

АГРОБІОЛОГІЯ

Збірник наукових праць

№ 1 (187) 2024

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

А 26

Агробіологія = Agrobiology: збірник наукових праць. № 1 (187) 2024. Білоцерківський національний аграрний університет. Біла Церква: БНАУ, 2024. 332 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 № 4 від 24.05.2024 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, Україна

Заступник головного редактора – **Єзерковська Л.В.**, канд. с.-г. наук, доц., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Члени редакційної колегії:

Базіль 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, Словацька 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

Мурашко Л.А., Гуменюк О.В., Кириленко В.В., Сабадин В.Я., Дубовик Н.С. Поширення та видовий склад <i>Fusarium Link</i> на сортах пшениці м'якої озимої у Центральному Лісостепу України.....	6
Поліщук В.В., Коновалов Д.В. Елементи структури урожаю пшениці озимої залежно від технології вирощування насіння.....	18
Чайка Т.О., Короткова І.В. Вплив технології вирощування на продуктивність і врожайність льону олійного в умовах нестійкого зволоження регіону вирощування.....	25
Бровді А.А., Поліщук В.В. Ефективність вегетативного розмноження троянд групи флорібунда методом окуліровки.....	37
Глуховець Д.В., Матусевич Г.Д. Екологічні проблеми сучасних систем захисту кукурудзи від шкідливих організмів в Україні (огляд).....	43
Ключка С.І., Чемерис І.А. Особливості впровадження біотехнічних заходів в мисливських угіддях Черкаської області.....	52
Бойко І.В., Іщук Л.П., Усольцева О.Г., Іщук Г.П., Вегера Л.В. Онтогенез <i>Helleborus foetidus</i> L. за умов інтродукції в Національному дендрологічному парку «Софіївка» НАН України.....	62
Левандовська С.М., Хрик В.М. Дендробіотичне різноманіття парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва місцевого значення «Фастівський», його наукова цінність і стан збереження.....	70
Кіщак О.А., Слободянюк А.В. Хімічний склад перспективних сортів черешні <i>Cerasus avium</i> (L.) Moenh, вирощених в Лісостепу України.....	82
Коваль С.А., Вітенко В.А., Адаменко С.А., Баюра О.М., Курка С.С., Діденко І.П. Особливості формування кореневої системи і надземної частини у живців самшиту вічнозеленого з дворічною й однорічною деревиною.....	90
Сич З.Д., Кубрак С.М., Велика К.А. Характеристика господарсько цінних ознак часнику озимого в посушливих умовах Правобережного Лісостепу України.....	100
Грабовський М.Б., Мостипан О.В., Панченко Т.В., Лозінський М.В., Павліченко К.В. Тривалість міжфазних та вегетаційного періодів сортів сої залежно від гідротермічних умов та застосування ґрунтових і післясходових гербіцидів.....	109
Мусянко С. І., Лук'янець В.А., Румянцев М.Г., Кобець О.В., Тарнопільська О.М., Бондаренко В.В. Лісівничо-таксаційна характеристика дубових деревостанів у рекреаційно-оздоровчих лісах Лівобережного Лісостепу.....	120
Польовий В.М., Ященко Л.А., Ровна Г.Ф., Гук Б.В. Моніторинг емісійних потоків CO ₂ та балансу С органічного у провапнованому дерново-підзолистому ґрунті у полі ріпаку озимого.....	131
Примак І.Д., Панченко О.Б., Єзерковська Л.В., Караульня В.М., Войтовик М.В., Ображій С.В., Присяжнюк Н.М., Качан Л.М. Фізична будова та структура чорнозему типового за різних систем основного обробітку і удобрення агрофітоценозів польової сівозміни.....	140
Ситник О. С., Кімейчук І. В., Левандовська С. М., Масальський В. П., Лозінська Т. П., Пенькова С. В. Механізація і транспортування лісу: інноваційні підходи у лісоексплуатації та лісогосподарських роботах.....	153
Українець О.А., Поліщук В.В. Оцінювання гетерозису та важливих декоративних ознак у нових гібридів троянди в F ₁	160
Вискуб Р.С., Скнипа Н.Л. Вплив біопрепаратів на формування кількісних показників сорту ячменю ярого Бравий за різних фонів живлення.....	167
Козак Л.А., Панченко Т.В., Козак А.Л. Формування урожайності зеленої маси люцерни за різних доз та строків внесення мінеральних добрив в умовах Правобережного Лісостепу України.....	175
Миколайко І.І., Карпук Л.М. Урожайність насіння гірчиці залежно від застосування мінеральних добрив.....	188
Рожков А.О., Кириченко М.О. Продуктивність рослин гірчиці сизої залежно від сполучення різних норм висіву насіння та міжряд в умовах Північно-східного Степу України.....	196
Дубовий В.І., Воробійов В.І., Рябчук О.П. Еволюція способів оцінки та добору рослин пшениці озимої із підвищеною морозо- і зимостійкістю в умовах Лісостепу України.....	206
Самойлик М.О., Лозінський М.В., Юрченко А.І., Устинова Г.Л. Варіювання висоти рослин пшениці озимої залежно від екотипу і метеорологічних умов.....	213
Шита О.П., Філіпова Л.М., Мацкевич В.В. Особливості мультиплікації <i>in vitro</i> кісточкових культур.....	222
Вдовиченко Ж.В., Чихонський Я., Шубенко Л.А., Хшановський Г. Ступінь генетичної стабільності амфідіплоїдів триби <i>Triticinae</i>	237
Городиська І.М., Терновий Ю.В., Мазур С.О. Регулювання фітопатогенного фону посівів пшениці озимої за органічного вирощування.....	251
Єщенко В.О., Коваль Г.В., Накльока Ю.І. Взаємодія культурних рослин і бур'янів у десятипільних сівозмінах....	260
Лозінська Т.П., Задорожний А.І., Масальський В.П. Дослідження нових технологій та інновацій у сфері лісового господарства.....	268
Гребенюк В.М., Балабак А.Ф. Особливості адвентивного коренеутворення у стеблових живців сортів аронії чорноплодної (<i>Aronia Melanocarpa</i> (Michx.) Elliott) залежно від впливу біологічно активних речовин.....	277
Яковенко О.М., Черченко М.Й. Ефективність застосування інсектицидів у захисті пшениці озимої від шкідників....	285
Костина Т.П., Сабадин В.Я., Дубовик Н.С., Куманська Ю.О. Моніторинг фітопатогенного стану посівів соняшнику у Центральному Лісостепу України.....	294
Бордусь О.Ю. Комп'ютерні засоби в ландшафтному проєктуванні: огляд.....	303
Зелінський Б.В. Моніторинг стану деревних насаджень заповідних парків «Томилівський» та «Фастівський».....	311
Крупа Н.М., Олешко О.Г. Методологічні основи збереження та збагачення високодекоративних зелених насаджень в історичних парках: огляд.....	322

