певні переваги, зокрема високу посухостійкість та пластичність до високих і низьких температур (спеки та заморозків). В Україні вирощують три види гірчиці: сарептську (сизу) (*Brassica juncea*), білу (*Sinapis alba*) та чорну (*Brassica nigra*) [2, 21].

Насіння жовтої (сизої) гірчиці має м'який смак і підходить для багатьох цілей, таких як розмел на борошно або виготовлення гірчичної пасти. Вміст олії в гірчичному насінні гірчиці сизої є найменшим із трьох видів і становить приблизно 27 % [19, 24]. Насіння чорної та білої гірчиці має гострий, пряний смак. Чорну гірчицю (відому як "французьку" чи "справжню") подрібнюють на борошно для виготовлення гострої гірчиці, популярної в європейських країнах. Вміст олії в чорній гірчиці становить приблизно 36 %. Білу гірчицю використовують для отримання ароматичних кулінарних олій, вміст олії у насінні може досягати 39 % і більше. Насіння всіх видів гірчиці можна змішувати і використовувати в сумішах спецій, а також для обробки м'ясних та інших харчових продуктів [24].

У структурі гірчичного клину найбільші площі займає сарептська (сиза) гірчиця, за нею йде біла гірчиця, а чорну вирощують лише в окремих господарствах [1]. Під час вирощування гірчиці важливо враховувати, що кожен вид має свої особливості у формуванні врожайності, яка залежить від реакції виду на певні елементи технології вирощування [5, 12, 23].

Питання щодо формування продуктивності різних видів гірчиці знайшло відображення в працях як вітчизняних (Жуйков О.Г., Мельник А.В., Волощук М.Ю., Поляков О.І. та ін.), так і закордонних науковців (Kumari N., Tian Y., Suárez J., та ін.), які вивчали вплив рівня удобрення та позакореневого підживлення на формування продуктивності різних видів гірчиці.

Особливо ефективним є вирощування гірчиці в умовах посилення посух, які рік від року стають дедалі частішими [9, 11, 17, 18]. Це зумовлює певний ризик у формуванні продуктивності для традиційних культур і потребує введення у сівозміну адаптованих до таких умов культур [10, 20], та застосування певних елементів технології [12, 14, 22], які мінімізують вплив навколишнього середовища на їх ріст і розвиток та сприяють підвищенню рівня урожайності. Одним із таких елементів, що не втрачає актуальності впродовж останнього десятиліття, залишається застосування антистресантів, біологічних

препаратів, регуляторів росту рослин, які містять у своєму складі водорозчинні поживні елементи, мікроорганізми, специфічні фітогормони та ін. [2, 12]. Зокрема застосування препарату Флороне активізує процеси росту і розвитку рослин та сприяє підвищенню їх продуктивності завдяки формуванню більшої кількості запліднених квіток.

Однак до сьогодні відсутні дослідження щодо впливу препарату Флороне за вирощування різних видів гірчиці на формування продуктивності та якісні показники їх насіння, а висвітлення результатів проведених досліджень є досить актуальним

**Мета дослідження.** Вивчити вплив рівня удобрення та позакореневого підживлення біостимулятором цвітіння Флороне на формування продуктивності різних видів гірчиці, якісні показники насіння в умовах Правобережного Лісостепу України.

**Матеріал і методи дослідження.** Експериментальну частину досліджень проводили у дослідному господарстві Чабани ННЦ «Інститут землеробства НААН», у короткотерміновому досліді відділу адаптивних інтенсивних технологій зернобобових, круп'яних та олійних культур (2012–2014 рр.). Ґрунт дослідних ділянок – сірий лісовий пилувато-легкосуглинковий, типовий для цього агроґрунтового району. Вміст гумусу в шарі 0–20 см – 1,08–1,15 %, лужногідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 8,1–8,7 мг/100 ґрунту, рухомого фосфору  $P_2O_5$  – 11,4–12,2 мг/100 г, обмінного калію (за Чириковим) – 8,0–9,2 мг на 100 г ґрунту.

Попередник гірчиці – пшениця озима. Схема досліду: фактор А – рівень удобрення (1. Контроль (без добрив). 2. Внесення мінеральних добрив у дозі  $P_{60}K_{90}$ . 3.  $N_{30}P_{60}K_{90}$ . 4.  $N_{45}P_{60}K_{90}$ . 5.  $N_{60}P_{60}K_{90}$ ); фактор В – позакореневого підживлення (1. Без оброблення. 2. Оброблення посівів препаратом Флороне); фактор С – види гірчиці (1. Гірчиця сарептська сорту Мрія. 2. Гірчиця біла сорту Еталон. 3. Гірчиця чорна сорту Принцеса Півночі). Облікова площа ділянки – 12 м<sup>2</sup>, повторність досліду – чотириразова. Дослідження з вивчення впливу мінеральних добрив та застосування позакореневого підживлення препаратом Флороне проводили відповідно до загальноприйнятих методик [7, 13, 16].

Технологія вирощування культур загальноприйнята для зони Північного Лісостепу, за виключенням елементів, які досліджували.

Мінеральні добрива у вигляді гранульованого суперфосфату (19,8 % д.р.) та калімагнезії (28,0 % д.р.) вносили під основний обро-

біток ґрунту, аміачну селітру (34,4 % д.р.) в передпосівний обробіток ґрунту.

Сівбу проводили рядковим способом (міжряддя 15 см) з нормою висіву насіння 1,5 млн шт. схожих насінин на 1 га. Препарат Флороне вносили у фазу бутонізації культур у кількості 200 мл/га. Препарат Флороне містить у своєму складі: вільні амінокислоти 4 %, цитокініни 0,03 %, органічна речовина 8 %, азот (N) 1 %, фосфор (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 10 %, калій (K<sub>2</sub>O) 10 %, молібден (Mo) 0,25 % та цинк (Zn) 0,2 %. Зареєстрований для застосування на сільськогосподарських культурах з 2011 р.

Показники якості визначали за допомогою інфрачервоного аналізатора згідно з ДСТУ 4117:2007 «Зерно та продукти його переробки, методом інфрачервоної спектроскопії» [8] у відділі агроекології і аналітичних досліджень ННЦ «Інститут землеробства НААН».

**Результати дослідження та обговорення.** Об'єктивним показником ефективності застосування окремих елементів технології вирощування сільськогосподарських культур, зокрема гірчиці, є досягнутий рівень урожайності. Це інтегральний показник, який відображає ріст, розвиток та формування продуктивності культури під впливом як досліджуваних технологічних елементів, так і за впливу неконтрольованих (абіотичних) чинників у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

За результатами проведених досліджень встановлено реакцію різних видів гірчиці на рівень удобрення культури та ефективність позакореневого підживлення біостимулятором цвітіння Флороне (0,2 л/га). Зокрема, внесення мінеральних добрив сприяло зростанню урожайності культур. Урожайність гірчиці білої сорту Еталон зростала від 8,3 % (P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>) до 97,2 % (N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>) за абсолютних значень на контрольному варіанті (без добрив) – 1,08 т/га. Ефективність азотних добрив у формуванні рівня урожайності становила від 32,5 до 82,1 % (табл. 1).

Аналогічна тенденція зміни урожайності спостерігалася у гірчиці сизої (сарептської) сорту Мрія. За внесення мінеральних добрив урожайність культури зростала на 16,8–92,0%. Максимальну урожайність насіння (2,17 т/га) забезпечував варіант з внесенням мінеральних добрив у дозі N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>, за показників на неудобреному варіанті – 14,3 т/га.

Найбільш реагувала на внесення мінеральних добрив гірчиця чорна сорту Царівна Півночі, де її урожайність зростала від 10,9% (1,02 т/га) до майже в 2,1 рази (1,98 т/га) у порівнянні до неудобреного варіанта – 0,92 т/га. Також цей вид гірчиці чутливо реагував на дози азотних добрив, де порівняно з фоном (P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>) збільшення їх дози підвищувало урожайність на 40,2–94,1 %, варіювання абсолютних значень від 1,43 до 1,98 т/га.

Таблиця 1 – Урожайність різних видів гірчиці залежно від рівня удобрення та позакореневого підживлення препаратом Флороне, т/га (середнє за 2012–2014 рр.)

Варіант досліджу		Гірчиця біла с. Еталон		Гірчиця сарептська с. Мрія		Гірчиця чорна с. Царівна Півночі	
		a*	b	a	b	a	b
Контроль (без добрив)	Без оброблення	0,99	17,2	1,05	14,3	0,89	6,7
	Флороне 0,2 л/га	1,16		1,20		0,95	
	Середня	1,08		1,13		0,92	
P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	Без оброблення	1,05	22,9	1,27	7,9	0,96	11,5
	Флороне 0,2 л/га	1,29		1,37		1,07	
	Середня	1,17		1,32		1,02	
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	Без оброблення	1,38	23,9	1,53	9,8	1,31	18,3
	Флороне 0,2 л/га	1,71		1,68		1,55	
	Середня	1,55		1,61		1,43	
N <sub>45</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	Без оброблення	1,61	26,1	1,70	19,4	1,60	14,4
	Флороне 0,2 л/га	2,03		2,03		1,83	
	Середня	1,82		1,87		1,72	
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	Без оброблення	1,98	14,6	2,02	14,4	1,84	14,7
	Флороне 0,2 л/га	2,27		2,31		2,11	
	Середня	2,13		2,17		1,98	
НП <sub>0,05</sub> , т/га – для чинника: рівень удобрення – 0,18, позакоренево підживлення – 0,13							

**Примітка:** a\* – урожайність, b – ефективність Флороне, %.



Кожен вид гірчиці позитивно реагував на позакореневе підживлення біостимулятором цвітіння Флороне. Рівень ефективності цього агрозаходу залежав як від норм удобрення так і від реакції сорту. Встановлено, що позакореневе підживлення гірчиці білої сорту Еталон препаратом Флороне формувало урожайність культури на 17,2–21,6 % більшою, чим на варіанті без добрив. Ефективність позакореневого підживлення за максимального рівня удобрення ( $N_{60}P_{60}K_{90}$ ) була найнижчою, забезпечуючи прирости до необроблюваного варіанта лише на рівні 14,6 %. Максимальний рівень урожайності гірчиці білої (2,27 т/га) забезпечувало внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{60}P_{60}K_{90}$  та позакореневе підживлення біостимулятором цвітіння Флороне (0,2 л/га).

Ефективність позакореневого підживлення гірчиці сарептської (с. Мрія) мала дещо нижчий вплив, забезпечуючи прирости урожайності до варіантів без оброблення від 7,9 % ( $P_{60}K_{90}$ ) до 19,4 % – за внесення  $N_{45}P_{60}K_{90}$ .

Максимальна реакція гірчиці чорної сорту Царівна Півночі від позакореневого підживлення (+18,3 %) проявлялася за внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{30}P_{60}K_{90}$  – формуючи урожайність на рівні 1,55 т/га, але максимальну урожайність (2,11 т/га) отримано на варіантах внесення  $N_{60}P_{60}K_{90}$  за ефективності підживлення – 14,7 %.

Отже, найвищу урожайність гірчиці забезпечують варіанти з внесенням мінеральних добрив у дозі  $N_{60}P_{60}K_{90}$ . Максимальна реакція сортів видів гірчиці на позакореневе підживлення залежить від рівня удобрення, і найвищою є за внесення  $N_{30}P_{60}K_{90}$  для гірчиці білої (23,9 %),  $N_{45}P_{60}K_{90}$  – гірчиці сарептської (19,4 %) та за внесення  $N_{30}P_{60}K_{90}$  – гірчиці чорної (18,3 %).

Дослідженнями вчених встановлено, що на хімічний склад насіння гірчиці значною мірою впливають як агротехнічні чинники вирощування так і ґрунтово-кліматичні умови її культивування. Сорти та види також різняться між собою за хімічним складом насіння [11]. Якість насіння гірчиці визначається такими основними показниками як вміст олії та вміст білків. Вміст білка і жиру в насінні перебуває в стані динамічної рівноваги – за зростання вмісту олії кількість білка знижується, і навпаки, за підвищення вмісту білка знижується кількість олії, в результаті чого їх сума залишається стабільною. Вміст олії та білка в насінні різних видів гірчиці може варіювати відповідно в межах 30–45 % та 25–30 %, залежно від виду та умов вирощування [3].

За роки проведених досліджень, у розрізі досліджуваних сортів гірчиці, встановлено, що вміст сирого білка у насінні істотно не змінювався від досліджуваних елементів за вирощування культури.

Середній вміст сирого білка у гірчиці білої сорту Еталон становив  $25,9 \pm 0,16$  %, за слабого рівня варіації показника – 1,39 %. На варіанті без добрив (контроль) вміст білка становив 25,3 %, а внесення мінеральних добрив сприяло незначному зростанню показника, забезпечуючи абсолютні значення на рівні 26,1 %. За внесення препарату Флороне середній вміст сирого білка зростав до  $26,4 \pm 0,10$  %, забезпечуючи максимальні його значення (26,7 %) за внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{30}P_{60}K_{90}$  (табл. 2).

У гірчиці сизої сорту Мрія не спостерігалось істотної різниці в зміні вмісту білка від внесення різних доз мінеральних добрив – 22,4–22,9 %. Максимальні прирости сирого білка від застосування препарату Флороне були відмічені на варіанті без добрив (2,23 %) та за внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{60}P_{60}K_{90}$  (1,77 %).

Щодо накопичення сирого білка у насінні гірчиці чорної сорту Царівна Півночі, то слід відмітити тенденцію до зростання показника від внесення біостимулятора Флороне на контрольному варіанті (без добрив) – 1,50 % та за внесення  $N_{45}P_{60}K_{90}$  – 1,57 %.

Встановлено, що у середньому за 2012–2014 рр. не було істотного впливу досліджуваних чинників на показники вмісту олії видів гірчиці. У середньому вміст олії в насінні гірчиці білої варіював у межах від 40,8 до 41,5 %, у гірчиці сарептської – 43,3–43,9 %, гірчиці чорної – 39,6–40,1 %.

Отже, якісні показники насіння у сортів гірчиці різних видів незначною мірою залежать від рівня удобрення та позакореневого підживлення біостимулятором цвітіння, а зміна показників має слабку варіацію.

З погляду ефективності виробництва продукції олійних культур необхідно враховувати не лише вміст, а також вихід олії з одиниці площі. Враховуючи це, урожайність, яка є узагальнюючим показником – визначала збір олії з одиниці площі.

Показники виходу олії гірчиці білої сорту Еталон становили в межах 0,41–0,82 т/га (без оброблення) до 0,48–0,93 т/га – за внесення біостимулятора Флороне. Максимальні показники виходу олії з одиниці площі забезпечував варіант із внесенням  $N_{60}P_{60}K_{90}$ , та відповідно становили 0,82 та 0,93 т/га, за аналогічних показників на контрольному варіанті – 0,41 та 0,48 т/га.

Таблиця 2 – Вплив елементів технології вирощування на якісні показники насіння гірчиці та збір олії, середнє за 2012–2014 рр.

Варіант досліджу	Вміст білка, %		Вміст олії, %		Збір олії, т/га	
	без оброблення	Флороне, 0,2 л/га	без оброблення	Флороне, 0,2 л/га	без оброблення	Флороне, 0,2 л/га
гірчиця біла, сорт Еталон						
Контроль	25,3	26,2	41,4	41,4	0,41	0,48
P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	26,1	26,4	41,2	41,1	0,43	0,53
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	26,1	26,7	41,3	41,3	0,57	0,71
N <sub>45</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	26,1	26,1	41,4	41,3	0,67	0,84
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	26,1	26,5	41,5	40,8	0,82	0,93
$\bar{X} \pm S \bar{x}$	25,9±0,16	26,4±0,10	41,3±0,04	41,2±0,10	0,58±0,08	0,70±0,09
V% =	1,39	0,88	0,22	0,56	29,3	27,3
гірчиця сиза, сорт Мрія						
Контроль	22,4	22,9	43,9	43,7	0,46	0,52
P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	22,6	22,9	43,9	43,5	0,55	0,60
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	22,9	22,9	43,8	43,9	0,67	0,74
N <sub>45</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	22,9	23,0	43,6	43,3	0,74	0,88
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	22,6	23,0	43,7	43,5	0,88	1,01
$\bar{x} \pm S \bar{x}$	22,7±0,09	23,0±0,01	43,8±0,05	43,6±0,09	0,66±0,07	0,75±0,09
V% =	0,92	0,14	0,28	0,48	24,8	26,6
гірчиця чорна, сорт Царівна Півночі						
Контроль	26,6	27,0	39,8	40,0	0,36	0,38
P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	26,9	26,7	39,6	39,9	0,38	0,43
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	26,7	26,6	39,6	40,0	0,52	0,62
N <sub>45</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	25,4	25,8	39,7	40,0	0,64	0,74
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	26,9	26,0	40,1	40,1	0,74	0,85
$\bar{X} \pm S \bar{x}$	26,5±0,28	26,4±0,21	39,7±0,09	40,0±0,03	0,53±0,07	0,60±0,09
V% =	2,37	1,81	0,53	0,19	31,3	33,3

Ефективність позакореневого підживлення гірчиці сарептської біостимулятором Флороне, порівняно з необроблюваними варіантами, становила від 9,1 % (P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>) до 18,0 % – за внесення мінеральних добрив у дозі N<sub>45</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>. Максимальні значення виходу олії на одиницю площі (0,88 та 1,01 т/га) забезпечувало внесення N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>.

Показники урожайності та вміст олії в насінні гірчиці чорної забезпечували вихід олії на одиницю площі на рівні 0,36–0,58 т/га, формуючи вищі значення за позакореневого підживлення препаратом Флороне. Ефективність цього агрозаходу залежала від рівня удобрення, забезпечуючи прирости від 5,56 % (варіант без добрив) до 19,2 % – за внесення N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>.

Отже, показники рівня урожайності та вмісту олії в насінні залежать від впливу досліджуваних чинників і визначають її загальний вихід. Максимальний рівень удобрення ( $N_{60}P_{60}K_{90}$ ) та застосування препарату Флороне у підживлення – формують найвищі показники виходу олії, у гірчиці білої – 0,93; гірчиці сарептської – 1,01 та гірчиці чорної – 0,85 т/га.

**Висновки.** Встановлено реакцію гірчиці різних видів на формування рівня урожайності та якісні показники насіння в умовах Північного Лісостепу України залежно від рівня удобрення та позакореневого підживлення стимулятором росту Флороне. Зокрема, максимальний рівень урожайності гірчиці білої (2,27 т/га) забезпечує внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{60}P_{60}K_{90}$  та позакореневого підживлення препаратом Флороне (0,2 л/га). За аналогічних варіантів гірчиця сарептська формує урожайність на рівні 2,31 т/га, гірчиця чорна – 2,11 т/га.

Вміст сирого білка у насінні і його олійність за видами гірчиці істотно не змінюється під впливом досліджуваних чинників. Показники урожайності та олійності насіння гірчиці визначають загальний вихід олії на одиниці площі, забезпечуючи її найвищі значення за внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{60}P_{60}K_{90}$  та позакореневого підживлення препаратом Флороне (0,2 л/га) – на рівні 0,93 т/га (гірчиця біла сорту Еталон), 1,01 т/га (гірчиця сарептська сорту Мрія) та 0,85 т/га (гірчиця чорна сорту Царівна Півночі).