CONTENT

Murashko L., Humeniuk O., Kyrylenko V., Sabadyn V., Dubovyk N. Distribution and species composition of <i>Fusarium</i> Link on soft winter wheat varieties in the Central Forest-Steppe of Ukraine.....	6
Polishchuk V., Konvalov D. Elements of winter wheat yield structure depending on seeds growing technology.....	18
Chaika T., Korotkova I. The effect of cultivation technology on the productivity and yield of oilseed flax in the conditions of unstable moistening in the growing region.....	25
Brovdi A., Polishchuk V. Effectiveness of floribunda roses vegetative propagation by budding.....	37
Glukhovets D., Matusievich G. Ecological problems of modern corn protection systems against harmful organisms in Ukraine: <i>review</i>	43
Klyuchka S., Chemeris I. Implementation features of biotechnical measures in hunting lands of Cherkasy region.....	52
Boiko I., Ishchuk L., Usoltseva O., Ishchuk H., Vegera L. Ontogenesis of <i>Helleborus foetidus</i> L. upon introduction in the National Dendrological Park «Sofiyivka» of the National Academy of Sciences of Ukraine.....	62
Levandovska S., Khryk V. Dendrobiotic diversity of the «Fastivskyi» landscape park of local significance, its scientific value and preservation state.....	70
Kishchak O., Slobodianuk A. Chemical composition of promising sweet cherry varieties « <i>Cerasus avium</i> (L.) Moenh» grown in the Forest-Steppe of Ukraine.....	82
Koval S., Vitenko V., Adamenko S., Bayura O., Kurka S., Didenko I. Peculiarities of root system and aerial part formation in evergreen boxwood cuttings with two-year-old and one-year-old wood.....	90
Sych Z., Kubrak S., Velyka K. The characteristics of the economically profitable winter garlic traits under the Ukrainian Right Forest Steppe dry weather conditions.....	100
Grabovskiy M., Mostypan O., Panchenko T., Lozinskyi M., Pavlichenko K. Duration of interphase and growing periods of soybean varieties depending on hydrothermal conditions and application of soil and post-emergence herbicides.....	109
Musienko S., Lukyanets V., Rumiantsev M., Kobets O., Tarnopilka O., Bondarenko V. Forestry and taxation characteristics of oak stands in recreational and health forests of the Left Bank Forest Steppe.....	120
Polovyi V., Yashchenko L., Rovna G., Huk B. Monitoring of CO ₂ emission fluxes and organic C balance in limed sod-podzolic soil in winter rapeseed field.....	131
Primak I., Panchenko O., Ezerkovska L., Karaulna V., Voytovik M., Obrazhiy S., Prysiazhnyuk N., Kachan L. Physical construction and typical black soil structure under different systems of main cultivation and fertilization of agrophytocenoses of field crop rotation.....	140
Sytynk O., Khryk V., Kimeichuk I., Levandovska S., Masalskyi V., Lozinska T., Penkova S. Mechanization and transportation of timber: innovative approaches in forest exploitation and forestry operations.....	153
Ukrainets O., Polishchuk V. Assessment of heterosis and important decorative traits in new rose hybrids in F ₁	160
Vyskub R., Sknypa N. The influence of biological preparations on the formation of quantitative indicators of spring barley variety «Bravyyi» under different nutritional backgrounds.....	167
Kozak L., Panchenko T., Kozak A. The formation of green mass yield of alfalfa under different doses and periods of mineral fertilizers application in the conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine.....	175
Mykolaiko I., Karpuk L. Mustard seeds yield depends on the mineral fertilizers application.....	188
Rozhkov A., Kyrychenko M. Productivity of leaf mustard plants depending on different seed sowing rates combinations and row spacing in the conditions of the North-Eastern Steppe of Ukraine.....	196
Duboviy V., Vorobyov V., Ryabchuk O. Evolution of methods for assessing and selecting winter wheat plants from advanced frost and winter hardiness in the Forest-Steppe of Ukraine.....	206
Samoilyk M., Lozinskyi M., Yurchenko A., Ustinova H. Variation of winter wheat plant height depending on ecotype and meteorological conditions.....	213
Shyta O., Filipova L., Matskevych V. Features of <i>in vitro</i> multiplication of stone fruit crops.....	222
Vdovychenko Zh., Cichoński Ja., Shubenko L., Chrzanowski G. The degree of genetic stability of amphidiploids from <i>Triticinae</i> tribe	237
Horodyska I., Ternoviy Yu., Mazur S. Phytopathogenic background regulation of winter wheat crops under organic cultivation.....	251
Yeshenko V., Koval G., Naklyoka Yu. Interaction of cultivated plants and weeds in ten-field crop rotations.....	260
Lozinska T., Zadorozhnyy A., Masalskyi V. Research of new technologies and innovations in the field of forestry.....	268
Hrebeniuk V., Balabak A. Peculiarities of adventitious root formation in stem cuttings of Black Chokeberry (<i>Aronia melanocarpa</i> (Michx.) Elliott) varieties depending on the influence of biologically active substances.....	277
Yakovenko O., Cherchenko M. The effectiveness of insecticides using in protecting winter wheat from pests	285
Kostyna T., Sabadyn V., Dubovyk N., Kumanska Yu. Monitoring of the phytopathogenic state of sunflower crops in the Central Forest-steppe of Ukraine	294
Bordus O. Computer Tools in Landscape Design: <i>review</i>	303
Zelinskyi B. Monitoring the state of wooden plantations of the protected parks «Tomylivskyi» and «Fastivskyi».....	311
Krupa N., Oleshko O. Methodological foundations of preservation and enrichment of highly decorative green spaces in historical parks: <i>review</i>	322

УДК 633.11. «324»:632.4:631.524.86


Поширення та видовий склад *Fusarium Link* на сортах пшениці м'якої озимої у Центральному Лісостепу України

Мурашко Л.А.¹ , Гуменюк О.В.¹ , Кириленко В.В.¹ ,

Сабадин В.Я.² , Дубовик Н.С.² 

¹ Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла НААН України

² Білоцерківський національний аграрний університет

 Сабадин В.Я. E-mail: valia.sabadyan@btsau.edu.ua



Мурашко Л.А., Гуменюк О.В., Кириленко В.В., Сабадин В.Я., Дубовик Н.С. Поширення та видовий склад *Fusarium Link* на сортах пшениці м'якої озимої у Центральному Лісостепу України. «Агробіологія», 2024. № 1. С. 6–17.

Murashko L., Humeniuk O., Kyrylenko V., Sabadyan V., Dubovyk N. Distribution and species composition of *Fusarium Link* on soft winter wheat varieties in the Central Forest-Steppe of Ukraine. «Agrobiology», 2024. no. 1, pp. 6–17.

Рукопис отримано: 05.02.2024 р.

Прийнято: 20.02.2024 р.

Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-6-17

Перспективним завданням селекції є створення сортів пшениці м'якої озимої з груповою стійкістю до хвороб. Успіх у вирішенні цих питань, здебільшого, залежить від ефективності генетичного поліпшення сортів пшениці. Рівень забруднення агрофітоценозів збудниками роду *Fusarium Link* має глобальний прояв. Основними складовими методології створення вихідного матеріалу є регулярний моніторинг патогенного комплексу, морфофізіологічних властивостей рослин та популяцій особливо небезпечних видів збудників, об'єктивність оцінки імунологічних властивостей сортів, встановлення взаємовідносин у системі рослина-господар – патоген, виявлення і відбір високоефективних, адаптованих до зональних умов джерел та донорів пшениці м'якої озимої.

Наведено результати вивчення поширеності збудників фузаріозу зерна і видового складу грибів роду *Fusarium Link* на 23 сортах пшениці м'якої озимої з різних селекційних центрів України (Досконала, Приваблива, Столична, Фермерка, Мрія, Поверна, Турчунчик, Звитяга, Косовиця, Вікторія, Безмежна, Водограй, Миролюбива, Полісянка, Волошкова, Чорнява, Циганка, Благо, Овідій), та селекційних ліній (джерел стійкості) – Миронівська ранньостигла/СATALON, MV 20-88/Смуглянка, BILINMEVEN 49/Наталка, Донської простор/Славна, (Мікон/ALMA)/Легенда Миронівська.

Для ідентифікації видів *Fusarium Link* у лабораторних умовах здійснювали фітопатологічний аналіз зерна пшениці м'якої озимої. Високий відсоток здорового зерна визначили на сортах пшениці Косовиця, Купава, Столична та Мрія. Найменше ураження колосу *Fusarium Link* (3–4 %) виявлено у сортів: Безмежна, Поверна, Полісянка. Високий рівень інтенсивності ураження колосу *Fusarium Link* (15–18 %) спостерігали у сортів: Досконала, Турчунчик, Овідій, Водограй, Миролюбива.

Зерно пшениці м'якої озимої у роки досліджень колонізували види *Fusarium Link*: *F. sporotrichiella*, *F. moniliforme*, *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. avenaceum*, *F. gibbosum*, *F. sambucinum* та *F. oxysporium*. Домінували види *F. moniliforme* та *F. oxysporium*, їх поширеність на зерні пшениці становила 16,2 та 11,7 % відповідно.

Ключові слова: пшениця м'яка озима, сорт, зерно, фузаріоз, інтенсивність ураження, гриби роду *Fusarium Link*, домінуючі види.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Патогенні мікроорганізми супроводжують пшеницю м'яку озиму із початку сівби і до збирання врожаю та його зберігання. Навіть мінімальні ураження пшениці хворобами призводять до великих загальних втрат врожаю [1]. Хвороби значно знижують врожай та показники якості вирощеної продукції. Втрати валового збору зерна щорічно становлять близько 25–30 % [2]. За даними ФАО, щорічні втрати в ХХ сторіччі зерна пшениці від хвороб у світі становили 33,3 млн т, це 9,1 % щорічного врожаю цієї важливої культури. Останнім часом ці втрати зменшились, проте залишаються економічно значимими, що потребує продовження заходів з їх усунення [3].

Перспективним завданням селекції є створення сортів пшениці м'якої озимої з груповою стійкістю до хвороб, а також актуальною проблемою аграрної науки є забезпечення населення продуктами харчування, основну частку яких становлять зернові культури [4–6]. Зважаючи на це, проблеми підвищення врожайності пшениці, якості зерна та стійкості сортів до несприятливих біотичних чинників докільля набувають неабиякої актуальності. Успіх у вирішенні цих питань, здебільшого, залежить від ефективності генетичного поліпшення сортів пшениці [7, 8].

Селекція пшениці м'якої озимої досягла того рівня, коли її потенційна урожайність значною мірою пов'язана зі стійкістю сортів, що вирощують. Селекція за стійкістю пшениці до фітопатогенів дає можливість знизити їхню шкодочинну дію. Створення і вирощування стійких до хвороб сортів дозволяє захистити врожай, зберегти навколишнє середовище та заощадити кошти [9–11].

Рівень забруднення агрофітоценозів збудниками роду *Fusarium* Link має глобальний прояв. Недостатній рівень контролю хвороби агротехнічними та хімічними засобами захисту спрямовують зусилля генетиків та селекціонерів до створення резистентних щодо видів *Fusarium* Link сортів пшениці [12–15].

Результативність селекції на стійкість щодо видів *Fusarium* Link залежить від наявності всебічно вивченого вихідного матеріалу та науково обґрунтованого підходу до його використання [16, 17]. Основними складовими методології створення такого матеріалу є регулярний моніторинг патогенного комплексу, морфологічних властивостей рослин та популяцій особливо небезпечних видів збудників, об'єктивність оцінки імунологічних властивостей сортів, встановлення взаємовідносин у системі рослина-господар – патоген, виявлення і відбір

високоєфективних, адаптованих до зональних умов джерел та донорів [18–21].

В Україні роботи зі створення вихідного матеріалу для селекції пшениці з груповою стійкістю до борошнистої роси, видів іржі, септоріозу, фузаріозу колоса, твердої сажки, церкоспорельозної кореневої гнилі успішно проводять в Інституті захисту рослин НААН, Миронівському інституті пшениці імені В.М. Ремесла НААН (МІП), Селекційно-генетичному інституті – Національний центр насіннезнавства та сортовивчення НААН (СГІ – НЦНС) та ін. [12, 20–23].

Мікроміцети роду *Fusarium* Link завдають шкоди на всіх етапах органогенезу рослин пшениці озимої. Інфікування зерна пшениці патогенними видами грибів цього роду знижує енергію його проростання та схожість, погіршує щільність клейковини та хлібопекарські властивості борошна. У зерні накопичуються мікотоксини – фузаріотоксини. Найбільшу шкодочинність ці мікроміцети справляють за інфікування колоса рослин, включаючи одну з найнебезпечніших хвороб злаків – фузаріоз колоса і зерна. Небезпека останнього полягає не лише в зниженні врожаю зернових, а також у контамінації зерна фузаріотоксинами, це захворювання має прихований прояв, а відтак причиною ослаблення рослин під час розвитку, виявити його можна лише за допомогою мікологічного аналізу [24, 25].

Проблема фузаріозу зерна нині сягнула міжнародного значення. Широке поширення фузарієвих грибів, їхня мінливість, а також безперечні докази небезпеки, яку становлять для здоров'я людини і тварин мікотоксини, обумовлюють значний інтерес наукової спільноти щодо фузаріозів [26, 27]. В усьому світі проводять широкомасштабні дослідження з вивчення способів біосинтезу мікотоксинів та запобігання їх накопиченню в урожаї. Тому чітке розуміння, якими саме видами грибів роду *Fusarium* Link інфіковані рослини, є досить важливим для з'ясування типу подальшої загрози вирощування зернової продукції [28–30].

Фузаріоз зерна – широко відоме в усьому світі захворювання, зумовлене наявністю цього збудника в генеративних органах зернових культур. В ураженні рослин бере участь комплекс грибів цього роду, які різняться за біологією та адаптацією до умов біоценозу у різних зонах вирощування зернових [31, 32].

Значні зусилля вчених спрямовані на дослідження морфологічних особливостей, біології, біохімії, фізіології та генетики грибів роду *Fusarium* Link, а також пошук способів обмеження їх чисельності в агробіоценозах та

зниження кількості [33–36]. Розв'язання цієї важливої наукової проблеми визначає актуальність за темою наших досліджень, яка полягала у виділенні джерел стійкості серед сортів пшениці озимої, що вивчали певний час на штучному інфекційному фоні фузаріозу колоса.

Мета дослідження – визначити рівень інфікованості зерна сортів пшениці м'якої озимої збудниками фузаріозу колоса та ідентифікувати їх.

Матеріал і методи дослідження. Об'єктом досліджень було зерно сортів пшениці м'якої озимої, вирощене у польових умовах на штучному інфекційному фоні фузаріозу колоса врожаю 2019–2021 рр. різних селекційних установ України: Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН (МІП), Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннезнавства та сортовивчення НААН (СГІ-НЦНС), Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН (ІР), Інститут фізіології рослин і генетики НАНУ (ІФРГ), Інститут захисту рослин НААН (ІЗР), Інститут зрошуваного землеробства НААН (ІЗЗ), Національний науковий центр «Інститут землеробства» НААН (ННЦ ІЗ).

Для ідентифікації видів *Fusarium Link* у лабораторних умовах проводили фітопатологічний аналіз зерна сортів пшениці м'якої озимої згідно з методикою Н.А. Наумової [37]. Насіння кожного зразка (по 100 шт.) дезінфікували 5 хвилин у 0,5 % розчині перманганату калію, потім його промивали стерильною водою і сушили між листами фільтрувального паперу, фламбували в полум'ї спиртівки та розкладали по 10 штук на розлите в чашки Петрі стерильне живильне картопляно-глюкозне середовище (КГА) із додаванням у нього антибіотика протибактеріальної дії – стрептоміцин-сульфат. Чашки із зерном інкубували в термостаті за температури 25 °С п'ять діб. Через цей період кожний мікроміцет, що виділили з насінини на поверхню поживного середовища, пересівали в окрему пробірку з КГА для подальшої ідентифікації виду збудника.

Видову назву грибів визначали відповідно до визначника В.І. Білай [38]. Частоту виду встановлювали у співвідношенні зразків зерна, в яких він зустрічався, до загальної кількості досліджуваних зразків і виражали у відсотках.

Характеристику вологозабезпеченості рослин пшениці м'якої озимої та вплив її на розвиток хвороб обробовували за середньомісячним гідротермічним коефіцієнтом (ГТК) за травень–липень [39]. Користувались диференціацією показників ГТК: від 0,5 до 1,0 – засушливий чи сухий період; від 1,0 до 1,5 – нормальний;

понад 1,5 – вологий, або надмірно вологий період. Кращим для розвитку збудників хвороб є показник ГТК від 1,0.

Результати дослідження та їх обговорення. На розвиток збудників хвороб пшениці озимої значною мірою впливають погодні умови, а саме температура повітря та вологість. Останні десятиліття характеризуються несприятливими для розвитку сільськогосподарських культур кліматичними змінами, зумовленими глобальним потеплінням. Збільшилися частота і тривалість посушливих періодів, спостерігаються заморозки під час вегетації культур та різкі перепади температури повітря як у зимовий, так і літній періоди. Ці зміни погоди негативно впливають не лише на культурні рослини, а також на розвиток збудників хвороб.

Основний вплив на рівень розвитку і поширення фузаріозу колоса на пшениці м'якій озимій мають не всі опади за сезон, а лише ті, які випали в період цвітіння – дозрівання зерна. Рівень зволоженості за квітень–липень у 2019–2021 рр. оцінювали за шкалою гідротермічного коефіцієнта зволоженості (ГТК):

- 2019 р. – 1,04 (найнижчий у липні – 0,85, найвищий у червні – 1,28);
- 2020 р. – 1,20 (найнижчий у липні – 0,33, найвищий у травні – 2,40);
- 2021 р. – 1,80 (найнижчий у липні – 1,59, найвищий у травні – 2,00) (табл. 1).

Передумовою для розвитку хвороби є рівень зволоження у травні–червні. У період цвітіння пшениці озимої відбувається проникнення збудника у рослину. Нормальний період зволоження у червні спостерігали у 2019 р. (ГТК – 1,28) та надмірно вологий період (ГТК – 1,81) був у 2021 р. Максимальний розвиток збудників *Fusarium Link* на колосі пшениці м'якої озимої спостерігали у липні.

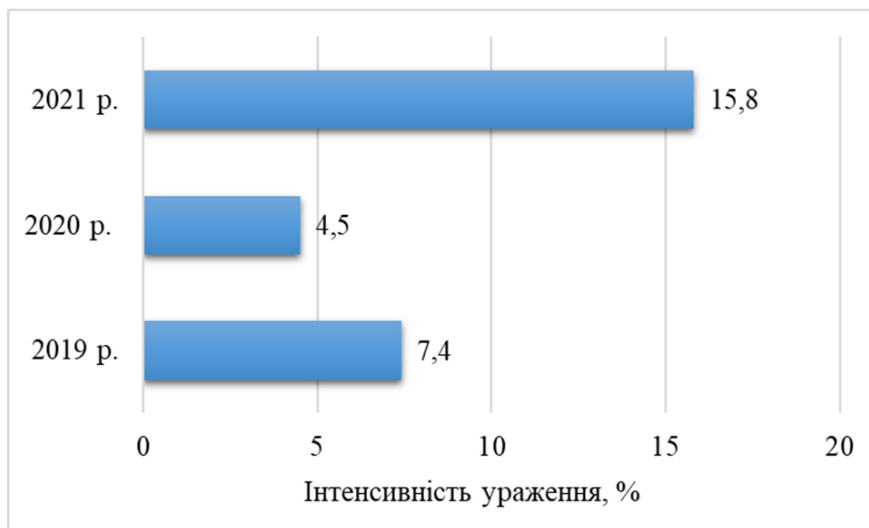
Найбільший рівень ГТК був у липні 2021 р., найвищу інтенсивність ураження збудниками фузаріозу колоса на досліджуваних сортах і селекційних лініях відмічено у 2021 р. – 15,8 % (рис. 1).

За період інфікування та накопичення хвороби спостерігали як надлишкове зволоження впливало на прояв і наростання не лише наявної, а також прихованої інфекції, котра знаходиться у середині та на поверхні зернівки, що призводило до інокуляції рослин.

Червнева та липнева недостатня кількість опадів зупинили подальший розвиток захворювання у 2020 р. в червні (ГТК – 0,88), у липні (ГТК – 0,33). Відмічали засушливий період, відповідно це впливало на розвиток хвороб, інтенсивність ураження збудниками *Fusarium Link* становила 4,5 %.