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Вишнівський П.С. Агробіологічні основи формування врожаю хрестоцвітих олійних культур в умовах Лісостепу України: автореф. дис... д-ра с.-г. наук. Вінниця, 2012. 49 с.
2. Вишнівський П.С., Губенко Л.В., Бондарчук А.А. Вплив мінеральних добрив на екологічну адаптивність сортів гірчиці. Збірник наук. праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». Київ: ВД «Едельвейс», 2012. Вип. 1–2. С. 105–113.
3. Вовченко Ю.В., Фурсова Г.К. Хімічний склад насіння та вегетативної маси гірчиці залежно від погодних умов періоду вегетації. Селекція і насінництво. 2008. Вип. 95. С. 273–282. DOI: 10.30835/2413-7510.2008.84817.
4. Волощук М.Ю. Формування врожайності насіння гірчиці білої залежно від рівня мінерального живлення рослин. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2024. Вип. 75 (1). С. 18–29. DOI: 10.32636/01308521.2024-(75)-1-2
5. Гамаюнова В.В., Хоненко Л.Г., Коваленко О.А., Гирля Л.М. Урожайність гірчиці залежно від погодних умов та норми висіву на чорноземах південних. Таврійський науковий вісник.

Херсон: Айлант, 2014. Вип. 88. С. 50–56. DOI: 10.32636/01308521.2024-(75)-1-2.

6. Гуринович С.Й., Харук І.Д., Соловка В.І., Мельник У.М. Різноманіття хрестоцвітих культур на Прикарпатській державній сільськогосподарській дослідній станції. Генетичні ресурси рослин. 2021. № 29. С. 52–61. DOI: 10.36814/pgr.2021.29.05.
7. Рожков А.О., Каленська С.М., Пузік Л.М., Музафаров Н.М. Дослідна справа в агрономії. Статистична обробка результатів агрономічних досліджень. Харків, 2016. Кн. 2. 298 с.
8. ДСТУ 4117:2007. Зерно та продукти його переробки. Визначення показників якості методом інфрачервоної спектроскопії. [Чинний від 1.08.2017]. 7 с.
9. Жуйков О.Г. Гірчиця в південному степу: агроекологічні аспекти і технологія вирощування. Херсон: Грін Д.С., 2014. 416 с.
10. Колосок В.Г. Видові та сортові особливості формування якості насіння гірчиці в умовах північно-східного Лісостепу України. Вісник Сумського національного аграрного університету: науковий журнал. Агрономія і біологія. Суми, СНАУ, 2023. Вип. 1 (51). С. 64–71. DOI: 10.32782/agrobio.2023.1.8.
11. Льон олійний, гірчиця. Стратегія виробництва олійної сировини в Україні (малопоширені культури): монографія / І.А. Шевченко та ін. Запоріжжя: СТАТУС, 2017. 44 с.
12. Мельник А.В., Жердецька С.В. Вплив доз мінеральних добрив на врожайність гірчиці ярої сизої в умовах Північно-Східного Лісостепу України. Науковий вісник національного університету біоресурсів і природокористування України. Київ, 2017. № 269. С. 177–185.
13. Методика державного сортопробування сільськогосподарських культур / за ред. В. Вовкова. Київ, 2000. Вип. 1. 100 с.
14. Миколайко І.І., Карпук Л.М. Урожайність насіння гірчиці залежно від застосування мінеральних добрив. Агробіологія. 2024. № 1. С. 188–195. DOI: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-188-195.
15. Оптимізація виробництва олійної сировини в Україні до 2025 року: методичні рекомендації. Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН. Інститут олійних культур НААН. СГІ-НЦНС. 2020. 108 с.
16. Особливості проведення досліджень з хрестоцвітими олійними культурами / за ред. П.С. Вишнівського. Київ, 2011. 76 с.
17. Поляков О.І., Вахненко С.В., Нікітенко О.В., Вендель В.В. Особливості формування продуктивності гірчиці ярої під впливом мінеральних добрив за різних норм висіву. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2016. № 23. С. 155–161.
18. Поляков О.І., Нікітенко О.В., Вендель В.В. Вплив мінерального живлення на продуктивність гірчиці ярої за різних норм висіву. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2018. № 26. С. 89–97.

19. Рекомендації з вирощування ріпаку та гірчиці білої / В.Ф. Сайко та ін. Київ: Колобіг, 2005. 34 с.

20. Юник А.В. Особливості формування продуктивності гірчиці сарептської. Новітні агротехнології. 2017. № 5. DOI: article/view/122231.

21. Juan L. Lamela Suárez, Mercedes López de García-Pérez. Enhancing mustard (*Brassica juncea* L.) productivity in eastern plains through nitrogen and sulphur management. *Int J Adv Acad Stud*. 2024. 6(5). P. 38–40. DOI: 10.33545/27068919.2024.v6.i5a.1167.

22. Biochemical assessment of nutritional status in Indian mustard. *J. Appl. & Nat. Sci. / N. Kumari et al.* 2017. 9 (2). P. 1068–1071. DOI: 10.31018/jans.v9i2.1322.

23. Kyrlyuk V., Tymoshchuk T., Kalchuk M. Yielding of white mustard depending on the system of basic soil cultivation as well as fertilization. *Scientific Horizons*. 2019. 22(2). P. 27–33. DOI: 10.332491/2663-2144-2019-75-2-27-33.

24. Tian Y., Deng F. Phytochemistry and biological activity of mustard (*Brassica juncea*): a review. *CyTA – Journal of Food*. 2020. 18(1). P. 704–718. DOI: 10.1080/19476337.2020.1833988.

## REFERENCES

1. Vyshnivskiy, P.S. (2012). Ahrobiolohichni osnovy formuvannya vrozhaiu khrestotsvitykh oliinykh kultur v umovakh Lisostepu Ukrainy: avtoref. dys... d-ra s.-h. nauk [Agribiological bases of cruciferous oilseeds yield formation in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine: avtoref. dys. Doctor of Agricultural Sciences]. Vinnytsia, 49 p.

2. Vyshnivskiy, P.S., Hubenko, L.V., Bondarchuk, A.A. (2012). Vplyv mineralnykh dobryv na ekolohichnu adaptyvnyist sortiv hirchytysi [Influence of mineral fertilizers on the ecological adaptability of mustard varieties]. *Zbirnyk nauk. prats NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN»* [Collection of scientific works of the Institute of Agriculture of NAAS]. Kyiv, Edelweiss Publishing House, Issue 1–2, pp. 105–113.

3. Vovchenko, Y.V., Fursova, G.K. (2008). Khimichni sklad nasinnia ta vechetatyvnoi masy hirchytysi zalezno vid pohodnykh umov periodu vechetatsii [Chemical composition of seeds and vegetative mass of mustard depending on weather conditions of the growing season]. *Selektsiia i nasinnystvo* [Selection and seed production]. Issue 95, pp. 273–282. DOI: 10.30835/2413-7510.2008.84817.

4. Voloshchuk, M.Yu. (2024). Formuvannya vrozhaivosti nasinnia hirchytysi biloi zalezno vid rivnia mineralnogo zhyvlennia roslyn [Formation of yield of white mustard seeds depending on the level of mineral nutrition of plants]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo* [Foothill and mountain agriculture and animal husbandry]. Issue 75 (1), pp. 18–29. DOI: 10.32636/01308521.2024-(75)-1-2

5. Gamayunova, V.V., Honenko, L.G., Kovalenko, O.A., Gyryla, L.M. (2014). Urozhaivist hirchytysi zalezno vid pohodnykh umov ta normy vysivu na chornozemakh pivdennykh [Mustard yield depending

on weather conditions and seeding rate on southern black soil]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk* [Tavrian scientific bulletin]. Kherson, Ailant, Issue 88, pp. 50–56. DOI: 10.32636/01308521.2024-(75)-1-2.

6. Gurynovych, S.Y., Haruk, I.D., Solovka, V.I., Melnyk, U.M. (2021). Rізноманиття khrestotsvitykh kultur na Prykarpatskii derzhavnii silskohospodarskii doslidnii stantsii [Diversity of cruciferous crops at the Carpathian State Agricultural Research Station]. *Henetychni resursy roslyn* [Plant genetic resources]. no. 29, pp. 52–61. DOI: 10.36814/pgr.2021.29.05.

7. Rozhkov, A.O., Kalenska, S.M., Puzik, L.M., Muzafarov, N.M. (2016). Doslidna sprava v ahronomii [Experimental work in agronomy]. *Statystychna obrobka rezultativ ahronomichnykh doslidzhen* [Statistical processing of agronomic research results]. Kharkiv, 298 p.

8. DSTU 4117:2007. Zerno ta produkty yoho pererobky [DSTU 4117:2007. Grain and products of its processing]. *Vyznachennia pokaznykiv yakosti metodom infrachervonoї spektroskopii* [Determination of quality indicators by infrared spectroscopy]. *Chinniy vid 1.08.2017* [Effective from 1.08.2017]. 7 p.

9. Zhuykov, O.G. (2014). Hirchytysi v pivdennomu stetuu: ahroekolohichni aspekty i tekhnolohiia vyroshchuvannya [Mustard in the southern steppe: agroecological aspects and cultivation technology]. Kherson, Green DS, 416 p.

10. Kolosok, V.H. (2023). Vydovi ta sortovi osoblyvosti formuvannya yakosti nasinnia hirchytysi v umovakh pivnichno-skhidnoho Lisostepu Ukrainy [Species and varietal peculiarities of mustard seed quality formation in the conditions of the northeastern forest-steppe of Ukraine]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarynogo universytetu: naukovyi zhurnal. Ahronomiia i biolohiia* [Bulletin of Sumy National Agrarian University: scientific journal. Agronomy and biology]. Sumy, SNAU, Issue 1 (51), pp. 64–71. DOI: 10.32782/agrobio.2023.1.8.

11. Shevchenko, I.A., Lyakh, V.O., Polyakov, O.I., Soroka, A.I., Vedmedieva, K.V., Zhuravel, V.M., Makhno, Y.O., Tovstanova, T.G., Budilka, G.I. (2017). Lon oliinyi, hirchytysi. Stratehiia vyrobnyctva oliinoi syrovyny v Ukraini (maloposhyreni kultury): monohrafiia [Oil flax, mustard. Strategy of production of oilseeds in Ukraine (less common crops)]. *Zaporizhzhia, STATUS*, 44 p.

12. Melnyk, A.V., Zherdetska, S.V. (2017). Vplyv doz mineralnykh dobryv na vrozhaivist hirchytysi yaroї syzoї v umovakh Pivnichno-Skhidnoho Lisostepu Ukrainy [Influence of mineral fertilizers doses on the yield of spring mustard in the conditions of the North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine]. *Naukovyi visnyk natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy* [Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine]. Kyiv, no. 269, pp. 177–185.

13. Vovkodav, V. (2000). Metodyka derzhavnoho sortovyprobuvannya silskohospodarskykh kultur [Methods of state variety testing of agricultural crops]. Kyiv, Issue 1, 100 p.

14. Mykolayko, I.I., Karpuk, L.M. (2024). Urozhaivist nasinnia hirchytysi zalezno vid zasto-

svannia mineralnykh dobryv [Mustard seed yield depending on the use of mineral fertilizers]. *Ahrobiologiya* [Agronomy]. no. 1, pp. 188–195. DOI: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-188-195.

15. Optyimizatsiia vyrobnytstva oliinoi syrovyny v Ukraini do 2025 roku (metodychni rekomendatsii) [Optimization of oilseed production in Ukraine until 2025 (guidelines)]. Institute of Plant Industry named after V.Y. Yuriev NAAS. Institute of Oilseeds NAAS. SGS-NCNS [Instytut roslynnystva im. V.Ia. Yurieva NAAN. Instytut oliinykh kultur NAAN]. 2020, 108 p.

16. Vyshnivsky, P.S. (2011). Osoblyvosti provedennia doslidzhen z khrestotsvitymy oliinomy kulturamy [Features of research with cruciferous oilseeds]. Kyiv, 76 p.

17. Poliakov, O.I., Vakhnenko, S.V., Nikitenko, O.V., Wendel, V.V. (2016). Osoblyvosti formuvannia produktyvnosti hirchytisi yaroï pid vplyvom mineralnykh dobryv za riznykh norm vysivu [Features of the formation of spring mustard productivity under the influence of mineral fertilizers at different seeding rates]. *Naukovo-tehnichnyi biuleten Instytutu oliinykh kultur NAAN* [Scientific and technical bulletin of the Institute of Oilseeds NAAS]. no. 23, pp. 155–161.

18. Polyakov, O.I., Nikitenko, O.V., Wendel, V.V. (2018). Vplyv mineralnoho zhyvlennia na produktyvnist hirchytisi yaroï za riznykh norm vysivu [The influence of mineral nutrition on the productivity of spring mustard at different seeding rates]. *Naukovo-tehnichnyi biuleten Instytutu oliinykh kultur NAAN* [Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Oilseeds of NAAS]. no. 26, pp. 89–97.

19. Sayko, V.F. (2005). Rekomendatsii z vyroshchuvannia ripaku ta hirchytisi biloi [Recommendations for growing rapeseed and white mustard]. Kyiv, Kolobig, 34 p.

20. Yunyk, A.V. (2017). Osoblyvosti formuvannia produktyvnosti hirchytisi sarepskoi [Features of the formation of productivity of Sarepta mustard]. *Novitni ahrotekhnologii* [Newest agrotechnologies]. no. 5. DOI: article/view/122231.

21. Juan L., Lamela, Suárez, Mercedes López, de García-Pérez. (2024). Enhancing mustard (*Brassica juncea* L.) productivity in eastern plains through nitrogen and sulphur management. *Int J Adv Acad Stud*. no. 6(5), pp. 38–40. DOI: 10.33545/27068919.2024.v6.i5a.1167.

22. Kumari, N. (2017). Biochemical assessment of nutritional status in Indian mustard. *J. Appl. & Nat. Sci.* no. 9 (2), pp. 1068–1071. DOI: 10.31018/jans.v9i2.1322.

23. Kyryliuk, V., Tymoshchuk, T., Kalchuk, M. (2019). Yielding of white mustard depending on the system of basic soil cultivation as well as fertilization. *Scientific Horizons*. no. 22(2), pp. 27–33. DOI: 10.332491/2663-2144-2019-75-2-27-33.

24. Tian, Y., Deng, F. (2020). Phytochemistry and biological activity of mustard (*Brassica juncea*): a review. *CyTA – Journal of Food*. no. 18(1), pp. 704–718. DOI: 10.1080/19476337.2020.1833988.

### The influence of mineral fertilizer and foliar feeding on the yield and quality indicators of mustard seeds

Vyshnevsky V., Vyshnivsky P.

The article presents the results of studies of the fertilization level influence of mustard species (*Sinapis alba*, *Brassica juncea*, *Brassica nigra*) on the formation of its yield and seed quality in the conditions of the Northern Forest Steppe of Ukraine.

It was found that each type of mustard responds positively to foliar fertilization with the bio activator of Florone flowering. However, the level of effectiveness of this method depended on the saturation of the studied variants with mineral nutrients and the reaction of the variety to this agricultural measure. The highest yields of mustard were provided by variants with the maximum level of saturation with nitrogen fertilizers against the background of phosphorus-potassium fertilizers at a dose of  $P_{60}K_{90}$ . However, the maximum response of the studied varieties of mustard species to foliar fertilization depends on the fertilizer and is the highest in white mustard when  $N_{30}P_{60}K_{90}$  is applied (23.9 %), gray mustard –  $N_{45}P_{60}K_{90}$  (19.4 %) and black mustard –  $N_{30}P_{60}K_{90}$  – 18.3 %. Based on the experimental data obtained, it was found that in mustard varieties, the crude protein content in seeds did not change significantly under the influence of elements in the cultivation technology. In the variants with the introduction of the preparation Florone for the Etalon variety, the protein content was  $26.4 \pm 0.10$  %, Mriya variety –  $23.0 \pm 0.01$  % and Tsarivna Pivnochii –  $26.4 \pm 0.21$  %; oil content, respectively –  $41.2 \pm 0.10$  %,  $43.6 \pm 0.09$  % and  $40.0 \pm 0.03$  %.

Indicators of the level of yield and oil content in seeds depended on the influence of the studied factors and determined its total yield, providing a maximum, at the highest level of fertilization in combination with the fertilizer florone – in white mustard of the Etalon variety at the level of 0.93 t/ha, Sarepta mustard of the Mriya variety – 1.01 t/ha and black mustard of the Tsarina of the North – 0.85 t/ha.

**Key words:** oil content, protein content, oil yield, main fertilizer, foliar fertilization, fertilizer level, yield, quality indicators.



Copyright: Вишневецький В.С., Вишнівський П.С. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

ORCID iD:








Вишнівський П.С.

<https://orcid.org/0000-0003-1362-4931>



## АГРОНОМІЯ

УДК 631.524.01/.02:631.527.5/.547.2:633.111"324"

**Вплив генотипу і умов року на показник ступеня фенотипового домінування загальної кущистості за внутрішньовидової гібридизації пшениці (*Triticum aestivum* L.) озимої****Устинова Г.Л.<sup>1</sup> , Лозінський М.В.<sup>1</sup> , Федорук Ю.В.<sup>1</sup> ,  
Самойлик М.О.<sup>1</sup> , Філіцька О.О.<sup>1</sup> , Дубова О.А.<sup>2</sup> **<sup>1</sup> Білоцерківський національний аграрний університет<sup>2</sup> Білоцерківська дослідно-селекційна станція Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України Устинова Г.Л. E-mail: [ustinovaGL@ukr.net](mailto:ustinovaGL@ukr.net)

Устинова Г.Л., Лозінський М.В., Федорук Ю.В., Самойлик М.О., Філіцька О.О., Дубова О.А. Вплив генотипу і умов року на показник ступеня фенотипового домінування загальної кущистості за внутрішньовидової гібридизації пшениці (*Triticum aestivum* L.) озимої. «Агробіологія», 2024. № 2. С. 174–184.

Ustynova H., Lozinskiy M., Fedoruk Yu., Samoilyk M., Filitska O., Dubova O. Genotype and seasonal conditions influence on the degree of phenotypic dominance of total bushiness during intraspecific hybridization of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). «Agrobiologia», 2024. no. 2, pp. 174–184.

Рукопис отримано: 12.11.2024 р.

Прийнято: 26.11.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-191-2-174-184

Пшениця (*Triticum aestivum* L.) – важлива зернова культура світового землеробства. Одним із головних чинників зростання врожайності і стабілізації виробництва зерна пшениці є раціональне використання сортових ресурсів, конкурентоспроможних і придатних до ґрунтово-кліматичних умов певних регіонів.

В умовах дослідного поля НВЦ Білоцерківського НАУ, у різні за метеорологічними умовами 2018–2020 рр., найбільша середня по сортах загальна кущистість (2,0 шт. стебел/рослину) формувалася у 2020 р. У 2018 і 2019 рр. загальна кущистість була дещо меншою та становила 1,8 і 1,9 шт. стебел/рослину відповідно. У роки досліджень загальна кущистість батьківських компонентів схрещування мала значну диференціацію – 1,4–2,6 шт. стебел/рослину.

Загальна кущистість більшості отриманих гібридів у 2018–2020 рр. (1,6–8,9 шт. стебел/рослину) значно перевищувала показники батьківських форм. Максимальний середній по  $F_1$  показник (6,1 шт. стебел/рослину) формувався у 2019 р. Мінімальну загальну кущистість (3,7 шт. стебел/рослину) гібриди формували у 2020 р.

Дослідженнями встановлено, що найбільш поширеним типом успадкування загальної кущистості у 2018–2020 рр. є позитивне наддомінування. Зокрема, за використання материнською формою ранньостиглих сортів позитивне наддомінування встановили у 95,0 % гібридів. У роки досліджень позитивне наддомінування визначено в 17 із 20 комбінацій схрещування. У 2018, 2019 рр. усі гібриди першого покоління успадковували загальну кущистість за позитивним наддомінуванням.

За гібридизації материнською формою середньоранніх, середньостиглих і середньопізніх сортів пшениці м'якої озимої визначені показники ступеня фенотипового домінування у 2018–2020 рр. свідчать, що детермінація загальної кущистості у 97,9 % гібридів відбувалась за позитивним наддомінуванням –  $h_p = 2,1–95,0$ . Проміжне успадкування спостерігалось лише у гібрида Антонівка/Відрада – 2020 р.