Таблиця 1 – Рівень зволоженості та ГТК за квітень–липень 2019–2021 рр.

Місяць	2019 р.		2020 р.		2021 р.	
	Кількість опадів, мм	ГТК	Кількість опадів, мм	ГТК	Кількість опадів, мм	ГТК
Травень	50,3	1,00	92,5	2,40	87,4	2,00
Червень	87,1	1,28	57,2	0,88	109,5	1,81
Липень	50,0	0,85	21,6	0,33	111,2	1,59
Σ	187,4	3,13	171,3	3,61	308,1	5,40
\bar{x}	93,7	1,04	85,65	1,20	102,7	1,80
Багаторічна сума опадів	222,9	-	222,9	-	222,9	-
± до багаторічного	-35,5	-	-51,6	-	+85,2	-

Рис. 1. Інтенсивність ураження (%) збудниками *Fusarium Link* пшениці м'якої озимої (2019–2021 рр.).

Липнева недостатня кількість опадів призупинила подальше розповсюдження патогенів і у 2019 р. (ГТК – 0,85), інтенсивність ураження – 7,4 %.

У польових умовах не завжди вдається створити вирівняний штучний інфекційний фон через вплив умов навколишнього природного середовища, як результат – зменшення інтенсивності прояву хвороби, і отримана інтенсивність ураження може не відповідати реальній оцінці стійкості окремого зразка. Отже, є доцільним створення штучного фону патогена у польових та лабораторних умовах, які надають можливість диференціювати матеріал у контрольованих умовах за відповідною ознакою і попередньо відібрати стійкі форми. У результаті є можливість скоригувати селекційну роботу та прискорити створення стійкого вихідного матеріалу.

Інтенсивність ураження збудником фузаріозу колосу сприйнятливою сорту пшениці м'якої озимої Natula була у межах 19,2–30,5 %. У середньому найвищий розвиток хвороби становив 15,8 % у 2021 р. Розмах варіювання за інтенсивністю ураження сортів і селекційних ліній грибами роду *Fusarium Link* може визначитися не лише особливостями генотипів, а також такими неспадковими чинниками як вплив умов середовища.

У результаті проведених досліджень встановлено, що середня інтенсивність ураження зразків пшениці м'якої озимої фузаріозною інфекцією за 3 роки становила 7,4 % (табл. 2). Цей показник у досліджуваних сортах та селекційних лініях істотно відрізнявся за рівнем інтенсивності ураження за роками.

Таблиця 2 – Характеристика кращих сортів та селекційних ліній пшениці м'якої озимої за стійкістю до збудників *Fusarium Link* (середнє за 2 роки)

Сорт, селекційна лінія	Країна походження (оригінатор сорту)	Інтенсивність ураження, %				Коефіцієнт варіації, V, %	% до уразливого сорту
		$\bar{x} \pm S$	Min	Max	R		
Natula (уразливий сорт)	POL	25,1±3,27	19,2	30,5	11,3	22,6	100
Турунчук	UA (СГІ-НЦНС)	16,3±2,32	12,5	20,5	8,0	24,7	64,9
Овідій	UA (ІЗЗ)	15,5±1,15	13,5	17,5	4,0	12,9	61,8
Миролюбива	UA (ННЦ ІЗ)	15,3±2,40	12,0	20,0	8,0	27,2	61,0
Досконала	UA (ІР)	15,2±2,74	10,5	20,0	9,5	31,2	60,6
Водограй	UA (ННЦ ІЗ)	15,1±2,06	12,0	19,0	7,0	23,6	60,2
Косовиця	UA (СГІ-НЦНС)	11,5±2,01	8,3	15,0	6,7	30,3	45,8
Звитяга	UA (СГІ-НЦНС)	10,2±2,73	6,5	15,5	9,0	46,5	40,6
Волошкава	UA (МІП, ІФРГ)	9,1±3,16	5,0	15,2	10,2	58,8	36,3
Столична	UA (ІР)	8,3±2,67	5,0	13,5	8,5	54,4	33,1
Приваблива	UA (ІР)	8,1±2,43	4,3	12,5	8,2	51,0	32,3
Чорнява	UA (ІФРГ)	7,5±1,93	4,5	11,0	6,5	43,7	29,9
Циганка	UA (ІФРГ)	6,6±2,22	3,5	10,8	7,3	57,2	26,3
Вікторія	UA (СГІ-НЦНС)	6,4±1,90	3,5	10,0	6,5	51,2	25,5
Фермерка	UA (ІР)	5,3±2,07	2,0	9,0	7,0	65,8	21,1
Мрія	UA (ІР)	5,2±1,33	3,0	7,5	4,5	43,6	20,7
Благо	UA (ІЗЗ)	5,1±1,85	2,0	8,3	6,3	61,8	20,3
Безмежна	UA (СГІ-НЦНС)	4,5±2,06	1,0	8,0	7,0	77,8	17,9
Поверна	UA (ІР)	3,3±1,48	1,0	6,0	5,0	75,5	13,1
Полісянка	UA (ННЦ ІЗ)	3,1±1,18	1,0	5,0	4,0	64,8	12,4
BILINMEVEN49/Наталка	UA (МІП)	1,3±0,33	1,0	2,0	1,0	43,3	5,2
Донскої простор/Славна	UA (МІП)	1,3±0,33	1,0	2,0	1,0	43,3	5,2
МІР ранньостигла/САТА-LON	UA (МІП)	1,2±0,19	1,0	1,6	0,6	26,1	4,8
MV 20-88/Смуглянка	UA (МІП)	1,2±0,24	1,0	1,7	0,7	32,8	4,8
[Мікон/ALMA]/Легенда МІР	UA (МІП)	1,2±0,19	1,0	1,6	0,6	26,1	4,8
Середнє	-	7,4±1,71	4,8	10,6	5,7	-	-

Примітка: МІР – Миронівська, R – розмах варіювання.

Усі досліджувані сорти та селекційні лінії можна розділити на кілька груп. Найменший відсоток інтенсивності ураження (1,2–4,5 %) визначено у сортів Безмежна (СГІ-НЦНС), Поверна (ІР), Полісянка (ННЦ-ІЗ); до другої групи віднесли сорти – Чорнява (ІФРГ), Мрія (ІР), Вікторія (СГІ-НЦНС), Благо (ІЗЗ), Фермерка (ІР) (5,1–7,5 %); до третьої – Звитяга, Косовиця (СГІ-НЦНС), Приваблива, Столична (ІР), Циганка (ІФРГ), Волошкава (МІП, ІФРГ) (8,1–11,5 %).

Також за стійкістю до цього збудника на штучному інфекційному фоні у польових умовах МІП виокремили за 2016–2020 роки дослідження: ((MV – 20-88/Смуглянка), BILINMEVEN-49/Наталка, Донскої простор/Славна, Мікон/ALMA)/Легенда Миронівська, Миронівська ранньостигла/Catalon), вони залучені у прямих та зворотних схрещуваннях як батьківські форми під час створення нових гібридних комбінацій за стійкістю до *Fusarium Link*.

Інтенсивність ураження від 15,1 до 16,3 % відмічали у сортів пшениці м'якої озимої Досконала (ІР), Турунчук, Овідій (ІЗЗ), Водограй, Миролюбива (ННЦ ІЗ).

Для визначення видового складу збудників грибів *Fusarium* Link (насінневої інфекції) на зерні урожаю 2019–2021 рр. проводили фітопатологічний аналіз зразків зерна у лабораторних умовах МПП. Ізоляти оглядали на 5–7 добу, фіксуючи наявність чи відсутність мікроконідій. Кінцеву ідентифікацію збудників здійснювали за мікроскопічного дослідження з урахуванням морфологічних особливостей, наявності або відсутності хламідоспор збудника.

Частота ізоляції типових для наших умов збудників, таких як *F. graminearum* і *F. culmorum*, поступово зменшується, а домінувати починають інші види патогена, які можуть розвиватися у посушливих погодних умовах [40]. Небезпека цих збудників полягає у тому, що візуалізувати їх у стадії формування зерна в умовах кожного конкретного дослідження досить важко. Крім безпосередньої загрози насінневому матеріалу і його якості, збудники секції *F. sporotrichiella*, котрі переважають у патогенному комплексі, продукують трихотецинові мікотоксини. Ці речовини можуть спричинювати гостре отруєння у людей і тварин, крім того, дослідження показують, що в лабораторних умовах штами *F. sporotrichiella* за температури +26–28 °С здатні втричі швидше синтезувати й накопичувати мікотоксини.

Доведено, що на формування видового складу і співвідношення видів суттєво впливають погодні умови, зокрема режим зволоження.

Основний вплив тут мають не всі опади за сезон, а лише ті, які випали в період цвітіння – дозрівання зерна, саме вони визначають рівень розвитку і поширення хвороби [41]. Дані дослідження вчених співпадають з нашими погодними умовами вегетаційних років досліджень пшениці м'якої озимої, щодо температурного режиму та вологозабезпечення.

Домінуючими у досліді були два види гриба, перший з них *F. sporotrichiella* – частота його домінування становила в межах від 3,5 до 39,9 % (у середньому 27 %), а другий – вид *F. oxysporium*, домінування якого було від 2,4 до 50,1 % (у середньому 21 %) (рис. 2).

Збудник *F. sporotrichiella* виділили із зерна 16 сортів пшениці м'якої озимої. Найвищий відсоток ураження зерна спостерігали у сортів Турунчук, Приваблива, Волошкова та Благо (36,1–46,9 %). Вид *F. oxysporium* уражував 11 сортів, найбільш сприйнятливим був сорт Досконала (50,1 %). Третім видом, із часткою ураження 8,1 %, відмітили *F. culmorum*. У інших видів частку інтенсивності ураження зерна пшениці зазначили у межах від 2,2 до 6,5 % (табл. 3).

Із високою стійкістю до збудників фузаріозу колосу відмітили селекційні лінії створені у МПП: Миронівська ранньостигла/CATALON, MV 20-88/Смуглянка, BILINMEVEN 49/Наталка, Донской простор/Славна та (Мікон/ALMA)/Легенда Миронівська, відсоток здорових зерен сягав 76,6 %. Із середнім рівнем інтенсивності ураження виділили сорти пшениці м'якої озимої Косовиця, Столична, Мрія та Безмежна, відсоток здорових зерен знаходився в межах від 55,5 до 65,6 %.

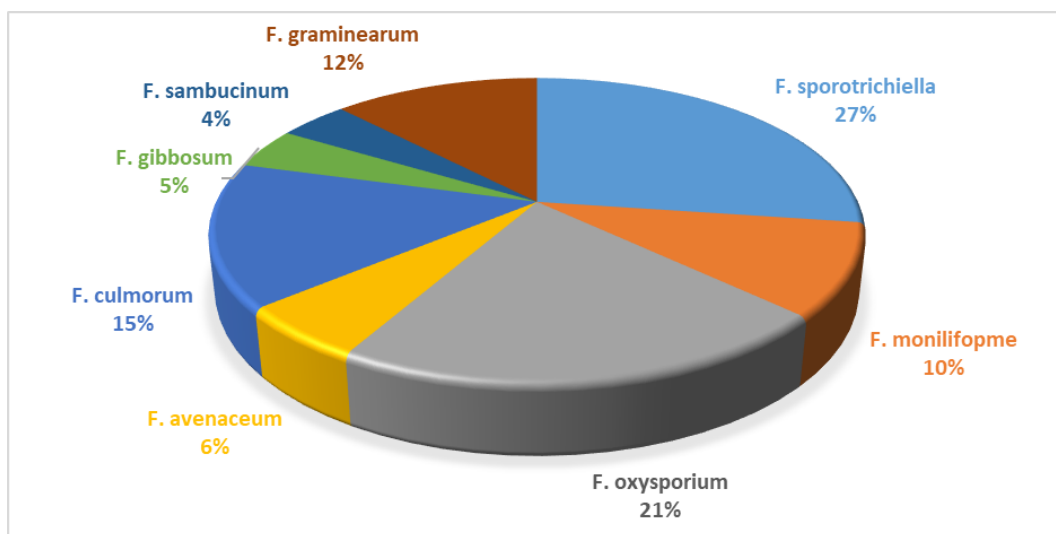


Рис. 2. Видовий склад грибів роду *Fusarium* Link на зерні пшениці м'якої озимої (середнє за 2019–2021 рр.).

Таблиця 3 – Видовий склад грибів роду *Fusarium* Link на зерні пшениці м'якої озимої (середнє за 2 роки)