За даними досліджень встановлено, що показники ступеня фенотипового домінування загальної кущистості в гібридів залежать як від підбору компонентів схрещування, так і умов року.

**Ключові слова:** батьківські форми, гібриди, ступінь фенотипового домінування, загальна кущистість, пшениця м'яка озима.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Пшениця (*Triticum aestivum* L.) є однією з основних зернових культур у світовому землеробстві [1, 2]. У 2022 році пшениця за площею вирощування посіла друге місце серед зернових культур у світі [3].

Одним із головних чинників підвищення врожайності зерна пшениці є ефективне використання сортових ресурсів, конкурентоспроможних і придатних до ґрунтово-кліматичних умов певних регіонів [4]. Використання генетичного різноманіття основних сільськогосподарських культур із новими адаптивними можливостями має важливе значення для забезпечення продовольчої безпеки [5].

Урожайність пшениці значно обумовлена архітектонікою рослини. Кожне фізіологічне явище може бути модифіковане як генотипом, так і середовищем, а їх взаємодія визначає фактичну врожайність за тих чи інших умов вирощування [6].

На початкових стадіях розвитку пшениці важливим є отримання дружніх сходів з оптимальними умовами для проходження кущіння [7, 8] яке, як еволюційне пристосування злаків, має важливе значення у формуванні високої продуктивності агрофітоценозів [9]. Загальна кущистість має тісну позитивну кореляційну взаємозалежність із продуктивною кущистістю ( $r = 0,507-0,956$ ) у низькорослих і середньорослих генотипів і кількістю зерен із рослини ( $r = 0,491-0,826$ ) та їх масою ( $r = 0,5392-0,728$ ) у низькорослих генотипів [10].

Урожайність зерна є результатом формування її компонентів упродовж вегетаційного періоду, під впливом чинників навколишнього середовища та їх генетичного і фізіологічного контролю [11, 12].

Генетична варіація пшениці є важливою у практичній селекційній роботі і може бути досягнута через схрещування двох або більше різних генотипів [13, 14]. Еволюційно-генетичне удосконалення самозапильних культур значно залежить від підбору до гібридизації батьківських пар, на пряму добору в гібридних популяціях та впливу чинників навколишнього середовища [15]. Тому дослідження генетичного та фенотипового різноманіття пшениці м'якої за підбору батьківських форм гібридизації є досить актуальним завданням [16].

Переважає більшість морфофізіологічних ознак продуктивності контролюються полімерними генами і вивчення їх успадкування ускладнено через мінливість, залежно від умов вирощування [17]. Для ефективної

оцінки гібридів на ранніх етапах селекційного процесу широко використовують показник ступеня фенотипового домінування [18–20], що важливо не лише для визначення ступеня вираження ознак у  $F_1$ , порівняно з вихідними батьківськими формами, а також для встановлення типу успадкування.

Створення нових сортів, які відповідають необхідним вимогам виробництва, і підвищення ефективності селекційного процесу значною мірою залежать від різноманітності та вивченості вихідного матеріалу [21].

Комплексному вивченню вихідного матеріалу присвячені роботи багатьох вчених [22], а досвід селекційних установ свідчить, що в багатьох випадках зрушення в селекції пов'язані з широким залученням вихідного матеріалу [23].

Для створення сортів пшениці м'якої озимої нового покоління методом гібридизації необхідне попереднє вивчення генофонду вихідного матеріалу та ідентифікація нових джерел і донорів господарських ознак та властивостей, що слід враховувати у підборі батьківських пар [24–28].

**Мета досліджень** – дослідити вплив генотипу та умов року на показник ступеня фенотипового домінування і тип успадкування загальної кущистості за внутрішньовидової гібридизації різних за скоростиглістю сортів пшениці м'якої озимої.

**Матеріал і методи дослідження.** В умовах дослідного поля НВЦ Білоцерківського НАУ впродовж 2018–2020 рр. досліджували 36 гібридних комбінацій. За батьківські компоненти схрещування використовували ранньостиглі сорти: Миронівська ранньостигла (Мир. ран.), Кольчуга, Білоцерківська напівкарликова (Б.Ц. н/к.); середньоранні: Золотоколоса (Золотокол.), Чорнява, Щедра нива; середньостиглі: Столична, Відрада, Миронівська 61 (Мир. 61), Антонівка, Єдність; середньопізні: Добірна, Пивна і Вдала. Насіння вихідних форм і  $F_1$  висівали за схемою: материнська форма, гібрид, чоловіча форма. Біометричний аналіз досліджуваного матеріалу проводили за середнім зразком 25 рослин у триразовій повторності [29]. Агротехнічні прийоми вирощування пшениці м'якої озимої – загальноприйняті для Лісостепу України. Попередник – гірчиця на зерно. Результати експериментальних даних обробляли статистичним методом за програмою «Statistica», версія 12.0.

Для визначення ступеня фенотипового домінування ( $h_p$ ) використовували методіку В. Griffing [30]. Отримані дані класифікува-

ли за G. M. Veil, R. E. Atkins [31]: позитивне наддомінування (гетерозис)  $hp > +1$ ; часткове позитивне домінування  $+0,5 < hp \leq +1$ ; проміжне успадкування  $-0,5 \leq hp \leq +0,5$ ; часткове від'ємне успадкування  $-1 \leq hp < -0,5$ ; від'ємне наддомінування (депресія)  $hp < -1$ .

**Результати дослідження та обговорення.** На час сівби (закінчення III декади вересня) метеорологічні умови 2017–2019 рр. сприяли отриманню одночасних сходів і росту та розвитку пшениці м'якої озимої в осінній період. Кількість опадів за осінні місяці перевищувала (2017 р.), була на рівні (2019 р.) і дещо поступалася у 2018 р. середньобогаторічним показникам – 109 мм (рис. 1). Пшениця м'яка озима припинила вегетацію в осінній період 2017 р. – 20 листопада, 2018 р. – 12 листопада і 2019 р. – 21 листопада, що сприяло успішному загартуванню рослин. Опади зимового періоду значно перевищували середньобогаторічні показники (112 мм) у 2017/2018, 2018/2019 і дещо поступалися у 2019/2020 вегетаційних роках. Температурний режим, що склався в зимові місяці, сприяв успішній перезимівлі рослин (рис. 2).

Температурний режим після відновлення вегетації у 2018 р. (4 квітня) характеризувався підвищеними показниками, що прискорило ріст і розвиток рослин пшениці м'якої озимої. Середньомісячна температура квітня (13,3 °C) значно перевищувала середньоба-

гаторічні показники – 8,4 °C, тимчасом кількість опадів (8,1 мм) була меншою – 47 мм.

Вегетація пшениці м'якої озимої від часу відновлення (02.03 – 2019 р., 28.02 – 2020 р.) відбувалася впродовж місяця за низьких середньомісячних температур із поступовим їх наростанням. Кількість опадів за березень (23,4 мм) і перші дві декади квітня (14,2 мм) у 2019 р. значно поступалася середньобогаторічним показникам – 61 мм. За аналогічний період у 2020 р. випало лише 22,7 мм. Опади третьої декади квітня 2019 р. (31,3 мм) покращили вологозабезпечення рослин пшениці, а в 2020 р. (7,7 мм) поступалися багаторічним показникам – 16 мм. Середньомісячна температура повітря у квітні перевищувала норму на 1,6 °C у 2019 р. і 0,8 °C – 2020 р.

Отже, метеорологічні умови, що склалися в роки проведення досліджень, характеризувались контрастними показниками за температурним режимом і розподілом опадів, що значно вплинули на формування продуктивної куцистості пшениці м'якої озимої і показники ступеня фенотипового домінування.

Результати експерименту свідчать, що в середньому за 2018–2020 рр. загальна куцистість батьківських форм змінювалась від 1,6 шт. стебел/рослину (Антонівка, Відрада, Вдала) до 2,4 шт. стебел/рослину – Миронівська 61, Єдність. Достовірно перевищення над сортом-стандартом Лісова пісня визначено у шести з 14 сортів (табл. 1).

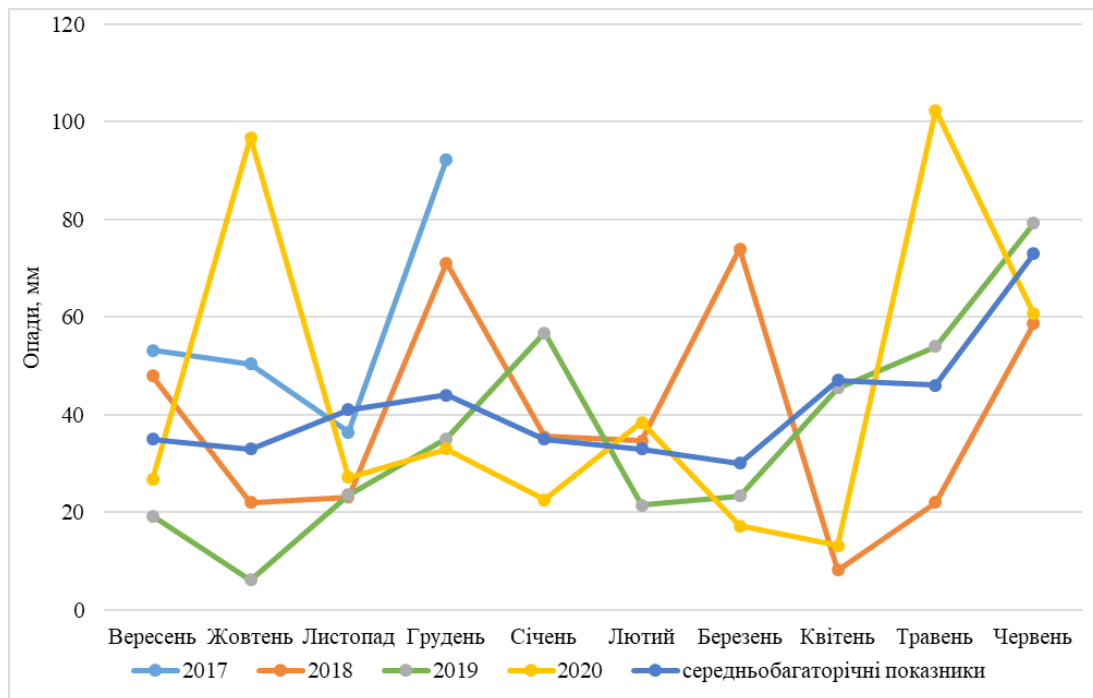


Рис. 1. Розподіл атмосферних опадів у 2017–2020 рр., мм (дані Білоцерківської метеостанції).



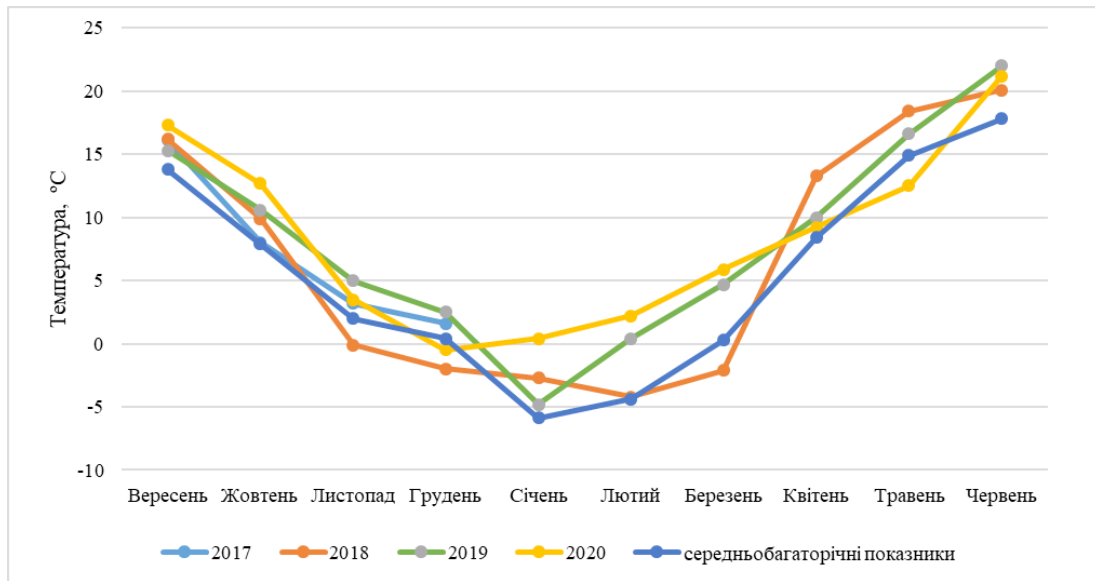


Рис. 2. Температурний режим у 2017–2020 рр., °С (дані Білоцерківської метеостанції).

Таблиця 1 – Загальна куцистість батьківських компонентів схрещування

Сорт	Загальна куцистість, шт. стебел/рослину				
	2018 р.	2019 р.	2020 р.	$\bar{x}$	$\pm$ до St.
Мир. ран.	1,9	2,0	2,0	2,0	+0,3
Б.Ц. н/к.	1,9	2,0	2,0	2,0	+0,3
Кольчуга	1,8	1,6	1,9	1,8	+0,2
Золотоколоса	1,7	1,8	1,5	1,7	-
Чорнява	2,0	2,0	2,1	2,0	+0,3
Щедра нива	2,0	2,3	1,7	2,0	+0,3
Антонівка	1,8	1,3	1,6	1,6	-0,1
Відрада	1,4	1,6	1,9	1,6	-0,1
Мир.б1	2,1	2,5	2,6	2,4	+0,7
Єдність	1,9	2,8	2,4	2,4	+0,7
Столична	1,5	2,0	2,3	1,9	+0,2
Вдала	1,3	1,4	2,1	1,6	-0,1
Добірна	2,2	1,5	2,1	1,9	+0,2
Пивна	2,1	1,4	2,3	1,9	+0,2
Лісова пісня St.	1,7	1,9	1,5	1,7	-
НІР <sub>05</sub>	0,24	0,19	0,23	-	-

Примітки:  $\bar{x}$  – середнє арифметичне; St. – сорт-стандарт; НІР<sub>05</sub> – найменша істотна різниця.

Визначені показники загальної кущистості досліджуваних сортів пшениці м'якої озимої свідчать про їх мінливість як у межах генотипу в роки досліджень, так і між сортами. Отримані дані вказують на те, що загальна кущистість досліджуваних сортів пшениці м'якої озимої, як генетично обумовлена кількісна ознака піддається впливу метеорологічних умов року.

Найбільша середня по сортах загальна кущистість (2,0 шт. стебел/рослину) формувалася у 2020 р. У 2018 і 2019 рр. загальна кущистість була дещо меншою та становила 1,8 і 1,9 шт. стебел/рослину відповідно.

За схрещування ранньостиглих сортів із середньоранніми, середньостиглими та

середньопізніми, отримані гібриди у 2018–2020 рр. значно різнилися загальною кущистістю. Найбільшу середню по гібридах загальну кущистість (5,6 шт. стебел/рослину) сформовано у 2019 р. за мінливості від 4,1 шт. стебел/рослину (Миронівська ранньостигла/Єдність) до 7,3 шт. стебел/рослини – Білоцерківська напівкарликова/Добірна. Дещо меншу загальну кущистість (5,3 шт. стебел/рослину) визначено у 2018 р. за варіабельності 4,1–8,4 шт. стебел/рослину. Слід зазначити, що у 2018 р. середня по батьківських формах загальна кущистість була мінімальною. Найменша середня загальна кущистість (3,8 шт. стебел/рослину) відмічена у 2020 р. (1,6–5,8 шт. стебел/рослину) (табл. 2).

Таблиця 2 – Загальна кущистість гібридів і ступінь фенотипового домінування за використання материнською формою ранньостиглих сортів пшениці

Комбінація схрещування	2018 р.		2019 р.		2020 р.	
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$ , шт. стебел / рослину	$h_p$	$\bar{x} \pm S\bar{x}$ , шт. стебел / рослину	$h_p$	$\bar{x} \pm S\bar{x}$ , шт. стебел / рослину	$h_p$
♀ ранньостиглі / ♂ ранньостиглі						
Мир. ран. / Б.Ц. н/к.	4,1±0,65	63,3	6,6±0,67	93,6	1,6±0,42	-38,0
Мир. ран. / Кольчуга	6,7±0,79	80,7	6,7±0,59	24,4	2,7±0,40	15,0
Б.Ц. н/к. / Кольчуга	5,9±1,12	163,0	7,0±0,91	35,0	4,0±1,15	34,0
♀ ранньостиглі / ♂ середньоранні						
Мир. ран. / Золотокол.	4,5±0,29	24,5	7,0±0,74	51,0	4,2±0,59	9,7
Мир. ран. / Чорнява	5,0±0,68	76,0	6,4±0,71	42,8	3,7±0,62	32,4
Б.Ц. н/к. / Золотокол.	8,4±3,30	88,3	5,2±0,58	67,2	5,8±1,32	15,5
Б.Ц. н/к. / Чорнява	7,3±1,03	71,7	5,4±0,94	69,0	4,9±0,89	71,0
Кольчуга / Чорнява	4,1±0,77	22,0	5,8±0,62	19,8	4,1±0,50	21,3
♀ ранньостиглі / ♂ середньостиглі						
Мир. ран. / Антонівка	5,0±0,44	52,3	4,5±0,40	8,1	1,8±0,57	-0,1
Мир. ран. / Єдність	3,5±0,62	157,0	4,1±0,65	4,4	3,6±0,56	6,9
Б.Ц. н/к. / Антонівка	4,7±0,29	58,0	5,9±0,66	14,2	3,9±0,51	10,1
Б.Ц. н/к. / Єдність	6,3±0,99	97,9	4,3±0,61	4,4	4,0±0,50	9,4
Б.Ц. н/к. / Відрада	5,5±0,54	17,4	5,5±0,63	28,4	4,9±0,35	72,2
Кольчуга / Антонівка	4,3±0,94	101,0	5,0±0,47	23,7	4,7±0,57	19,7
Кольчуга / Єдність	3,5±0,45	23,3	4,3±0,42	3,6	3,9±0,78	7,0
Кольчуга / Відрада	5,9±0,88	21,5	4,6±0,34	149,0	3,8±0,58	93,5
Кольчуга / Столична	4,3±0,30	17,7	5,5±0,47	18,5	4,6±0,68	12,5
♀ ранньостиглі / ♂ середньопізні						
Мир. ран. / Вдала	5,6±0,57	12,9	5,7±0,63	13,3	1,8±0,20	-5,0
Мир. ран. / Добірна	5,7±0,62	26,0	5,7±0,72	13,4	3,8±0,69	11,2
Б.Ц. н/к. / Добірна	5,7±0,64	21,0	7,3±0,91	22,6	4,8±0,93	18,7

Примітка:  $\bar{x} \pm S\bar{x}$  середнє арифметичне і його похибка;  $h_p$  – ступінь фенотипового домінування.

Стабільним проявом із мінливістю загальної кущистості (0,6–2,1 шт. стебел/рослину) у роки досліджень характеризувалися усі комбінації схрещування, де материнською формою був ранньостиглий сорт Кольчуга, а також Миронівська ранньостигла/Єдність, Білоцерківська напівкарликова/Відрада, Білоцерківська напівкарликова/Антонівка і Миронівська ранньостигла/Добірна. При цьому перевищення середньої за три роки загальної кущистості (4,9 шт. стебел/рослину) визначено лише у Миронівська ранньостигла/Добірна (5,1 шт. стебел/рослину) та Білоцерківська напівкарликова / Відрада (5,4 шт. стебел/рослину).