Сорт, селекційна лінія	Частка грибів роду <i>Fusarium</i> Link на зерні, %								
	<i>F. sporotrichiella</i>	<i>F. moniliforme</i>	<i>F. oxysporium</i>	<i>F. avenaceum</i>	<i>F. culmorum</i>	<i>F. gibbosum</i>	<i>F. sambucinum</i>	<i>F. graminearum</i>	Здорові зерна, %
Natula (уразливий сорт)	18,0	–	25,1	–	25,0	–	–	10,2	21,7
Досконала	10,1	14,9	50,1	–	–	–	–	9,1	15,8
Турунчук	39,9	–	30,1	–	–	10,3	–	–	19,7
Княгиня Ольга	25,2	4,8	25,0	–	25,1	–	–	–	19,9
Водограй	–	–	29,3	–	22,3	–	15,4	–	33,0
Миролюбива	18,5	20,5	–	10,2	10,8	5,1	–	–	34,9
Звитяга	12,1	9,9	–	–	15,9	–	–	10,1	52,0
Косовиця	–	8,5	–	–	8,1	3,9	6,1	7,8	65,6
Приваблива	38,1	–	6,9	–	10,1	10,3	–	–	34,6
Циганка	17,2	–	36,1	17,5	–	–	–	–	29,2
Волошкова	46,9	–	–	–	18,1	–	–	–	35,0
Столична	12,2	6,3	11,1	–	14,9	–	–	–	55,5
Чорнява	24,5	–	25,5	–	–	–	–	5,5	44,5
Мрія	18,2	12,1	–	10,2	–	–	–	–	59,5
Вікторія	–	–	10,4	5,6	–	15,0	–	22,3	46,7
Благо	36,1	10,2	–	–	14,1	–	2,7	–	36,9
Фермерка	–	–	–	–	–	–	8,5	40,3	51,2
Безмежна	–	10,3	–	–	25,1	–	–	–	64,6
Поверна	32,1	–	15,5	–	–	8,3	–	–	44,1
Полісянка	–	15,1	–	14,5	–	–	–	20,3	50,1
МИР ранньостигла / CATALON	–	5,1	9,8	4,2	5,1	–	–	10,1	65,7
MV 20-88 / Смуглянка	9,8	8,5	–	–	–	–	10,1	–	71,6
BILINMEVEN49 / Наталка	3,5	–	2,4	–	–	–	8,2	9,3	76,6
Донской простор / Славна	–	5,6	–	6,7	–	3,5	–	8,9	75,3
(Мікон / ALMA) / Легенда МИР	–	–	6,4	–	9,6	–	2,9	10,8	70,3
Частота ізоляції, %	14,4	5,2	11,3	3,0	8,1	2,3	2,2	6,5	–

У порівнянні зі сприйнятливим сортом Natula (25,1 %) до фузаріозної інфекції, частка здорових зерен була низькою у сортів Досконала (15,8 %), Турунчук (19,7 %), Овідій (19,9 %) та Циганка (29,3 %), це свідчило про високий рівень ураженості збудником фузаріозу.

Встановлено значне різноманіття вихідного матеріалу пшениці м'якої озимої за властивістю утримувати ознаку стійкості щодо збудників роду *Fusarium* Link, незважаючи на зміни умов довкілля, в результаті здатності сортів адаптуватися до мінливих чинників навколишнього середовища.

Завдяки гібридизації можна значно збільшити наявність генотипового різноманіття щодо стійкості. Варто зазначити, що у цьому і полягає основна складова цього напрямку селекції, яка пов'язана з тим, що прояв ознак відбувається залежно від середовищного інфекційного навантаження, зокрема часто в екстремальних для рослин пшениці параметрах. Отже, за дослідження стійкості до біотичних чинників довкілля вирішальною умовою є створення інфекційного фону, який забезпечує 100 % або тісну до цього значення пенетрантність ознаки і певну її експресивність у рослин пшениці м'якої озимої.

Як підсумок, результати наших досліджень узгоджуються з багаторічними дослідженнями вчених, що використання стійких сортів дозволяє утримувати наростання інфекції збудників хвороб без застосування хімічних засобів захисту. Це має важливе значення для виробництва, у виборі оптимальних щодо стійкості до збудників фузаріозу сортів пшениці м'якої озимої.

Висновки. Визначено, що найменше ураження збудниками фузаріозу колоса (1,2–4,5 %) спостерігали на сортах пшениці м'якої озимої Безмежна, Поверна, Полісянка та селекційних лініях (джерелах стійкості): Миронівська ранньостигла/CATALON, MV 20-88/Смуглянка, BILINMEVEN 49/Наталка, Донской простор/Славна та (Мікон/ALMA)/Легенда Миронівська.

Найвищу частку грибів роду *Fusarium* Link на зерні виявили види:

- перше місце – частота ізоляції збудником *F. sporotrichiella* – 14,4 %;
- друге місце – вид *F. oxysporium* – 11,3 %;
- третє – *F. culmorum* – 8,1 %;
- *F. graminearum* (6,5 %) розділив четверте місце з видом *F. moniliforme* (5,2 %).

Частково спостерігали види *F. sambucinum* (2,2 %), *F. avenaceum* (3,0 %) та *F. gibbosum* (2,3 %).

Дослідження поширеності та наявності видового складу грибів роду *Fusarium* Link

дозволяє провести скринінг сортів пшениці м'якої озимої і виявити менш заражені фузаріозною інфекцією зразки.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кириченко В.В. Основи управління продукційним процесом польових культур: монографія. Харків: ФОП Бровін В.О., 2016. 712 с.
2. Savary S., Willocquet L., Pethybridge S.J. The global burden of pathogens and pests on major food crops. *Nat Ecol Evol.* 2019. No 3. P. 430–439.
3. International Grains Council. International Grains Council Grain Market Report Five-Year Baseline Projections of Supply and Demand for Wheat, Maize (Corn), Rice and Soyabeans to 2023/24. International Grains Council: London, 2019. URL: <http://www.igc.int/en/downloads/gmrsummary/gmrsumme.pdf>.
4. Deutsch C.A., Tewksbury J.J., Tigchelaar M. Increase in crop losses to insect pests in a warming climate. *Science.* 2018. 361 (6405). P. 916–919.
5. Бушулян М.А. Стійкість сортів озимої пшениці щодо збудників піренофорозу та фузаріозу колосу в Степу України. Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва. Фітопатологія та ентомологія. 2018. № 1–2. С. 11–15.
6. Муха Т.І., Мурашко Л.А. Стійкість сортозразків колекційного розсадника пшениці м'якої озимої проти фузаріозу колосу та групи хвороб. Миронівський вісник. 2019. № 9. С. 53–58.
7. Ecological significance of winter wheat varieties in phytosanitary optimization of agroecosystems / I. Beznosko et al. *Journal «Agrobiologiya».* 2021. No 1. P. 180–187. DOI: 10.33245/2310-9270-2021-163-1-180-187
8. Парфенюк А.І. Сорт рослин як чинник біологічної безпеки в агроценозах України. Агроєкологічний журнал. 2017. № 2. С. 155–163.
9. Результати селекції пшениці озимої на стійкість проти основних збудників хвороб в Миронівському Інституті пшениці / Г.М. Ковалишина та ін. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Агрономія. 2018. (294). С. 96–103.
10. Стійкість до борошністої роси зразків *Triticum Aestivum* L. 4th WWSRRN CIMMYT в умовах північно-східного Лісостепу України / О.М. Осьмачко та ін. Генетичні ресурси рослин. 2019. № 4. С. 74–88. DOI: 10.36814/pg.2019.24.06
11. Dreiseitl A. Specific resistance of barley to powdery mildew, its use and beyond: a concise critical review. *Plant Genetics and Genomics. A section of Genes.* 2020. Vol. 11(9). 971 p. DOI: 10.3390/genes11090971
12. Хвороби пшениці, поширені в Україні, шкідливість, генетичний контроль та результативність селекції на стійкість / О.Ю. Леонов та ін. Селекція і насінництво. 2016. № 109. С. 53–92.
13. Швартау В.В., Зозуля О.Л., Михальська Л.М., Санін О.Ю. Фузаріози культурних рослин: монографія. Київ: Логос, 2016. 164 с.