На середньому рівні (2,3–3,2 шт. стебел/рослину) варіабельність загальної кущистості у 2018–2020 рр. визначена у Білоцерківська напівкарликова/Єдність, Білоцерківська напівкарликова/Чорнява, Білоцерківська напівкарликова/Добірна, Миронівська ранньостигла/Чорнява, Миронівська ранньостигла/Золотоколоса, Білоцерківська напівкарликова/Кольчуга, Білоцерківська напівкарликова/Золотоколоса, Миронівська ранньостигла/Антонівка. Водночас за виключенням Білоцерківська напівкарликова/Єдність і Миронівська ранньостигла/Антонівка усі інші перевищували середню по  $F_1$  загальну кущистість, формуючи показник 5,0–6,5 шт. стебел/рослину. Інші гібриди мали значне (3,9–5,0 шт. стебел/рослину) варіювання досліджуваної ознаки.

Визначені показники ступеня фенотипового домінування у роки досліджень свідчать, що детермінація загальної кущистості в більшості гібридів (95,0 %) відбувалась за позитивним наддомінуванням –  $h_p = 3,6–163,0$ . Від'ємне наддомінування спостерігалось у гібридів Миронівська ранньостигла/Білоцерківська напівкарликова ( $h_p = -38,0$ ) та Миронівська ранньостигла/Вдала ( $h_p = -5,0$ ), а проміжне успадкування відмічено лише у Миронівська ранньостигла/Антонівка – 2020 р.

Позитивне наддомінування визначено у 17 із 20 комбінацій схрещування, які досліджували впродовж трьох років. У 2018, 2019 рр. усі гібриди успадковували загальну кущистість за позитивним наддомінуванням.

За схрещування середньоранніх, середньостиглих і середньопізніх сортів загальна кущистість гібридів у роки досліджень змінювалась від 1,7 шт. стебел/рослину (2020 р.) – Антонівка/Відрада до 8,9 шт. стебел/рослину у 2019 р. – Золотоколоса/Чорнява, що свідчить про значну диференціацію показника. Найбільша середня по гібридах загальна

кущистість (6,7 шт. стебел/рослину) також формувалась у 2019 р. і за цим показником на 1,1 шт. стебел/рослину перевищувала  $F_1$ , отриманих за використання материнською формою ранньостиглих сортів. У 2018 р. середня по гібридах загальна кущистість (5,0 шт. стебел/рослину) була меншою за 2019 р., а в умовах 2020 р. (3,5 шт. стебел/рослину) – мінімальною і на 0,3 шт. стебел/рослину поступалася показнику  $F_1$ , де материнською формою були залучені ранньостиглі сорти пшениці м'якої озимої (табл. 3).

Отримані експериментальні дані свідчать, що мінливість загальної кущистості у 2018–2020 рр. гібридів, отриманих схрещуванням середньоранніх, середньостиглих і середньопізніх сортів, є значно більшою (1,5–6,3 шт. стебел/рослину) в порівнянні з  $F_1$ , де материнською формою були використані ранньостиглі сорти (0,6–5,0 шт. стебел/рослину).

Незначну мінливість (1,5–2,9 шт. стебел/рослину) загальної кущистості, у роки досліджень, відмічено у комбінаціях схрещування: Щедра нива/Добірна, Єдність/Добірна, Золотоколоса/Відрада, Єдність/Відрада, Добірна/Пивна, Золотоколоса/Антонівка, Золотоколоса/Столична. Слід зазначити, що гібриди Добірна/Пивна (5,2 шт. стебел/рослину), Щедра нива/Добірна (5,3 шт. стебел/рослину) та Золотоколоса/Відрада (5,9 шт. стебел/рослину) мали перевищення над середнім по  $F_1$  показником (5,0 шт. стебел/рослину).

У комбінаціях схрещування Миронівська 61/Єдність, Антонівка/Столична, Золотоколоса/Єдність, Щедра нива/Відрада, Антонівка/Відрада, Антонівка/Єдність і Вдала/Столична мінливість загальної кущистості була на рівні середньої – 3,3–4,3 шт. стебел/рослину. Водночас перевищення середньої по  $F_1$  загальної кущистості (5,0 шт. стебел/рослину) визначено у гібридів, де чоловічою формою був залучений сорт Єдність. У гібридів Золотоколоса/Щедра нива та Золотоколоса/Чорнява визначено максимальну мінливість ознаки 6,3 і 4,8 шт. стебел/рослину відповідно.

За результатами досліджень встановлено, що формування загальної кущистості в  $F_1$  значною мірою залежить від підібраних пар гібридизації та умов року.

Визначені показники ступеня фенотипового домінування у 2018–2020 рр. свідчать, що детермінація загальної кущистості в переважній більшості гібридів (97,9 %) відбувалась за позитивним наддомінуванням –  $h_p = 2,1–95,0$ . Проміжне успадкування спостерігалось лише у Антонівка/Відрада – 2020 р.

Таблиця 3 – Загальна кущистість  $F_1$  і ступінь фенотипового домінування за використання в гібридизації середньоранніх, середньостиглих і середньопізніх сортів

Комбінація схрещування	2018 р.		2019 р.		2020 р.	
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$ , шт. стебел / рослину	$h_p$	$\bar{x} \pm S\bar{x}$ , шт. стебел / рослину	$h_p$	$\bar{x} \pm S\bar{x}$ , шт. стебел / рослину	$h_p$
♀ середньоранні / ♂ середньоранні						
Золотокол. / Чорнява	5,7±0,53	25,7	8,9±0,82	70,0	4,1±0,62	7,7
Золотокол. / Щедра нива	3,3±0,49	9,7	8,3±0,92	25,0	2,0±0,58	4,0
♀ середньоранні / ♂ середньостиглі						
Золотокол. / Антонівка	5,5±0,45	75,0	6,0±0,57	17,8	3,3±0,33	35,0
Золотокол. / Єдність	7,8±1,13	60,0	8,0±1,06	11,4	4,2±0,74	5,0
Золотокол. / Відрада	7,4±0,91	39,0	5,1±0,66	34,0	5,2±0,66	17,5
Золотокол. / Столична	4,2±0,36	15,7	6,4±0,71	45,0	3,5±0,54	4,0
Щедра нива / Відрада	4,4±0,54	9,0	6,6±0,57	13,3	2,8±0,91	10,0
♀ середньоранні / ♂ середньопізні						
Щедра нива / Добірна	5,8±0,37	75,0	5,8±0,58	8,8	4,3±0,96	7,7
♀ середньостиглі / ♂ середньостиглі						
Антонівка / Єдність	6,6±0,93	95,0	7,3±0,47	7,0	3,3±0,83	3,3
Антонівка / Відрада	3,0±0,43	7,0	5,5±0,37	27,0	1,7±0,38	-0,3
Антонівка / Столична	2,9±0,39	10,0	6,4±0,44	13,6	2,7±0,45	2,1
Мир. 61 / Єдність	7,0±1,51	50,0	6,6±0,49	26,3	3,7±0,44	12,0
Єдність / Відрада	4,9±0,77	13,0	6,3±0,92	6,8	3,9±0,60	7,0
♀ середньостиглі / ♂ середньопізні						
Єдність / Добірна	3,4±1,40	14,0	5,6±0,50	5,0	3,5±0,38	23,0
♀ середньопізні / ♂ середньостиглі						
Вдала / Столична	4,0±0,47	6,7	6,9±0,48	17,3	2,6±0,60	4,0
♀ середньопізні / ♂ середньопізні						
Добірна / Пивна	4,2±0,95	7,0	6,8±0,88	12,5	4,5±0,50	13,7

Примітка:  $\bar{x} \pm S\bar{x}$  – середнє арифметичне і його похибка;  $h_p$  – ступінь фенотипового домінування.

**Висновки.** 1. Загальна кущистість досліджуваних сортів пшениці м'якої озимої, як генетично обумовлена кількісна ознака, піддається значному впливу метеорологічних умов року.

2. Формування загальної кущистості і показники ступеня фенотипового домінування у  $F_1$  пшениці м'якої озимої залежать як від підбору батьківських форм гібридизації, так і умов року. Найбільш поширеним типом успадкування (96,3 %) загальної кущистості в  $F_1$  пшениці м'якої озимої встановлено позитивне наддомінування.

3. Використовуючи в гібридизації різні за скоростиглістю батьківські форми пшениці м'якої озимої вдалося виділити комбінації схрещування, які в контрастні за метеорологічними умовами року досліджень формують стабільно більшу загальну кущистість.

4. Виділені комбінації схрещування Білоцерківська напівкарликова/Відрада, Миронівська ранньостигла/Добірна, Щедра нива/Добірна, Золотоколоса/Відрада, Добірна/Пивна, які у контрастні за метеорологічними умовами 2018–2020 рр. достовірно перевищували середню по  $F_1$  загальну кущистість і характеризувались незначною мінливістю.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Improving regional wheat yields estimations by multi-step-assimilating of a crop model with multi-source data / Z. Zhang et al. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2020. No 290. 107993 p.
2. Crops that feed the world 10. Past successes and future challenges to the role played by wheat in global food security / B. Shiferaw et al. *Food Sci.* 2013. No 5. P. 291–317. DOI: 10.1007/s12571-013-0263-y
3. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). *Crops and Livestock Products*. URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
4. Evaluating Genetic Variability and Biometric Indicators in Bread Wheat Varieties: Implications for Modern Selection Methods / D.T. Juraev et al. *Asian Journal of Agricultural and Horticultural Research*. 2023. No 10(4). P. 335–351.
5. Moore G. Strategic pre-breeding for wheat improvement. *Nature Plants*. 2015. No 1(3). P. 1–3.
6. Dilmurodovich D.S., Rustamovna M.S., Usmanovna H.S. Selection of early maturing and high yielding lines of durum wheat for irrigated areas. In *Conference Zone*. 2022. P. 124–131.
7. Agricultural management practices impacted carbon and nutrient concentrations in soil aggregates, with minimal influence on aggregate stability and total carbon and nutrient stocks in contrasting soils / J.R. Sarker et al. *Soil and Tillage Research*. 2018. No 178. P. 209–23.
8. Sankaran S., Khot L.R., Carter A.H. Field-based crop phenotyping: Multispectral aerial imaging for evaluation of winter wheat emergence and spring stand. *Computers and electronics in agriculture*. 2015. No 118. P. 372–79.
9. Лихочвор В.В., Проць Р.Р. Озима пшениця. Львів: НВФ “Українські технології”, 2006. 216 с.
10. Бурденюк-Тарасевич Л.А., Лозінський М.В., Дубова О.А. Кущистість пшениці м’якої озимої різного еколого-географічного походження та її зв’язок з елементами продуктивності. *Агробіологія*. 2013. № 10. С. 142–147.
11. Sadras V.O., Slafer G.A. Environmental modulation of yield components in cereals: Heritabilities reveal a hierarchy of phenotypic plasticities. *Field Crops Res.* 2012. No 127. P. 215–224.
12. Crop development: Genetic control, environmental modulation and relevance for genetic improvement of crop yield / G. Slafer et al. In *Crop Physiology: Applications for Genetic Improvement and Agronomy*. USA, Academic Press: San Diego, CA, 2009. P. 277–308.
13. Strategies for Selecting Crosses Using Genomic Prediction in Two Wheat Breeding Programs / B. Lado et al. *The Plant Genome*. 2017. No 10(2).
14. Van Ginkel M., Ortiz R. Cross the Best with the Best, and Select the Best: HELP in Breeding Selfing Crops. *Crop Science*. 2018. No 58. P. 17–30.
15. Лозінський М.В., Устинова Г.Л., Панченко Т.В. Особливості прояву ступеня фенотипового домінування за довжиною стебла в F<sub>1</sub> пшениці м’якої озимої. *Агробіологія*. 2021. № 1. С. 104–114.
16. Establishing the AE Watkins landrace cultivar collection as a resource for systematic gene discovery in bread wheat / L.U. Wingen et al. *Theoretical and Applied Genetics*. 2014. No 127. P. 1831–1842.
17. Лозінський М.В., Устинова Г.Л. Вплив генотипу та умов року на успадкування продуктивної кущистості за гібридизації різних за скоростиглістю сортів пшениці м’якої озимої. *Агробіологія*. 2022. № 1. С. 95–106.
18. Базалій В.В., Ларченко О.В., Лавриненко Ю.О., Базалій Г.Г. Адаптивний потенціал сортів пшениці м’якої озимої залежно від умов вирощування. Фактори експериментальної еволюції організмів. 2009. Т. 6. С. 215–218.
19. Успадкування маси зерна колоса гібридами пшениці озимої різного еколого-генетичного походження в умовах зрошення / А. Жупина та ін. *Аграрні інновації*. 2022. № 14. С. 152–160.
20. Бабушкіна Т.В., Петренкова В.П., Голік О.В. Успадкування стійкості до твердої сажки в F<sub>1</sub> і F<sub>2</sub> гібридів пшениці м’якої ярої. Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області. 2015. № 19. С. 13–21.
21. Коломієць Л.А., Гуменюк О.В. Використання світового генофонду пшениці м’якої озимої в нових сортах миронівської селекції. *Миронівський вісник*. 2019. № 8. С. 6–17.
22. Компанець К.В., Козаченко М.Р. Успадкування продуктивності та її структурних елементів у F<sub>1</sub> гібридів ячменю ярого. *Генетичні ресурси рослин*. 2017. № 20. С. 43–55.
23. Гопцій В.О. Мінливість морфоанатомічних ознак колекційних зразків пшениці м’якої озимої різного еколого-географічного походження. Перші наукові кроки—2019: матеріали XIII всеукраїн. наук.-практ. конф. студентів та молодих науковців. Кам’янець-Подільський, 2019. 292 с.
24. Molecular characterization of slow leaf-rusting resistance in wheat / X. Xu et al. *Crop Science*. 2005. No 45. P. 758–765.
25. An adaptive evolutionary shift in Fusarium head blight pathogen populations is driving the rapid spread of more toxigenic Fusarium graminearum in North America / T.J. Ward et al. *Fungal Genetics and Biology*. 2008. No 45. P. 473–484.
26. Stripe rust: A review of the disease, Yr genes and its molecular markers / A. Waqar et al. *Sarhad Journal of Agriculture*. 2018. No 34(1). P. 188–201.
27. Breeding wheat for resistance to Fusarium head blight in the Global North: China, USA, and Canada / Z. Zhu et al. *The Crop Journal*. 2019. No 7. P. 730–738.

28. Wulff B.B.H., Jones J.D.G. Breeding a fungal gene into wheat. *Science*. 2020. No 368(6493). P. 822–823.

29. Волкодав В.В. Методика державного випробування сортів рослин на придатність до поширення в Україні: заг. част. Охорона прав на сорти рослин: офіційний бюлетень. Київ: Алефа, 2003. Вип.1. Ч. 3. 106 с.

30. Griffing B. Analysis of quantitative gene action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*. 1950. No 35. P. 303–321.

31. Beil G.M., Atkins R.E. Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Iowa State Journal*. 1965. No 39. 3 p.

## REFERENCES

1. Zhang, Z., Li, Z., Chen, Y., Zhang, L., Tao, F. (2020). Improving regional wheat yields estimations by multi-step-assimilating of a crop model with multi-source data. *Agricultural and Forest Meteorology*. no. 290, 107993 p.

2. Shiferaw, B., Smale, M., Braun, H., Duveiller, E., Reynolds, M., Muricho, G. (2013). Crops that feed the world 10. Past successes and future challenges to the role played by wheat in global food security. *Food Sci.* no. 5, pp. 291–317. DOI: 10.1007/s12571-013-0263-y

3. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). *Crops and Livestock Products*. Available at: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>

4. Juraev, D.T., Dilmurodov, S.D., Kayumov, N.S., Xujakulova, S.R., Karshiyeva, U.S. (2023). Evaluating Genetic Variability and Biometric Indicators in Bread Wheat Varieties: Implications for Modern Selection Methods. *Asian Journal of Agricultural and Horticultural Research*. no. 10(4), pp. 335–351.

5. Moore, G. (2015). Strategic pre-breeding for wheat improvement. *Nature Plants*. no. 1(3), pp. 1–3.

6. Dilmurodovich, D.S., Rustamovna, M.S., Usmanovna, H.S. (2022). Selection of early maturing and high yielding lines of durum wheat for irrigated areas. In *Conference Zone*. pp. 124–131.

7. Sarker, J.R., Singh, B.P., Cowie, A.L., Badgery, W., Dalal, R.C. (2018). Agricultural management practices impacted carbon and nutrient concentrations in soil aggregates, with minimal influence on aggregate stability and total carbon and nutrient stocks in contrasting soils. *Soil and Tillage Research*. no. 178, pp. 209–23.

8. Sankaran, S., Khot, L., Carter, A. (2015). Field-based crop phenotyping: Multispectral aerial imaging for evaluation of winter wheat emergence and spring stand. *Computers and electronics in agriculture*. no. 118, pp. 372–379.

9. Lykhochvor, V.V., Prots, R.R. (2006). *Ozyna pshenytsia [Winter wheat]*. Lviv, Ukrainian Technologies Research and Production Enterprise, 216 p.

10. Burdeniuk-Tarasevych, L.A., Lozinskyi, M.V., Dubova, O.A. (2013). Kushchystist pshenytsi miakoi ozymoi riznoho ekoloho-heohrafichnoho pokhodzhennia ta yii zviazok z elementamy produktyvnosti [Bushness of soft winter wheat of different ecological and geographical origin and its connection with the elements of productivity]. *Ahrobiolohiia [Agrobiology]*. no. 10, pp. 142–147.

11. Sadras, V.O., Slafer, G.A. (2012). Environmental modulation of yield components in cereals: Heritabilities reveal a hierarchy of phenotypic plasticities. *Field Crops Res.* no. 127, pp. 215–224.

12. Slafer, G., Kantolic, A., Appendino, M., Miralles, D., Savin, R. (2009). Crop development: Genetic control, environmental modulation and relevance for genetic improvement of crop yield. In *Crop Physiology: Applications for Genetic Improvement and Agronomy*. USA, Academic Press, San Diego, CA, pp. 277–308.

13. Lado, B., Battenfield, S., Guzmán, C., Quincke, M., Singh, R., Dreisigacker, S. (2017). Strategies for Selecting Crosses Using Genomic Prediction in Two Wheat Breeding Programs. *The Plant Genome*. no. 10(2).

14. Van Ginkel, M., Ortiz, R. (2018). Cross the Best with the Best, and Select the Best: HELP in Breeding Selfing Crops. *Crop Science*. no. 58, pp. 17–30.

15. Lozinskyi, M.V., Ustynova, H.L. Panchenko, T.V. (2021). Osoblyvosti proiavu stupenia fenotypovoho dominuvannia za dovezhynoiu stebila v  $F_1$  pshenytsi miakoi ozymoi [Features of the manifestation of the degree of phenotypic dominance by stem length in  $F_1$  soft winter wheat]. *Ahrobiolohiia [Agrobiology]*. no. 1, pp. 104–114.

16. Wingen, L.U., Orford, S., Goram, R., Leverington-Waite, M., Bilham, L., Patsiou, T.S., Griffiths, S. (2014). Establishing the AE Watkins landrace cultivar collection as a resource for systematic gene discovery in bread wheat. *Theoretical and Applied Genetics*. no. 127, pp. 1831–1842.

17. Lozinskyi, M.V., Ustynova, H.L. (2022). Vplyv henotypu ta umov roku na uspadkuvannia produktyvnoi kushchystosti za hibrydyzatsii riznykh za skorostyhlistiu sortiv pshenytsi miakoi ozymoi [The influence of genotype and seasonal conditions on the inheritance of productive bushiness in hybridization of soft winter wheat varieties of different maturity]. *Ahrobiolohiia [Agrobiology]*. no. 1, pp. 95–106.

18. Bazalii, V.V., Larchenko, O.V., Lavrynenko, Yu.O., Bazalii, H.H. (2009). Adaptivnyi potentsial sortiv pshenytsi miakoi ozymoi zalezho vid umov vyroshchuvannia [Adaptive potential of soft winter wheat varieties depending on growing con-

ditions.] Faktory eksperymentalnoi evoliutsii orhanizmv [Factors of experimental evolution of organisms]. Vol. 6, pp. 215–218.

19. Zhupyna, A., Bazalii, H., Usyk, L., Marchenko, T., Suchkova, V., Mishchenko, S., Lavrynenko, Yu. (2022). Uspadkuvannia masy zerna kolosa hibrydamy pshenytsi ozymoi riznoho ekoloho-henetychnoho pokhodzhennia v umovakh zroshennia [Inheritance of ear grain mass by winter wheat hybrids of different ecological and genetic origin under irrigation conditions]. Ahrarni innovatsii [Agrarian innovations]. no. 14, pp. 152–160.

20. Babushkina, T.V., Petrenkova, V.P., Holik, O.V. (2015). Uspadkuvannia stiikosti do tvrdoi sazhky v  $F_1$  i  $F_2$  hibrydiv pshenytsi miakoi yaroi [Inheritance of resistance to hard smut in  $F_1$  and  $F_2$  hybrids of soft spring wheat.]. Visnyk Tsentru naukovoho zabezpechennia APV Kharkivskoi oblasti [Bulletin of the Center for Scientific Support of the Agricultural Research Service of the Kharkiv Region]. no. 19, pp. 13–21.

21. Kolomiets, L.A., Humeniuk, O.V. (2019). Vykorystannia svitovoho henofondu pshenytsi miakoi ozymoi v novykh sortakh myronivskoi seleksii [Using the world gene pool of soft winter wheat in new varieties of Myronivka selection]. Myronivskiy visnyk [Myronivka Visnyk]. no. 8, pp. 6–17.

22. Kompanets, K.V., Kozachenko, M.R. (2017). Uspadkuvannia produktyvnosti ta yii strukturnykh elementiv u  $F_1$  hibrydiv yachmeniu yaroho [Inheritance of productivity and its structural elements in  $F_1$  hybrids of spring barley]. Henetychni resursy roslyn [Plant genetic resources]. no. 20, pp. 43–55.

23. Hoptsi, V.O. (2019). Minlyvist morfoanatomichnykh oznak kolektsiinykh zrazkiv pshenytsi miakoi ozymoi riznoho ekoloho-heohrafichnoho pokhodzhennia [Variability of morphoanatomical features of collection samples of soft winter wheat of different ecological and geographical origin]. Pershi naukovy kroky–2019: materialy XIII vseukrain. nauk.-prakt. konf. studentiv ta molodykh naukovtsiv [First scientific steps–2019: materials of the XIII All-Ukrainian scientific-practical conference of students and young scientists]. Kamianets-Podilskyi, 292 p.

24. Xu, X., Bai, G., Carver, B.F., Shaner, G.E., Hunger, R.M. (2005). Molecular characterization of slow leaf-rusting resistance in wheat. *Crop Science*. no. 45, pp. 758–765.

25. Ward, T.J., Clear, R.M., Rooney, A.P., O'Donnell, K., Gaba, D., Patrick, S., Nowicki, T.W. (2008). An adaptive evolutionary shift in *Fusarium* head blight pathogen populations is driving the rapid spread of more toxigenic *Fusarium graminearum* in North America. *Fungal Genetics and Biology*. no. 45, pp. 473–484.

26. Waqar, A., Khattak, S.H., Begum, S., Rehman, T., Shehzad, A., Ajmal, W., Ali, G.M. (2018).

Stripe rust: A review of the disease, Yr genes and its molecular markers. *Sarhad Journal of Agriculture*. no. 34(1), pp. 188–201.

27. Zhu, Z., Hao, Y., Mergoum, M., Bai, G., Humphreys, G., Cloutier, S., He, Z. (2019). Breeding wheat for resistance to *Fusarium* head blight in the Global North: China, USA, and Canada. *The Crop Journal*. no. 7, pp. 730–738.

28. Wulff, B.B.H., Jones, J.D.G. (2020). Breeding a fungal gene into wheat. *Science*. no. 368(6493), pp. 822–823.

29. Volkodav, V.V. (2003). Metodyka derzhavnogo vyprovuvannia sortiv roslyn na prydatnist do poshyrennia v Ukraini [Methods of state testing of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine]. Okhorona prav na sorty roslyn [Protection of plant variety rights]. Kyiv, Alefa, Issue 1, Part 3, 106 p.

30. Griffing, B. (1950). Analysis of quantitative gene-action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*. no. 35, pp. 303–321.

31. Beil, G.M., Atkins, R.E. (1965). Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Iowa State Journal*. no. 39, 3 p.

#### **Genotype and seasonal conditions influence on the degree of phenotypic dominance of total bushiness during intraspecific hybridization of winter wheat (*Triticum aestivum* L.)**

**Ustynova H., Lozinskyi M., Fedoruk Yu., Samoilyk M., Filitska O., Dubova O.**

Wheat (*Triticum aestivum* L.) is an important grain crop in world agriculture. One of the main factors in increasing yield and stabilizing wheat grain production is the rational use of varietal resources that are competitive and suitable for the soil and climatic conditions of certain regions.

In the experimental field conditions of the Scientific Research Center of the Bila Tserkva National Agrarian University in different meteorological conditions in 2018–2020 the highest average total bushiness among varieties (2.0 pcs. stems/plant) was formed in 2020. In 2018 and 2019, the total bushiness was slightly lower and amounted to 1.8 and 1.9 pcs. stems/plant respectively. During the research years, the total bushiness of the parental crossing components had a significant differentiation of 1.4–2.6 pcs. stems/plant.

The total bushiness of the hybrids majority obtained in 2018–2020 (1.6–8.9 pcs. stems/plant) significantly exceeded the indicators of parental forms. The maximum average  $F_1$  indicator (6.1 pcs. stems/plant) was formed in 2019. The minimum total bushiness (3.7 pcs. stems/plant) was formed by hybrids in 2020.

The research has established that the most common type of inheritance of total bushiness in

2018-2020 was positive overdominance. Thus, when using early-ripening varieties as the maternal form, positive overdominance was established in 95.0% of hybrids. During the research years positive overdominance was determined in 17 out of 20 crossing combinations. In 2018 and 2019 all first-generation hybrids inherited total bushiness by positive overdominance.

When hybridizing by maternal form of medium-early, medium-ripening and medium-late varieties of soft winter wheat, the determined indicators of the degree of phenotypic dominance in 2018-

2020 indicate that the determination of total bushiness in 97.9% of hybrids occurred by positive overdominance –  $hp = 2.1-95.0$ . Intermediate inheritance was observed only in the hybrid «Antonivka/Vidrada» – 2020.

According to the research data, it was established that the degree indicators of phenotypic dominance of total bushiness in hybrids depended on both crossbreeding components selection and the year conditions.

**Key words:** parental forms, hybrids, phenotypic dominance degree, total bushiness, soft winter wheat.



Copyright: Устинова Г.Л. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Устинова Г.Л.  
Лозінський М.В.  
Федорук Ю.В.  
Самойлик М.О.  
Філіцька О.О.  
Дубова О.А.

<https://orcid.org/0000-0002-3056-358X>  
<https://orcid.org/0000-0002-6078-3209>  
<https://orcid.org/0000-0003-3921-7955>  
<https://orcid.org/0000-0001-8576-5368>  
<https://orcid.org/0000-0003-1544-0845>  
<https://orcid.org/0009-0008-4716-739X>



## АГРОНОМІЯ

УДК 633.85."324":631.559

**Селекційна цінність сортів ріпаку озимого за елементами структури врожаю**

Шох С.С., Малик Д.А.

*Білоцерківський національний аграрний університет*

Шох С.С., Малик Д.А. Селекційна цінність сортів ріпаку озимого за елементами структури врожаю. «Агробіологія», 2024. № 2. С. 185–192.

Shokh S., Malik D. Selection value of winter rapeseed varieties by yield structure elements. «Agrobiologia», 2024. no. 2, pp. 185–192.

Рукопис отримано: 07.11.2024 р.

Прийнято: 27.11.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-191-2-185-192

Ріпак має значний потенціал внутрішньовидової генотипної мінливості за цінними господарськими ознаками. Впродовж останніх років значні зміни та коливання гідротермічних показників за роками суттєво впливають на прояв окремих ознак, а в результаті й макроознак, зокрема врожайності.

Одним із завдань селекційних наукових досліджень щодо ріпаку є селекція на продуктивність завдяки поєднанню простих кількісних ознак – маси 1000 насінин, кількості насінин у стручку, кількості стручків на рослині та ін. Кількісні ознаки, що визначають продуктивність і адаптивність рослини ріпаку недостатньо вивчено генетично, оскільки генетика кількісних ознак наразі практично відірвана від онтогенетики, екологічної генетики та фізіології рослин. До негативних критичних факторів належать і екстремальні чинники середовища, які впливають на розвиток та ріст рослин – зимоморозні періоди, посушливі умови впродовж різних критичних періодів росту, перезволоження у період формування та досягання врожаю. Оцінка адаптивності у рослин різних сортів ріпаку дозволяє виявити форми, що проявляють широку норму реакції за компонентами макроознаки.

Актуальним завданням наразі є вивчення селекційно-генетичної цінності й адаптивності робочої колекції сортів ріпаку та створення на їх основі нового вихідного матеріалу.

Впродовж останніх років погодні умови в Київській області різко відрізнялись за кількома показниками, що негативно позначалось на продуктивності рослин і загалом зменшувало врожай ріпаку. Для вивчення реакції генотипів на умови середовища проводили оцінку за параметрами адаптивності. Дослідження адаптивної цінності сортопопуляцій ріпаку озимого проводили в умовах дослідного поля НВЦ Білоцерківського національного аграрного університету.

**Ключові слова:** ріпак, сорт, висота рослини, параметри стабільності, селекційна цінність, коефіцієнт кореляції.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** На сьогодні значну увагу приділяють ріпаку, який в умовах помірного клімату України є важливим джерелом виробництва рослинної олії, технічних мастил, біопалива і високобілкових кормів. Зростаючий попит на ріпакову олію значно збільшує площі посівів культури, зважаючи на корисність олії. Ріпак має значний потенціал генотипної внутрішньовидової мінливо-

сті за господарсько цінними ознаками [1–3]. Впродовж останніх років значні коливання гідротермічних показників за роками можуть спостерігатися навіть в одній ґрунтово-кліматичній локації, що суттєво впливає на прояв окремих ознак і властивостей, а в результаті й макроознак, зокрема врожайності. Саме це спонукає звернути більше уваги на адаптивний потенціал створюваних сортів. Високоадаптивні сорти є запорукою

отримання стабільного врожаю в мінливих погодно-кліматичних умовах та в різних еколого-географічних зонах. Оцінка селекційного матеріалу на адаптивність та стабільність є необхідною умовою для відбору високоадаптивних форм [5–9].

Одним із завдань наукових досліджень ріпаку є селекція на продуктивність завдяки поєднанню простих кількісних ознак – маса 1000 насінин, кількість насінин у стручку, кількість стручків на рослині. Кількісні ознаки, які визначають продуктивність і адаптивність рослини недостатньо вивчені в генетичному напрямі, оскільки генетика кількісних ознак практично відірвана від онтогенетики, екологічної генетики та фізіології рослин. Лише послідовне інтенсивне дослідження спеціальної та прикладної генетики, спрямоване на розробку ефективних методів оцінки селекційного матеріалу, дозволить розкрити непізнані резерви продуктивності і витривалості рослинного організму та надасть селекціонерам нові способи підвищення врожайного і адаптивного потенціалів. Для створення високопродуктивних форм ріпаку основним завданням є виявлення джерел і донорів господарсько цінних ознак [8–13].

Дотепер не створено достатньої кількості сортів і гібридів, які б за всіма показниками задовольняли потреби виробництва. Селекційний процес та оцінка вихідного матеріалу є досить тривалими та наукоємкими. Ефективність підбору батьківських пар для схрещування залежить від знання закономірностей мінливості, успадкування та взаємозв'язків господарсько цінних ознак. Ряд ознак, за якими проводять дослідження є загальними для всіх напрямів – це вдосконалення морфотипу рослин, а саме: створення сортів з компактним типом рослини, збільшення кількості стручків на пагоні та насінин у стручку, збільшення довжини стручка та ін. [13–17].

В адаптивній селекції основним є створення сортів та гібридів рослин, у яких ріст, розвиток, формоутворення та організація макропроцесів максимально погоджені зі зміною чинників фізичного середовища місця вирощування. В селекційній практиці цінними є генотипи, які за фенотиповим проявом ознак мають високий рівень показника впродовж кількох поколінь. До критичних факторів належать і екстремальні чинники

середовища – комплекс зимоморозних умов, посушливі умови впродовж критичних періодів росту, перезволоження за формування та досягання врожаю. Оцінка адаптивної здатності у сортів ріпаку озимого дозволяє виявити форми, які проявляють широку норму реакції за компонентами макроознаки [18–20].

Актуальним завданням є вивчення селекційно-генетичної цінності та адаптивності робочої колекції сортів ріпаку і створення на їх основі нового вихідного матеріалу з високими показниками продуктивності, стійкості до певних агрокліматичних і технологічних умов вирощування, що відповідають вимогам сільськогосподарського виробництва [20–24].

Актуальним напрямом є пошук підходів і розробка селекційних методів в адаптивному їх прояві. Успіх селекції ріпаку на поєднання продуктивності й адаптивності значною мірою визначається рівнем досліджень особливостей генетичного контролю мінливості кількісних ознак і їх прояву за змінних умов середовища [23–25].

**Мета дослідження** – визначити рівень адаптивності та селекційної цінності сортових популяцій ріпаку озимого за ознаками продуктивності в умовах дослідного поля НВЦ БНАУ.

**Матеріал і методи дослідження.** Дослідження проводили у 2022–2024 рр. в умовах дослідного поля НВЦ Білоцерківського національного аграрного університету. За комплексом ознак досліджували 15 сортів і гібридів ріпаку озимого у порівнянні з сортом-стандартом Чорний велетень. Методами статистичного аналізу було виділено кращі популяції і проаналізовано за параметрами адаптивності та селекційної цінності. Впродовж останніх років погодні умови в Київській області різко відрізнялись за кількома показниками. Для вивчення реакції генотипів на умови середовища проводили оцінку за параметрами адаптивності. Параметри адаптивності досліджених сортів і гібридів визначали за адаптивною здатністю, відносною стабільністю генотипу ( $S_{gi}$ ), коефіцієнтом екологічної пластичності ( $bi$ ) та показником селекційна цінність генотипу (СЦГі) [1, 3–6, 9].

Реакцію генотипу на поліпшення умов вирощування визначали за величиною коефіцієнту регресії генотипу на середовище –  $bi$ . Коефіцієнти екологічної пластичності

розраховано згідно з методикою S.A. Eberhart, W. A. Russel (1966).

За період досліджень на дослідному полі Білоцерківського НАУ вегетаційні періоди відрізнялись різкою зміною температур і зволоження – від посушливих умов до перезволоження влітку, спекотними весняними та літніми періодами і нерівномірністю снігового покриву та перепадами температур взимку. Для рослин різних сортів ріпаку озимого, який є вологолюбною культурою, саме такі умови створили природний провокаційний фон та передумови для визначення адаптивного потенціалу рослин ріпаку без перенесення рослин у різні зони вирощування.

**Результати дослідження та обговорення.** Для визначення взаємозв'язку між селекційно цінними ознаками було проведено аналіз коефіцієнтів кореляції з використанням простих ознак у сортів ріпаку озимого (рис. 1). За даними кореляційного аналізу виявлено, що кількість пагонів першого порядку мають середньої сили кореляційний зв'язок з кількістю стручків на рослині та кількістю пагонів другого порядку ( $r=0,446194-0,540062$ ).

Встановлено, що ознаки кількості стручків на рослині та довжина стручка мають найбільш тісний кореляційний зв'язок ( $r=0,610786$ ) серед показників, що вивчали в досліді.

Середній рівень зв'язку між ознаками – кількістю стручків на рослині і кількістю пагонів першого порядку та довжиною стручка і кількістю насіння в стручку вказує що ознака кількості стручків найбільш цінна в селекції ріпаку озимого, що є визначальною за створення цінних форм.

За даними проведених досліджень, відносна стабільність генотипу (Sgi) за ознаками, що вивчали у досліді коливалась у межах від 3,8 до 32,6. Найвищим показником за ознакою висота рослин вирізнялись сорт Халк (13,1), за ознакою кількість пагонів 1 порядку – сорт Амбасадор (32,6) і сорт Акіла (27,6). За кількістю насіння в стручку було виділено сорт-стандарт Чорний велетень, що характеризувався найвищою відносною стабільністю (табл. 1, 2).

Високим коефіцієнтом за реакцією генотипу на середовище (bi) за ознакою висоти рослин у ріпаку відрізнявся сорт Чорний велетень, що є національним стандартом України у ріпаку озимого за врожайністю. Сорт характеризується тим, що у несприятливі роки може формувати більшу кількість насіння у стручку (табл. 2). Така адаптивна реакція дає змогу формувати більший врожай насіння у рослини. За комплексним показником СЦГі, що вказує на стабільність генотипу, виділено сорти Амбасадор (78,7) та Акіла (82,2).

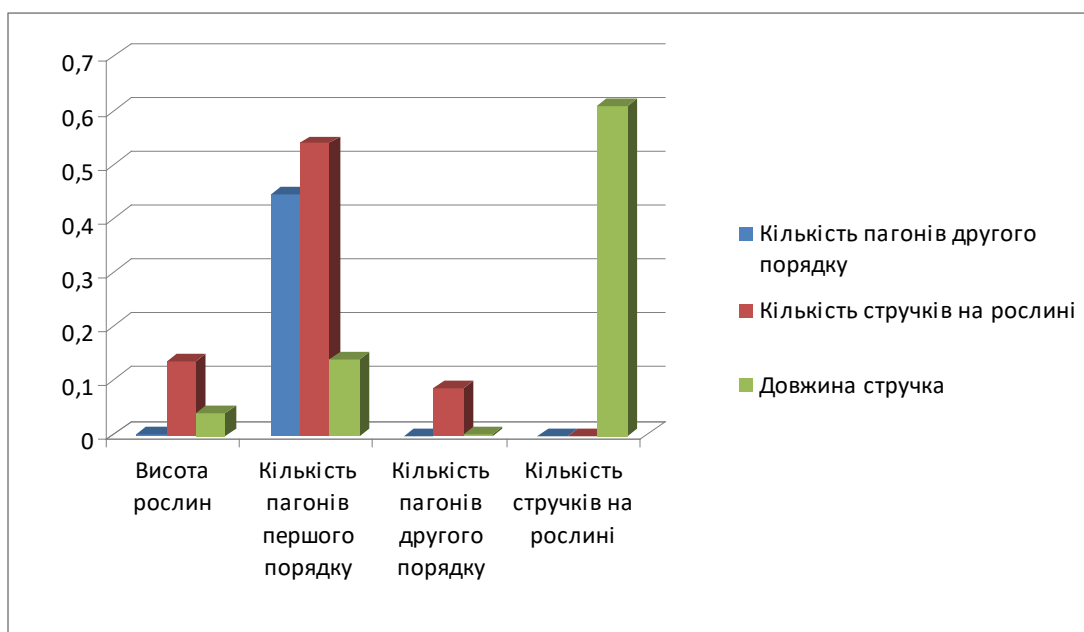


Рис. 1. Взаємозв'язок між ознаками продуктивності у рослин ріпаку озимого.

Загалом аналіз адаптивності за висотою рослин показує, що не виявлено сортів з найвищими показниками адаптивності разом зі стабільністю у прояві ознаки.

Кількість пагонів першого порядку це важлива адаптивна ознака, яка забезпечує формування підвищеної врожайності у оптимальних умовах та детермінує пластичність рослинного організму за умов стресу.

За кількістю пагонів на рослині отримали широкий розмах варіювання ознаки, оскільки рослини ріпаку здатні формувати на рослині більшу кількість пагонів за сприятливих умов і стабільну кількість пагонів за вирощування у стресових умовах.

Під час аналізу адаптивності ознаки кількість пагонів 1 порядку було виявлено рослини з високим проявом фенотипних ознак – сорти Акіла (8,3 пагони) та Стілуца (8,4 пагони) (табл. 2). Високими показниками екологічної пластичності ( $b_i$ ) також відрізняються вказані сорти Акіла та Стілуца ( $b_i = 2,23$ ;

2,41), що свідчить про високий прояв адаптивної реакції у рослин таких сортів та формування більшої кількості пагонів за сприятливих умов середовища.

Сорт Акіла також характеризувався високими показниками відносної стабільності генотипу ( $S_{gi}$ ), тобто проявляв високу стабільність у досліді за ознакою кількості пагонів першого порядку і є цінним для використання у селекції високоадаптивних сортів та гібридів ріпаку за вказаною ознакою.

Для одночасного добору форм за адаптивною здатністю та стабільністю визначали також селекційну цінність генотипу. Високий рівень селекційної цінності ( $СЦГ_i = 5,0$ ) в досліді у сорту Вектра також вказує на цінність сорту за проявом ознаки кількість пагонів 1 порядку.

За аналізом ознаки кількість насіння в стручку відмітили широкий розмах варіювання ознаки у сортів досліді від 22,3 шт. у сорту Халк до 27,2 шт. у сорту Вектра (табл. 3).

Таблиця 1 – Параметри стабільності та селекційної цінності у сортів ріпаку озимого за висотою рослин (середнє за 2022–2024 рр.)

Сорт, гібрид	Середнє	$S_{gi}$	$b_i$	$СЦГ_i$
Чорний велетень	110,3	7,7	1,73	54,2
Авірон	99	11,7	0,10	38,27
Халк	92,1	13,1	0,51	35,05
Кларус	95,2	10,1	0,63	50,46
Акіла	108,7	3,8	1,45	82,2
Стілуца	110,9	9,1	1,49	45,2
Атлант	109,5	8,7	1,13	49,3
Амбасадор	97,0	4,9	0,45	78,7
$НІР_{05}$	3,2			

Таблиця 2 – Параметри адаптивної здатності за ознакою кількість пагонів першого порядку (середнє за 2022–2024 рр.)

Сорт, гібрид	Середнє	$S_{gi}$	$b_i$	$СЦГ_i$
Чорний велетень	6,4	23,1	0,32	3,8
Авірон	7,5	17,8	1,75	4,12
Халк	6,6	17,2	1,25	4,6
Кларус	6,7	23,3	-0,13	3,6
Акіла	8,3	27,0	2,23	1,9
Стілуца	8,4	11,5	2,41	5,0
Атлант	8,0	16,0	1,31	4,3
Амбасадор	5,6	32,6	0,12	2,9
$НІР$	0,12			

Таблиця 3 – Оцінка параметрів адаптивності за ознакою кількість насіння в стручку

Сорт, гібрид	Середнє	Sgi	bi	СЦГі
Чорний велетень	27,0	29,7	-1,75	-6,88
Авірон	25,1	10,1	1,56	15,1
Халк	22,3	11,6	1,31	14,8
Кларус	22,7	7,6	2,31	18,2
Акіла	26,8	15,2	2,25	8,84
Стілуца	27,2	4,1	0,25	20,72
Атлант	26,2	13,7	1,13	10,88
Амбасадор	23,9	8,1	0,94	17,44
НІР	1,2			

За ознакою кількості насіння в стручку було виділено сорт-стандарт Чорний велетень, що за показником відносної стабільності генотипу показав вищий рівень серед сортів досліді (Sgi=29,7).

Сорт Стілуца відрізнявся більшою кількістю насіння у стручку – 27,2 шт. на рівні сорту-стандарту та серед досліджуваних сортів мав високі показники селекційної цінності генотипу (СЦГі = 20,72), що вказує на високий адаптивний потенціал сорту. Низький рівень відносної стабільності та екологічної пластичності характеризує рослини такого сорту як нестабільні за ознакою більшої кількості насіння у стручку.

**Висновки.** За результатами досліджень встановлено, що середній рівень зв'язку між ознаками у ріпаку – кількістю стручків на рослині і кількістю пагонів першого порядку та довжиною стручка і кількістю стручків на рослині свідчить, що ознака кількості стручків найбільш цінна в селекції ріпаку озимого, коефіцієнт кореляції  $r = 0,446194-0,540062$ .

Виявлено, що сорти з високою адаптивною здатністю за компонентами продуктивності рослини є найбільш цінним вихідним матеріалом для селекції. За вивчення мінливості і взаємодії ознак продуктивності виявлено, що за параметрами адаптивності та стабільності відрізняються сорти Чорний велетень, Акіла та Стілуца.

За ознакою висоти рослин та кількості насіння в стручку виділено сорт-стандарт Чорний велетень з високим рівнем показників адаптивності та стабільності. Також високими показниками за параметрами адаптивнос-

ті у досліді характеризувалися сорти Акіла і Стілуца, які мали більшу кількість пагонів першого порядку.

Виділено високоадаптивний сорт Стілуца, що забезпечував високий і стабільний рівень прояву ознаки кількість пагонів першого порядку та високу адаптивність ознаки – кількість насіння в стручку з рослини.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Методика державного сортопробування сільськогосподарських культур / за ред. В.В. Вовкодава. Київ, 2000. Вип. 1. 100 с.
2. Мороз В. Система первинного високоякісного насінництва ріпаку. Київ: ЕКМО, 2006. 60 с.
3. Eberhart S.A., Russel W.A. Stability parameters for comparing varieties. Eberhart. Crop. Sci. 1966. Vol. 6. No 1. P. 36–40.
4. Методика досліджень агроєкосистем: навч. посіб. / Л.М. Карпук та ін. Біла Церква, 2024. 234 с.
5. Шох С.С. Адаптивний потенціал сортових популяцій ріпаку озимого. Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства НААН». 2018. Вип. 4. С. 177–181.
6. Методика проведення експертизи сортів на відмінність, однорідність та стабільність (ВОС) / за ред. В.В. Вовкодава. Київ, 2004. 252 с.
7. Ситнік І. Напрямки, завдання, методи селекції ріпаку в Україні. Агроперспектива. 2007. 6. С. 29–30.
8. Гаврилюк М.М., Салатенко В.Н., Чехов А.В. Олійні культури в Україні: монографія / за ред. А.В. Чехова. Київ: Основа, 2007. 416 с.
9. Заїка Є.В., Дрозд О.М., Кондратюк В.В., Пивовар Т.М. Удосконалена методика підбору компонентів для створення 00-нульових сортів-синтетиків ріпаку: методичні рекомендації. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2020. 16 с.

10. Бугайов В.Д., Вишневецький С.П. Вплив рівня розвитку розетки у гібридів ріпаку озимого восени на зимостійкість та урожайність. Корми і кормовиробництво. 2020. Вип. 89. С. 57–65.

11. Єременко О.А. Агробіологічні основи формування продуктивності олійних культур (*Helianthus annuus* L., *Carthamus tinctorius* L., *Linum usitatissimum* L.) в південному степу України: дис... д-ра с.-г. наук: 06.01.09. Київ–Мелітополь, 2018. 418 с.

12. Current Topics in Developmental Biology. Chapter Three – To Have and to Hold: Selection for Seed and Fruit Retention / Wang Xiaohua et al. Breeding histories and selection criteria for oilseed rape in Europe and China identified by genome wide pedigree dissection. 2016. 119. P. 63–109.

13. Production of partial new typed *Brassica napus* by introgression of genomic components from *B. rapa* and *B. carinata* / M. Li et al. Journal of Genetics and Genomics. 2007. 34. P. 460–468.

14. Penaud A. Chemical control and yield losses caused by *Erysiphe cruciferarum* on oilseed rape in France. Proceeding of 10<sup>th</sup> GCIRC rapeseed Congress. Canberra, Australia. 1999.

15. Chen H.F., Wang H., Li Z.Y. Production and genetic analysis of partial hybrids in intertribal crosses between *Brassica* species (*B. rapa*, *B. napus*) and *Capsella bursa-pastoris*. Plant Cell Reports. 2007. 26. P. 1791–1800.

16. Damgaard C., Kjellsson G. Gene flow of oilseed rape (*Brassica napus*) according to isolation distance and buffer zone. Agriculture, Ecosystems and Environment. 2005. 108. P. 291–301.

17. Haile T.A., Holzapfel C.B., Shirliff S.J. Canola Genotypes and Harvest Methods Affect Seedbank Addition. Agronomy Journal. 2014. 106. P. 236–242.

18. Munier D., Brittan K., Lanini W.T. Seed bank persistence of genetically modified canola in California. Environmental Science and Pollution Research. 2012. 19. P. 2281–2284.

19. Rongzhan G., Shuhui J., Ruying X., Hongsheng Z. Studies on rapeseed germplasm enhancement by use of cruciferous weed *Descurainia sophia*. Gen and Breeding: Genetics and Germplasm. 2007. P. 261–265.

20. Warwick S.I., Ardath F. The biology of Canadian weeds. Canadian Journal of Plant Science. 2005. P. 709–733.

21. Adaptivity potential of winter oilseed rape variety population by productivity elements / S.S. Shokh et al. Plant Archives. 2020. P. 1126–1130.

22. Шох С.С. Оцінка адаптивності за елементами продуктивності у сортових популяцій ріпаку: мат. міжнар. н.-пр. конф. «Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсощадних, енергозберігаючих технологій вирощування

сільськогосподарських культур». Дніпро: ДДАЕУ, 2019. С. 200–201.

23. Shokh S.S. Correlation analysis of winter rape varieties and hybrids by elements of crop structure. Problems of practice, science and ways to solve them. Abstracts of IV International Scientific and Practical Conference. Milan, Italy, 2021. P. 14–16.

24. Selektion value of tomato varieties and lines according to the set of cold resistance and adaptability traits / S. Shokh et al. Annals of R.S.C.B. 2021. Vol. 25. Issue 4. P. 17307–17314.

## REFERENCES

1. Vovkodav, V.V. (2000). Metodyka derzhavnoho sortovyprovuvannia silskohospodarskykh kultur [Methodology of state variety testing of agricultural crops]. Kyiv, Issue 1, 100 p.

2. Moroz, V. (2006). Systema pervynnoho vysokoiakisnoho nasinnystva ripaku [The system of primary high-quality rapeseed production]. Kyiv, EKMO, 60 p.

3. Eberhart, S.A., Russel, W.A. (1966). Stability parameters for comparing varieties. Crop. Sci. no. 1, Vol. 6, pp. 36–40.

4. Karpuk, L.M., Shokh, S.S., Kubrak, S.M., Shubenko, L.A., Pavlichenko, A.A., Hlevaskyi, V.I., Filipova, L.M., Titarenko, O.S. (2024). Metodyka doslidzhen ahroekosystem: navch. posib. [Methods of research of agroecosystems]. Bila Tserkva, 234 p.

5. Shokh, S.S. (2018). Adaptivnyi potentsial sortovykh populiatsii ripaku ozymoho [Adaptive potential of winter rape varietal populations]. Zb. nauk. pr. NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN» [Collection of scientific papers of the National Research Center “Institute of Agriculture of NAAS”]. Issue 4, pp. 177–181.

6. Vovkodav, V.V. (2004). Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv na vidminnist, odnoridnist ta stabilnist (VOS) [Methods of examination of varieties for distinctiveness, uniformity and stability (VUS)]. Kyiv, 252 p.

7. Sytnik, I. (2007). Napriamky, zavdannia, metody seleksii ripaku v Ukraini [Directions, objectives, methods of rapeseed breeding in Ukraine]. Ahroperspektyva [Agroperspective]. no. 6, pp. 29–30.

8. Havryliuk, M.M., Salatenko, V.N., Chekhov, A.V. (2007). Oliini kultury v Ukraini: monohrafiia [Oilseeds in Ukraine]. Kyiv, Basis, 416 p.

9. Zaika, Ye.V., Drozd, O.M., Kondratiuk, V.V., Pyvovar, T.M. (2020). Udoskonalena metodyka pidboru komponentiv dlia stvorennia 00-nulovykh sortiv-syntetykiv ripaku: metodychni rekomendatsii [Improved methodology for the selection of components for the creation of 00-zero synthetic varieties of rapeseed]. Vinnytsia, LLC «TVORY», 16 p.

10. Buhaiiov, V.D., Vyshnevskiy, S.P. (2020). Vplyv rivnia rozvytku rozetky u hibrydiv ripaku ozymoho voseny na zymostiikist ta urozhainist [Influence of the level of rosette development in winter rape hybrids in autumn on winter hardiness and yield]. *Kormy i kormovyrobnytstvo* [Feed and Fodder Production]. Issue 89, pp. 57–65.
11. Ieremenko, O.A. (2018). Ahrobiolohichni osnovy formuvannia produktyvnosti oliinykh kultur (*Helianthus annuus* L., *Carthamus tinctorius* L., *Linum usitatissimum* L.) v pivdenomu stepu Ukrainy: dys... d-ra s.-h. nauk: 06.01.09 [Agribiological bases of oilseeds (*Helianthus annuus* L., *Carthamus tinctorius* L., *Linum usitatissimum* L.) productivity formation in the southern steppe of Ukraine: diss. doctor of agricultural sciences: 06.01.09]. Kyiv–Melitopol, 418 p.
12. Xiaohua, Wang (2016). Current Topics in Developmental Biology. Chapter Three – To Have and to Hold: Selection for Seed and Fruit Retention. Breeding histories and selection criteria for oilseed rape in Europe and China identified by genome wide pedigree dissection. Vol. 119, pp. 63–109.
13. Li, M. (2007). Production of partial new typed *Brassica napus* by introgression of genomic components from *B. rapa* and *B. carinata*. *Journal of Genetics and Genomics*. Vol. 34, pp. 460–468.
14. Penaud, A. (1999). Chemical control and yield losses caused by *Erysiphecruciferarum* on oilseed rape in France. Proceeding of 10<sup>th</sup> GCIRC rapeseed Congress. Canberra, Australia.
15. Chen, H.F., Wang, H., Li, Z.Y. (2007). Production and genetic analysis of partial hybrids in intertribal crosses between *Brassica* species (*B. rapa*, *B. napus*) and *Capsella bursa-pastoris*. *Plant Cell Reports*. Vol. 26, pp.1791–1800.
16. Damgaard, C., Kjellsson, G. (2005). Gene flow of oilseed rape (*Brassica napus*) according to isolation distance and buffer zone. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. Vol. 108, pp. 291–301.
17. Haile, T.A., Holzappel, C.B., Shirliffe, S.J. (2014). Canola Genotypes and Harvest Methods Affect Seedbank Addition. *Agronomy Journal*. Vol. 106, pp. 236–242.
18. Munier, D., Brittan, K., Lanini, W.T. (2012). Seed bank persistence of genetically modified canola in California. *Environmental Science and Pollution Research*. Vol. 19, pp. 2281–2284.
19. Rongzhan, G., Shuhui, J., Ruying, X., Hongsheng, Z. (2007). Studies on rapeseed germplasm enhancement by use of cruciferous weed *Descurainia sophia*. *Gen and Breeding: Genetics and Germplasm*. pp. 261–265.
20. Warwick, S.I., Ardath, F. (2005). The biology of Canadian weeds. *Canadian Journal of Plant Science*. pp. 709–733.
21. Shokh, S.S., Karpuk, L.M., Pavlichenko, A.A., Oleshko, O.G., Kryvenko, A.I. (2020). Adaptivity potential of winter oilseed rape variety population by productivity elements. *Plant Archives*. pp. 1126–1130.
22. Shokh, S.S. (2019). Otsinka adaptivnosti za elementamy produktyvnosti u sortovykh populiatsii ripaku: mat. mizhnar. n.-pr. konf. «Stan i perspektyvy rozrobky ta vprovadzhennia resursooshchadnykh, enerhozberihaiuchykh tekhnolohii vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur». [Evaluation of adaptability by productivity elements in varietal populations of rapeseed: Proceedings of the international scientific and practical conference “State and prospects of development and implementation of resource-saving, energy-saving technologies for growing crops”]. Dnipro, DDAEU, pp. 200–201.
23. Shokh, S.S. (2021). Correlation analysis of winter rape varieties and hybrids by elements of crop structure. Problems of practice, science and ways to solve them. Abstracts of IV International Scientific and Practical Conference. Milan, Italy, pp. 14–16.
24. Shokh, S., Zhemoida, V., Pavlichenko, A., Hryshchenko, O., Shubenko, L., Filipova, L., Kots, S., Bashkirova, N., Zhemoida, A., Spriazhka, R., Karpuk, L. (2021). Selektion value of tomato varieties and lines according to the set of cold resistance and adaptability traits. *Annals of R.S.C.B.* Vol. 25, Issue 4, pp. 17307–17314.

#### Selection value of winter rapeseed varieties by yield structure elements

**Shokh S., Malik D.**

Rapeseed has a significant potential for intraspecific genotypic variation in valuable economic traits. In recent years, significant changes and fluctuations in hydrothermal parameters over the years have significantly affected the manifestation of individual traits, and as a result, macro-traits, including yield.

One of the tasks of breeding research in rapeseed is to select for productivity by combining simple quantitative traits - weight of 1000 seeds, number of seeds per pod, number of pods per plant, etc. Quantitative traits that determine the productivity and adaptability of rapeseed plants have not yet been sufficiently studied genetically, as the genetics of quantitative traits is currently practically disconnected from ontogenetics, environmental genetics and plant physiology.

The negative critical factors include extreme environmental factors that affect plant development and growth, such as winter-frost periods, dry conditions during different critical growth periods, waterlogging during the period of crop formation and ripening. Evaluation of adaptability in plants of different rapeseed varieties allows to identify forms that show a wide range of responses to the components of macro-trait.

An urgent task now is to study the breeding and genetic value and adaptability of the working collec-

tion of rapeseed varieties and to create new source material.

In recent years, weather conditions in the Kyiv region have differed dramatically in several respects, which has had a sharp negative impact on plant productivity and generally reduced rapeseed yields. To study the response of genotypes to environmental

conditions, they were evaluated for adaptability parameters. The study of the adaptive value of winter rape varietal populations was conducted in the experimental field of the Research Center of Bila Tserkva National Agrarian University.

**Key words:** rape, variety, plant height, stability parameters, breeding value, correlation coefficient.



Copyright: Шох С.С., Малик Д.А. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.






## АГРОНОМІЯ

УДК 664.8.037.5

**Якість заморожених напівфабрикатів з плодів груші за нанесення харчового покриття**Заморська І.Л. 

Уманський національний університет садівництва

 Заморська І.Л. E-mail: zil197608@gmail.com

Заморська І.Л. Якість заморожених напівфабрикатів з плодів груші за нанесення харчового покриття. «Агробіологія», 2024. № 2. С. 193–201.

Zamorska I. Quality of frozen semi-finished products from pear fruit for the application of edible coating. «Agrobiology», 2024. no. 2, pp. 193–201.

Рукопис отримано: 12.11.2024 р.

Прийнято: 26.11.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-191-2-193-201

У статті наведено результати досліджень якості заморожених напівфабрикатів з груш з нанесеним харчовим пектиновим покриттям залежно від концентрації розчину пектину та тривалості зберігання. Із плодів груші сорту Дюшес виробляли заморожені напівфабрикати згідно із загальноприйнятою технологічною інструкцією, нарізаючи плоди на частинки розміром 20x20 мм з наступним бланшуванням у 0,1 % розчині лимонної кислоти за 85 °С впродовж 2–5 хв та підсушуванням. Підготовлені частинки груш занурювали в розчин пектину з концентрацією 1, 2, 3, 4, 5 % на 1 хв з наступним підсушуванням. Напівфабрикати з груш заморожували за температури мінус 30±1 °С, фасували в пакети з поліетиленової плівки масою до 0,5 кг та зберігали впродовж шести місяців за температури мінус 18 °С. Якість продуктів оцінювали за змінами фізичних та органолептичних показників.

Кріорезистентність заморожених напівфабрикатів з груш коливалася в межах від 93,5 до 95,7 %. Встановлено достовірну залежність кріорезистентності заморожених напівфабрикатів від концентрації розчину пектину та тривалості зберігання продукції за максимального значення досліджуваного показника у зразках з покриттям 5 % розчином пектину та його зниженням впродовж зберігання.

Втрати маси напівфабрикатів під час заморожування становили 1,5–2,1 % маси, за максимальних втрат у напівфабрикатів без покриття, а під час зберігання – 0,5–0,6 %. Доведено залежність втрат маси напівфабрикатів від наявності покриття, за максимуму втрат на контролі під час заморожування.

Виявлено достовірний вплив покриття на органолептичні показники якості напівфабрикатів, зокрема поліпшення зовнішнього вигляду, консистенції та кольору за максимальної оцінки у зразках з покриттям у 5 % розчині пектину – 4,4 бала.

Нанесення харчового пектинового покриття на напівфабрикати з груш перед заморожуванням сприяло підвищенню їх кріорезистентності на 0,5–2,5 %, загальної органолептичної оцінки – на 0,2–0,6 бала за нижчих втрат маси – на 0,1–0,6 %.

**Ключові слова:** харчове покриття, заморожування, напівфабрикати, якість, кріорезистентність, втрати маси.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Сучасний спосіб життя людини з високою калорійністю раціону, нестачею в ньому фруктів, овочів, харчових волокон, низькою фізичною активністю та стресами призвів до зростання рівня захворювань [1]. Збереження здоров'я населення є актуальним завданням, що вирішується зокрема завдяки зміні раціону харчування. Споживання фруктів та овочів пов'язане із загальною якістю харчування, способом життя та здоров'ям людини [2].

Всесвітня організація охорони здоров'я [3] рекомендує вживати мінімум 400 г або п'ять порцій фруктів і овочів на день, однак, їхнє споживання залишається досить низьким у переважній більшості країн [4], зокрема і в Україні [5]. Фрукти та овочі мають низьку енергетичну цінність і є важливим джерелом необхідних поживних речовин та біологічно активних сполук, зокрема вітамінів, органічних кислот, мінеральних сполук, клітковини та поліфенолів, однак, належать до категорії швидкопсуваної продукції [6, 7], збереження якості якої можливе із застосуванням заморожування. Доведено, що фрукти та овочі у замороженому стані є раціональним варіантом для задоволення щоденних рекомендацій здорового харчування населення [8, 9], забезпечення потреб харчової промисловості та підприємств ресторанного господарства.

Якість замороженої продукції значною мірою залежить від низки чинників, зокрема, від якості сировини, способу заморожування, застосування попередньої обробки, пакування тощо. Різке зниження температури призводить до різної реакції сировини на заморожування, наслідком якої є зміни органолептичних властивостей і хімічного складу продукції [10]. З метою уникнення небажаних змін науковцями здійснюється пошук та розроблення заходів, що сприяють збереженню органолептичних властивостей сировини та поліпшення якості замороженої продукції.

Груша – цінна плодова культура, з обсягами світового виробництва у 2022 році понад 26,3 млн тонн [11]. Плоди груші мають багатий хімічний склад, відмінні десертні властивості та використовуються для споживання у свіжому вигляді, виготовлення консервів, сушіння та заморожування в цілому і різаному вигляді. Однак, характерною особливістю заморожених груш в різаному вигляді є розм'якшення консистенції та побуріння тканин, що перешкоджає активному виробництву цієї продукції.

Останнім часом активно досліджують вплив бар'єрних технологій, зокрема різних видів їстівного покриття на якість плодоовочевої продукції [12]. Їстівні плівки та покриття виготовляють з полісахаридів, зокрема крохмалю, тапіоки, кукурудзи, целюлози і її похідних – гідроксилпропілметилцелюлози, карбоксиметилцелюлози і метилцелюлози, слизу насіння айви, альгінату, карагенану, хітозану тощо [13].

Гідроколоїди, такі як полісахариди та білки, а також ліпіди і віск, утворюють покриття, які забезпечують бар'єрні властивості, не змінюючи смаку і аромату продукту [14].

Використання полісахаридів для їстівних покриттів має численні переваги, оскільки їх отримують з рослин, водоростей або через мікробіологічну ферментацію та є стійким і екологічним рішенням завдяки їхній здатності до біологічного розкладання [15].

Зокрема, обробка 0,5–1 % хітозаном впродовж 1 хв заморожених шматочків манго ефективно затримувала втрати вологи та маси впродовж шести місяців зберігання [16]. Частково дегідратовані нарізані плоди ананаса з покриттям альгінатом натрію мали знижені втрати вологи і покращений зовнішній вигляд, колір і консистенцію [17]. Їстівне покриття на основі концентрату сироваткового білка та бджолиного воску (0; 20 і 40 %) ягід суниці перед заморожуванням сприяло зменшенню втрат маси, збереженості щільності ягід, за незначного покращення змін мікроструктури клітин, обумовлених процесом заморожування [18]. За даними К.М. Prietsch [19], желатинове покриття з лимонною кислотою та хлоридом кальцію заморожених ягід суниці зменшувало втрати вологи, гальмувало метаболізм і запобігало втратам біологічно активних сполук.

Серед різних полісахаридів похідні целюлози та пектин є двома основними групами сполук для нанесення їстівних покриттів. Покриття на основі пектину нетоксичні, біологічно розкладаються, біосумісні, мають селективну газопроникність і низькі механічні властивості, прозорі і стійкі до впливу жирів, мають високу швидкість пропускання водяної пари завдяки гідрофільній природі, зберігають органолептичні властивості та якість фруктів і овочів, обмежують втрати поживних речовин і летких матеріалів, запобігають мікробному обсіменінню продукції [20].

Доведено, що покриття низькомолекулярним пектином покращувало консистенцію нарізаних кільцями яблук [21], а застосування його для обробки ягід суниці перед

заморожуванням сприяло зниженню популяції *S. enterica*, *E. coli* O157:H7 і *L. monocytogenes* впродовж зберігання в замороженому стані [22]. Раніше проведеними дослідженнями доведено позитивний вплив цукрово-пектинового розчину в концентрації 2 % на якість заморожених ягід суниці [10].

Водночас, в науковій літературі спостерігається нестача інформації щодо впливу харчового покриття з пектину на якість широкого асортименту заморожених фруктів, зокрема нарізаних плодів груші. Тому актуальним є виробництво напівфабрикатів з плодів груші з нанесенням харчового покриття, що дасть можливість запобігти небажаним змінам якості та сприятиме розширенню асортименту заморожених фруктів.

**Мета дослідження** – з'ясування впливу харчового покриття у вигляді водного розчину пектину різної концентрації на якість заморожених напівфабрикатів з плодів груші.

**Матеріал і методи дослідження.** Дослідження проводили з плодами груші сорту Дюшес згідно з методичними вказівками по проведенню досліджень із замороженими плодами, ягодами та овочами. Якість свіжих плодів груші оцінювали за ДСТУ 8326:2015.

Підготовку груш до заморожування виконували згідно з чинною технологічною інструкцією. Груші очищували від шкірки, видаляли серцевину та нарізали частинками розміром 20x20 мм. Нарізані груші бланшували у 0,1 % розчині лимонної кислоти за 85 °C впродовж 2–5 хв, з метою запобігання потемнінню продукту та підсушували на повітрі. Для виготовлення покриття низькометоксильований цитрусовий пектин розчиняли в дистильованій воді до отримання розчинів концентрацією 1, 2, 3, 4, 5 %.

З метою з'ясування впливу пектину на смак напівфабрикатів з плодів груші, проведено модельний дослід, з нанесенням на частинки груш покриття з концентрацією 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 % через занурювання в розчин на 1 хв, з наступним підсушуванням. Контролем у досліді були частинки груші без покриття.

Органолептична оцінка частинок груш з покриттям показала, що розчини пектину в концентрації 6, 7, 8, 9, 10 % надавали напівфабрикатам стороннього присмаку, натомість, плоди з покриттям нижчої концентрації мали смак властивий плодам груші.

Заморожування відібраних для подальшої роботи варіантів досліді напівфабрикатів з плодів груші здійснювали за температури мінус 30±1 °C, фасували в пакети з поліети-

ленової плівки масою до 0,5 кг та зберігали впродовж шести місяців за температури мінус 18 °C.

Показники якості заморожених напівфабрикатів включали: кріорезистентність – за різницею маси заморожених і дефростованих плодів, втрати маси – зважуванням фіксованих проб, органолептичну оцінку – за 5-бальною шкалою [23]. Значення досліджуваних показників фіксували після заморожування, трьох і шести місяців зберігання. Експеримент здійснювали в трикратній повторності.

Статистичну обробку отриманих даних виконували в програмі StatSoft STATISTICA 6.1.478, Enterprise Single User (2007).

**Результати дослідження та обговорення.** Впродовж досліджень виявлено достовірний вплив харчового покриття з пектину на кріорезистентність заморожених напівфабрикатів з плодів груші (рис. 1).

Кріорезистентність заморожених напівфабрикатів коливалася в межах від 93,5 % (на контролі) до 95,7 % – за максимальної концентрації пектинового розчину, що на 2,2 % перевищувало значення контролю. Достовірно доведено (рис. 2a), що зі збільшенням концентрації розчину пектину кріорезистентність заморожених зразків напівфабрикатів підвищувалася, що вказує на покращену здатність напівфабрикатів до утримання вологи завдяки сформованій на поверхні частинок груш плівки. Кріорезистентність напівфабрикатів з плодів груші з покриттям була на 0,5–2,5 % вищою.

За усередненими даними значень досліджуваного показника заморожених напівфабрикатів з плодів груші залежно від тривалості зберігання, їхня кріорезистентність поступово знижувалася і наприкінці періоду зберігання становила 91,0–94,9 % (рис. 2b). Значно менші зміни кріорезистентності спостерігалися у зразках продукції з покриттям 5 % розчином пектину – 0,8 %, за максимально збережених значень досліджуваного показника у цьому ж варіанті досліді.

Дослідження втрат маси заморожених напівфабрикатів з плодів груші показали істотні відмінності значення досліджуваного показника між варіантами, залежно від концентрації розчину пектину та тривалості зберігання (рис. 3, 4a). Зокрема, під час заморожування напівфабрикати втратили від 1,5 до 2,1 % маси, за максимальних втрат у напівфабрикатів без покриття. Нанесення покриття на частинки груш сприяло зниженню втрат на 0,1–0,6 % відносно контролю.

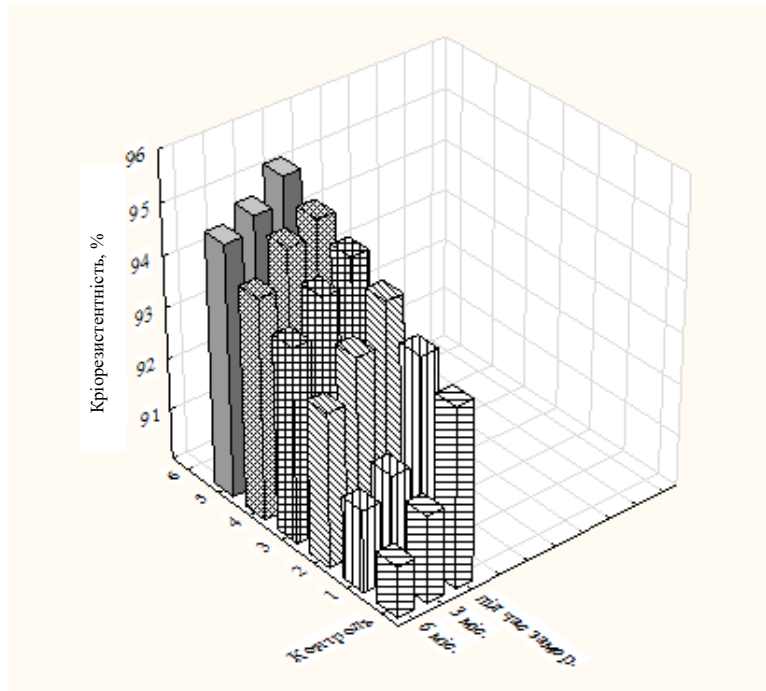


Рис. 1. Кріорезистентність заморожених напівфабрикатів з плодів груші, %.

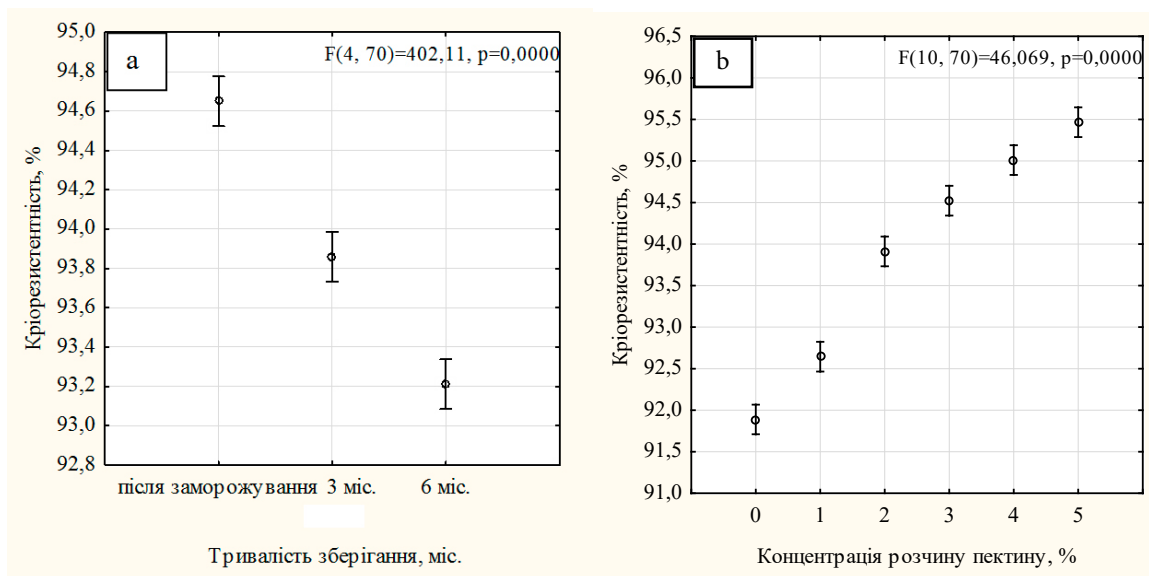


Рис. 2. Кріорезистентність заморожених напівфабрикатів з плодів груші, залежно від тривалості зберігання (а) та концентрації розчину пектину (б) (результати дисперсійного аналізу).

Впродовж зберігання втрати маси суттєво знизилися завдяки фасуванню продукції в пакети з поліетиленової плівки, що гальмувала втрати маси. Впродовж періоду зберігання втрати становили 0,5–0,6 % і достовірно не різнилися залежно від варіанта дослідження (рис. 4а).

Відомо, що під час заморожування та холодильного зберігання спостерігаються зміни

не лише фізико-хімічних показників якості продукції, а також небажані зміни її кольору, консистенції, смаку та аромату.

Органолептичні показники якості заморожених напівфабрикатів з груші за результатами дисперсійного аналізу достовірно залежали від концентрації розчину для харчового покриття (рис. 5).

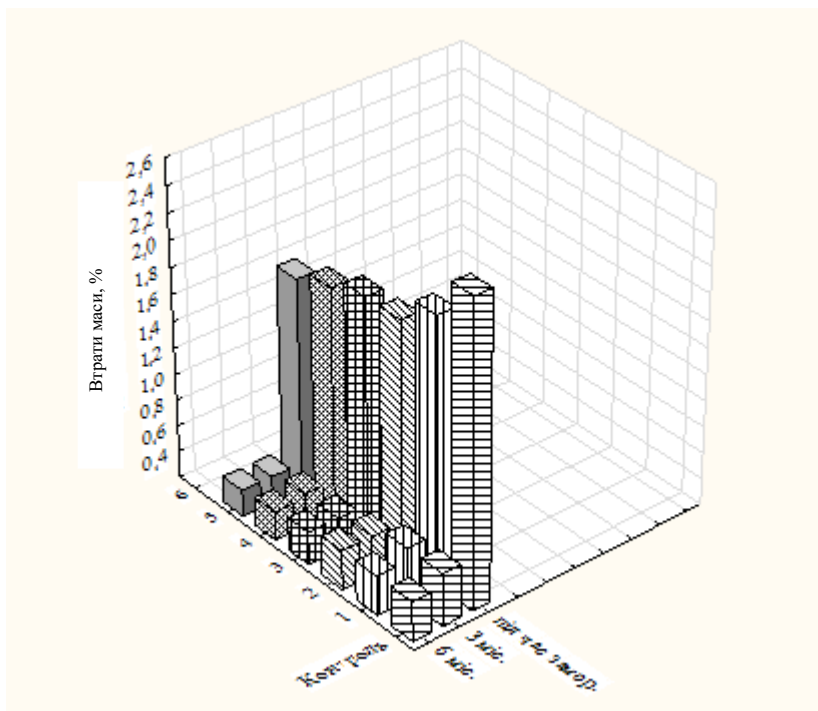


Рис. 3. Втрати маси заморожених напівфабрикатів з плодів груші, %.

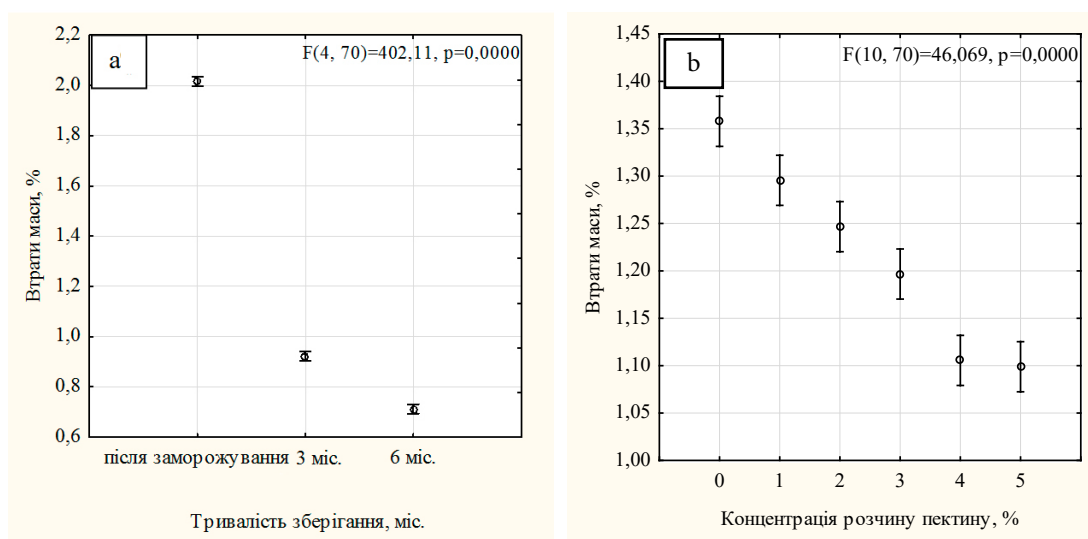


Рис. 4. Втрати маси заморожених напівфабрикатів з плодів груші, залежно від тривалості зберігання (а) та концентрації розчину пектину (б) (результати дисперсійного аналізу).

Нанесення харчового покриття позитивно вплинуло на зовнішній вигляд та консистенцію заморожених напівфабрикатів з груші, що були оцінені на 0,3–1,0 бала вище проти зразків без покриття. Ефективним виявився вплив покриття на колір заморожених напівфабрикатів, що був оцінений дегустаторами на 0,3–0,7 бала вище, ніж контрольний зразок. Смак та аромат заморожених напів-

фабрикатів оцінено дегустаторами в 4,0–4,2 та 4,1–4,3 бала відповідно, однак, достовірного впливу покриття на значення цих показників не виявлено. Загальна органолептична оцінка напівфабрикатів з покриттям перевищувала аналогічне значення контрольного зразка продукції на 0,3–0,6 бала.

Найвищу оцінку отримали напівфабрикати з покриттям у 5 % розчині пектину – 4,4 бала.

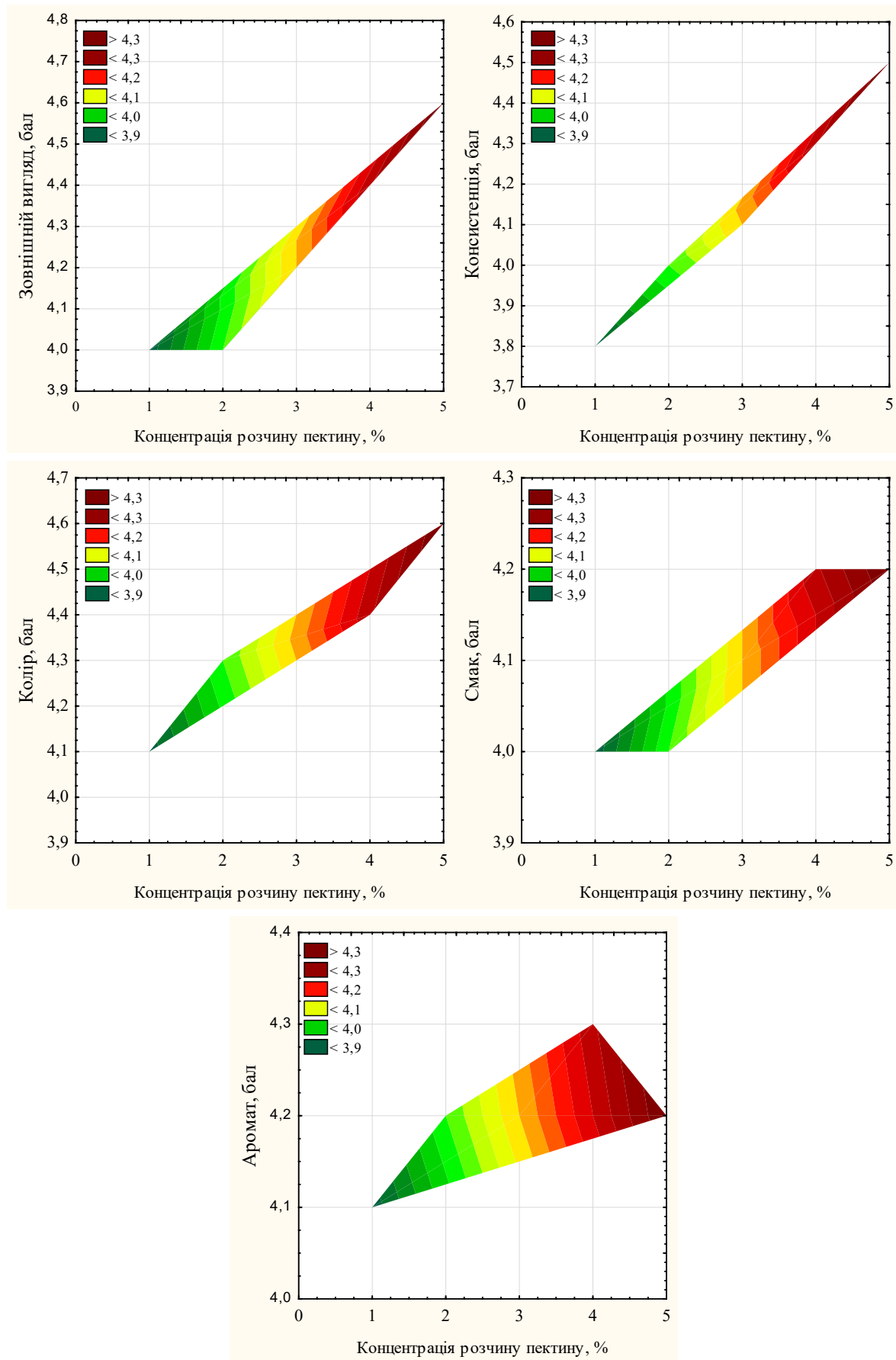


Рис. 5. Органолептична оцінка напівфабрикатів з плодів груші.

**Висновки.** Отже, нанесення харчового покриття з розчину пектину на напівфабрикати з груш перед заморожуванням сприяє підвищенню їх кріорезистентності на 0,5–2,5 %, загальної органолептичної оцінки – на 0,2–0,6 бала, зниженню втрат маси під час заморожування на 0,1–0,6 %. Найвищу органолептичну оцінку отримав зразок напівфабрикатів з груш з покриттям у 5 % розчині пектину. Водночас, недостатньо вивченими залишаються питання впливу різного харчового покриття на якість різаних плодів і овочів та тривалість їх зберігання в охолодженій стані, що створює передумови для подальших досліджень в цьому напрямку.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ощипок І.М. Аналіз і стратегія покращення харчового статусу населення України. Підприємництво і торгівля. 2021. № 32. С. 41–50.
2. Палапа Н.В., Дем'янюк О.С., Нагорнюк О.М. Продовольча безпека України: стан та актуальні питання сьогодення. Агроєкологічний журнал. 2022. № 2. С. 34–45.
3. FAO, IFAD, UNICEF, WFP & WHO. The State of Food Security and Nutrition in the World 2022. Repurposing food and agricultural policies to make healthy diets more affordable. Rome, FAO. 260 p. 2022. URL: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cc0639en>.
4. Variety in fruits and vegetables, diet quality and lifestyle in an older adult mediterranean population / L. López-González et al. Clinical Nutrition. 2021. No 40(4). P. 1510–1518.
5. Коваленко О., Бокій О. Засоби підтримки населення України для забезпечення продовольчої безпеки в умовах сучасних викликів. Вісник аграрної науки. 2023. № 101(11). С. 77–86.
6. Khan M.R., Di Giuseppe F.A., Torrieri E., Sadiq M.B. Recent advances in biopolymeric antioxidant films and coatings for preservation of nutritional quality of minimally processed fruits and vegetables. Food Packaging and Shelf Life. 2021. No 30. 100752.
7. Consumption of a high quantity and a wide variety of vegetables are predicted by different food choice motives in older adults from France, Italy and the UK / K.M. Appleton et al. Nutrients. 2017. No 9(9). 923 p.
8. Miller S.R., Knudson W.A. Nutrition and cost comparisons of select canned, frozen, and fresh fruits and vegetables. American Journal of Lifestyle Medicine. 2014. No 8(6). P. 430–437.
9. Selected nutrient analyses of fresh, fresh-stored, and frozen fruits and vegetables / L. Li et al. Journal of Food Composition and Analysis. 2017. No 59. P. 8–17.
10. Заморська І.Л. Теоретичне обґрунтування і розроблення технологій зберігання та консервування ягід суниці садової: дис. ... д-ра тех. наук: 05.18.13. Київ, 2018. 554 с.

11. FAO. URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#home>

12. Applications of Edible Coating in the Food Industry / A. Mehra et al. Functional Coatings for Biomedical, Energy, and Environmental Applications. 2024. P. 601–628.

13. Salehi F. Edible coating of fruits and vegetables using natural gums: A review. International Journal of Fruit Science. 2020. No 20(sup2). P. 570–589.

14. Effect of active layer-by-layer edible coating on quality, biochemicals, and the antioxidant system in ready-to-eat 'Williams' pear fruit during cold storage / A. Magri et al. Postharvest Biology and Technology. 2024. No 212. 112873.

15. Pillai A.R., Eapen A.S., Zhang W., Roy S. Polysaccharide-Based Edible Biopolymer-Based Coatings for Fruit Preservation: A Review. Foods. 2024. No 13(10). 1529 p.

16. Saikaew K., Siripornadulsil W., Siripornadulsil S. Improvements in the color, phytochemical, and antioxidant properties of frozen ripe mango pieces using calcium chloride dipping and chitosan coating. Journal of Food Science. 2023. No 88(8). P. 3239–3254.

17. Alharaty G. Edible Coating to Extend the Shelf Life and Enhance the Quality of Fresh and Frozen Cut Fruits: McGill University. Canada, 2020, 127 p.

18. Soazo M., Pérez L.M., Rubiolo A.C., Verdini R.A. Prefreezing application of whey protein based edible coating to maintain quality attributes of strawberries. International Journal of Food Science & Technology. 2015. No 50(3). P. 605–611.

19. Prietsch K.M. Preservation of frozen strawberries enriched with *Saccharomyces boulardii* using gelatin-based coating. Acta Scientiarum. Technology. 2023. No 45.

20. Applications of carboxymethyl cellulose-and pectin-based active edible coatings in preservation of fruits and vegetables: A review / S. Panahirad et al. Trends in Food Science & Technology. 2021. P. 663–673.

21. Jalae F., Fazeli A., Fatemian H., Tavakoli-pour H. Mass transfer coefficient and the characteristics of coated apples in osmotic dehydrating. Food and Bioproducts Processing. 2011. No 89(4). P. 367–374.

22. Efficacy of an Edible Coating with Carvacrol and Citral in Frozen Strawberries and Blueberries to Control Foodborne Pathogens / A. Pié-Amill et al. Foods. 2024. No 13(19). 3167 p.

23. Найченко В.М., Заморська І.Л. Технологія зберігання і переробки плодів та овочів: навч. посіб. Умань: видавець «Сочінський», 2010. 328 с.

#### REFERENCES

1. Oshchypok, I.M. (2021). Analiz i stratehiia pokrashchennia kharchovoho statusu naseleennia Ukrainy [Analysis and strategy for improving the nutritional status of the population of Ukraine]. Pidpriemnytstvo i torhivlia [Entrepreneurship and trade]. no. (32), pp. 41–50. DOI: 10.36477/2522-1256-2021-32-06.

2. Palapa, N.V., Demianiuk, O.S., Nahorniuk, O.M. (2022). Prodo volcha bezpeka Ukrainy: stan ta aktualni pytannia sohodennia [Food security of Ukraine: state and current issues of nowadays.]. *Ahroekologichnyi zhurnal [Agroecological journal]*. no. (2), pp. 34–45. DOI: 10.33730/2077-4893.2.2022.263314.
3. FAO, IFAD, UNICEF, WFP & WHO. The State of Food Security and Nutrition in the World 2022. Repurposing food and agricultural policies to make healthy diets more affordable. Rome, FAO, 2022, 260 p. Available at: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cc0639en>.
4. López-González, L., Becerra-Tomás, N., Babio, N., Martínez-González, M.Á., Díaz-López, A., Corella, D. (2021). Variety in fruits and vegetables, diet quality and lifestyle in an older adult mediterranean population. *Clinical Nutrition*. Vol. 40(4), pp. 1510–1518. DOI: 10.1016/j.clnu.2021.02.024.
5. Kovalenko, O., Bokii, O. (2023). Zasoby pidtrymky naseleння Ukrainy dlia zabezpechennia prodovolchoi bezpeky v umovakh suchasnykh vyklykiv [Means of supporting the population of Ukraine to ensure food security in conditions of modern challenges]. *Visnyk ahrranoi nauky [Bulletin of Agricultural Science]*. Vol. 101(11), pp. 77–86. DOI: 10.31073/agrovisnyk202311-10.
6. Khan, M.R., Di Giuseppe, F.A., Torrieri, E., Sadiq, M.B. (2021). Recent advances in biopolymeric antioxidant films and coatings for preservation of nutritional quality of minimally processed fruits and vegetables. *Food Packaging and Shelf Life*. Vol. 30, 100752. DOI: 10.1016/j.fpsl.2021.100752.
7. Appleton, K.M., Dinnella, C., Spinelli, S., Morizet, D., Saulais, L., Hemingway, A., Hartwell, H. (2017). Consumption of a high quantity and a wide variety of vegetables are predicted by different food choice motives in older adults from France, Italy and the UK. *Nutrients*. Vol. 9(9), 923 p. DOI: 10.3390/nu9090923.
8. Miller, S.R., Knudson, W.A. (2014). Nutrition and cost comparisons of select canned, frozen, and fresh fruits and vegetables. *American Journal of Lifestyle Medicine*. Vol. 8(6), pp. 430–437. DOI: 10.1177/1559827614522942.
9. Li, L., Pegg, R.B., Eitenmiller, R.R., Chun, J.Y., Kerrihard, A.L. (2017). Selected nutrient analyses of fresh, fresh-stored, and frozen fruits and vegetables. *Journal of Food Composition and Analysis*. Vol. 59, pp. 8–17. DOI: 10.1016/j.jfca.2017.02.002.
10. Zamorska, I.L. (2018). Teoretychne obgruntuvannia i rozroblennia tekhnolohii zberihannia ta konservuvannia yahid sunytsi sadovoi [Theoretical explanation and development of the storage and canning technologies of strawberries]. Kyiv, NUKhT, 554 p.
11. FAO. Available at: <https://www.fao.org/faostat/en/#home>
12. Mehra, A., Rajput, P., Thapliyal, D., Verma, S., Rana, S., Bhargava, C.K., Arya, R.K. (2024). Applications of Edible Coating in the Food Industry. *Functional Coatings for Biomedical, Energy, and Environmental Applications*. pp. 601–628. DOI: 10.1002/9781394263172.ch24.
13. Salehi, F. (2020). Edible coating of fruits and vegetables using natural gums: A review. *International Journal of Fruit Science*. Vol. 20(sup2), pp. 570–589. DOI: 10.1080/15538362.2020.1746730.
14. Magri, A., Landi, N., Capriolo, G., Di Marco, A., Petriccione, M. (2024). Effect of active layer-by-layer edible coating on quality, biochemicals, and the antioxidant system in ready-to-eat ‘Williams’ pear fruit during cold storage. *Postharvest Biology and Technology*. Vol. 212, 112873. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2024.112873.
15. Pillai, A.R., Eapen, A.S., Zhang, W., Roy, S. (2024). Polysaccharide-Based Edible Biopolymer-Based Coatings for Fruit Preservation: A Review. *Foods*. Vol. 13(10), 1529 p. DOI: 10.3390/foods13101529.
16. Saikaew, K., Siripornadulsil, W., Siripornadulsil, S. (2023). Improvements in the color, phytochemical, and antioxidant properties of frozen ripe mango pieces using calcium chloride dipping and chitosan coating. *Journal of Food Science*. Vol. 88(8), pp. 3239–3254. DOI: 10.1111/1750-3841.16699.
17. Alharaty, G. (2020). Edible Coating to Extend the Shelf Life and Enhance the Quality of Fresh and Frozen Cut Fruits. McGill University (Canada). Available at: <https://escholarship.mcgill.ca/concern/theses/w0892g537>.
18. Soazo, M., Pérez, L.M., Rubiolo, A.C., Verdini, R.A. (2015). Prefreezing application of whey protein based edible coating to maintain quality attributes of strawberries. *International Journal of Food Science & Technology*. Vol. 50(3), pp. 605–611. DOI: 10.1111/ijfs.12667.
19. Prietsch, K.M. (2023). Preservation of frozen strawberries enriched with *Saccharomyces boulardii* using gelatin-based coating. *Acta Scientiarum. Technology*. Vol. 45. DOI: 10.4025/actascitechnol.v45i1.60764.
20. Panahirad, S., Dadpour, M., Peighambar-doust, S.H., Soltanzadeh, M., Gullón, B., Alirezalu, K., Lorenzo, J.M. (2021). Applications of carboxymethyl cellulose and pectin-based active edible coatings in preservation of fruits and vegetables: A review. *Trends in Food Science & Technology*. pp. 663–673. DOI: 10.1016/j.tifs.2021.02.025.
21. Jalae, F., Fazeli, A., Fatemian, H., Tavakolipour, H. (2011). Mass transfer coefficient and the characteristics of coated apples in osmotic dehydrating. *Food and Bioprocess Processing*. Vol. 89(4), pp. 367–374. DOI: 10.1016/j.fbp.2010.09.012.
22. Pié-Amill, A., Colás-Medà, P., Viñas, I., Falcó, I., Alegre, I. (2024). Efficacy of an Edible Coating with Carvacrol and Citral in Frozen Strawberries and Blueberries to Control Foodborne Pathogens. *Foods*. Vol. 13(19), 3167 p. DOI: 10.3390/foods13193167.
23. Naichenko, V.M., Zamorska, I.L. (2010). Tekhnolohiia zberihannia i pererobky plodiv ta ovochiv: navch. posib. [Technology of storage and processing of fruits and vegetables]. Uman, Sochinsky Publishing House, 328 p.



## Quality of frozen semi-finished products from pear fruit for the application of edible coating

Zamorska I.

The article presents the results of studies of the quality of frozen semi-finished products from pears with edible pectin coating depending on the concentration of the pectin solution and the storage time. Frozen semi-finished products were produced from Duchesne pear fruits according to the generally accepted technological instructions by cutting the fruits into 20x20 mm particles, followed by blanching in a 0.1 % citric acid solution at 85 °C for 2–5 minutes and drying. The prepared pear particles were immersed in a pectin solution with a concentration of 1, 2, 3, 4, 5 % for 1 min, followed by drying. Semi-finished pear products were frozen at a temperature of minus 30 ± 1 °C, packed in plastic film bags weighing up to 0.5 kg and stored for six months at minus 18 °C. The quality of the products was assessed by changes in physical and organoleptic parameters.

The cryoresistance of frozen semi-finished pear products ranged from 93.5 % to 95.7 %. A reliable dependence of the cryoresistance of frozen semi-finished products on the concentration of pectin

solution and the duration of storage was established, with the maximum value of the studied indicator in samples coated with a 5 % pectin solution and its decrease during storage.

The weight loss of semi-finished products during freezing amounted to 1.5–2.1 % by weight, with maximum losses in uncoated semi-finished products, and during storage – 0.5–0.6 %. The dependence of semi-finished products weight loss on the presence of a coating was proved, with maximum losses in the control during freezing.

A significant effect of the coating on the organoleptic quality indicators of semi-finished products was found, in particular, improvement of appearance, consistency and color with a maximum score of 4.4 points in samples coated in a 5 % pectin solution.

The application of edible pectin coating on pear semi-finished products before freezing contributed to an increase in their cryo-resistance by 0.5–2.5 %, and the overall organoleptic score by 0.2–0.6 points with 0.1–0.6 % lower weight loss.

**Key words:** edible coating, freezing, semi-finished products, quality, cryo-resistance, weight loss.



Copyright: Заморська І.І. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Заморська І.І.

<https://orcid.org/0000-0002-2767-1176>

*Наукове видання*

**АГРОБІОЛОГІЯ**

*Збірник наукових праць*

**№ 2 (191) 2024**

*Редактор О.О. Грушко  
Комп'ютерне верстання: В.С. Мельник*

Зареєстрований у сфері друкованих медіа  
(ідентифікатор R30-03969, затверджено рішенням Національної ради України  
з питань телебачення і радіомовлення №1425 від 25.04.2024 р.).

Формат 60<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Ум.др.арк. 23,5. Тираж 300.

Підписано до друку 28.11.2024 р.

Видавець і виготовлювач:

Білоцерківський національний аграрний університет,  
09117, Біла Церква, Соборна площа, 8/1, тел. 33-11-01,  
e-mail: redakciaviddil@ukr.net

Свідоцтво внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру  
видавців, виготовників і розповсюджувачів видавничої продукції

№ 3984 ДК від 17.02.2011 р.