14. Фітосанітарний стан агроценозів в Україні в умовах зміни клімату / О.І. Борзих та ін. Землеробство. 2015. (1). С. 93–97.
15. Ratna Kumar P.K., Shiny Niharika P., Hemanth G. Impact of Fungicides on the Growth and Distribution of Soil Mycoflora in Agriculture Fields at Narasannapeta. *International Journal of Science and Research (IJSR)*. 2017. Vol. 6. Issue 1. P. 2337–2347. DOI: 10.21275/ART20164650
16. Рябовол Я.С., Рябовол Л.О., Діордієва І.П. Стійкість до хвороб зразків пшениці м'якої озимої, створених гібридизацією географічно віддалених форм. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2019. Вип. 65. С. 124–133. DOI: 10.32636/01308521.2019-(65)-11
17. Бушуляк М.А. Стійкість сортів озимої пшениці щодо збудників піренофорозу та фузаріозу колосу в Степу України. Вісник Харківського національного аграрного університету. Фітопатологія та ентомологія. 2018. № 1–2. С. 11–15.
18. *Fusarium graminearum* and its interactions with cereal heads: studies in the proteomics era / F. Yang et al. *Front. Plant Sci.* 2013. 4:37. DOI: 10.3389/fpls.2013.00037
19. Effectiveness of the Influence of Selected Essential Oils on the Growth of Parasitic *Fusarium* Isolated from Wheat Kernels from Central Europe / T. Krzyśko-Lupicka et al. *Molecules*. 2021. 26 (21). 6488. DOI: 10.3390/molecules26216488.
20. Бабаянц Л.Т., Мирось С.Л., Тоцький В.Н., Бабаянц О.В. Генетическая детерминация и наследование признака устойчивости пшеницы к *Fusarium graminearum* L. *Цитология і генетика*. 2001. Т. 35. № 3. С. 22–29. URL: <https://www.cytgen.com/ru/2001/22-29N3V35.htm>
21. Голик Л.М., Кузьменко Л.А. Мінливість урожайності та стійкості до ураження хворобами сортів пшениці м'якої озимої залежно від року випробування. Збірник наукових праць «Агробіологія». 2020. № 2. С. 36–46. DOI: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-36-46
22. Ретьман С.В., Кислих Т.М., Шевчук О.В. Мікози зерна пшениці озимої. Карантин і захист рослин. 2018. № 11–12. С. 1–3.
23. Миронівські сорти пшениці озимої з групою стійкістю проти хвороб для Лісостепу України / Г.М. Ковалишина та ін. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2016. (5). URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2016_5_23
24. Cortinovisa C., Fabiola P. *Fusarium* mycotoxins: Effects on reproductive function in domestic animals. *Theriogenology*. 2013. Vol. 80. P. 557–564. URL: <https://www.mdpi.com/2072-6651/13/2/172/htm>
25. Островський Д.М., Корнієнко Л.С., Андрійчук А.В. Токсигенні властивості мікроміцетів *Fusarium* та *Aspergillus*. Науковий вісник ветеринарної медицини. 2017. № 1. С. 157–162.
26. Vogelgsang S. An eight-year survey of wheat shows distinctive effects of cropping factors on different *Fusarium* species and associated mycotoxins. *European Journal of Agronomy*. 2019. Vol. 105. P. 62–77. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1161030118306543?via%3Dihub>
27. Altered Gene Expression Profiles of Wheat Genotypes against *Fusarium* Head Blight / A. Kosaka et al. *Toxins*. 2015. Vol. 7 (2). P. 604–620. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4344645/>
28. Comparative genomics reveals mobile pathogenicity chromosomes in *Fusarium* / L.J. Ma et al. *Nature*. 2010. 464(7287). P. 367–373.
29. Schmale D.G., Munkvold G.P. Mycotoxins in crops: A threat to human and domestic animal health. *The Plant Health Instructor*. 2009. DOI: 10.1094/PHI-I-2009-0715-01.
30. Antifungal Properties of *Fucus vesiculosus* L. Supercritical Fluid Extract Against *Fusarium culmorum* and *Fusarium oxysporum* / K. Tyśkiewicz et al. *Molecules*. 2019. 24(19). 3518. DOI: 10.3390/molecules24193518.
31. Дацько Л.В. Стійкість нових сортів рослин до старих хвороб. 2019. URL: <http://integro.co.ua/stijkist-novih-sortiv-roslin-do-starih-hvorob>
32. Nazarenko M., Lykholat Y. Influence of relief conditions on plant growth and development. *Dnipro university bulletin. Geology. Geography*. 2018. 26 (1). P. 143–149.
33. Perczak A. Antifungal activity of selected essential oils against *Fusarium culmorum* and *F. graminearum* and their secondary metabolites in wheat seeds. *Archives of Microbiology*. 2019. Vol. 201. P. 1085–1097. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00203-019-01673-5>
34. A European Database of *Fusarium graminearum* and *F. culmorum* Trichothecene Genotypes / M. Pasquali et al. *Front. Microbiol.* 2016. DOI: 10.3389/fmicb.2016.00406
35. Мостов'як І.І., Дем'янюк О.С., Бородай В.В. Особливості формування фітопатогенного фону мікроміцетів-збудників хвороб в агроценозах зернових злакових культур Правобережного Лісостепу України. *Агроєкологічний журнал*. 2020. № 1. С. 28–38.
36. The level of intensity of soft winter wheat varieties infection by *Fusarium* link pathogens and their identification on grain / L. Murashko et al. *Plant and Soil Science*. 2022. 13(4). P. 35–45. DOI: 10.31548/agr.13(4).2022.35-45
37. Наумова Н.А. Анализ семян на грибную и бактериальную инфекцию. Львів: Колос, 1970. 208 с.
38. Микроорганизмы – возбудители болезней растений / В.И. Билай и др. Киев: Наук. думка, 1988. 552 с.
39. Методики випробування і застосування пестицидів / С.О. Трибель та ін.; за ред. С.О. Трибеля. Київ: Світ, 2001. 448 с.
40. Мурашко Л.А. Рівень інфікованості зерна пшениці озимої грибами патогенами. Аграрна освіта та наука: досягнення і перспективи розвитку: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції. Біла Церква: БНАУ, 2021. 261 с.
41. Якість зерна пшениці озимої залежно від розвитку патогенної мікофлори / Л.Г. Погоріла та ін. *Корми і кормовиробництво*. 2019. № 87. С. 121–126.

REFERENCES

1. Kyrychenko, V.V. (2016). Osnovy upravlinnia produktsiinym protsesom polovkykh kultur: monohrafiia [Basics of managing the production process of field crops]. Kharkiv, FOP Brovin V.O., 712 p.
2. Savary, S., Willocquet, L., Pethybridge, S.J. (2019). The global burden of pathogens and pests on major food crops. *Nat Ecol Evol.* no. 3, pp. 430–439.
3. International Grains Council. International Grains Council Grain Market Report Five-Year Baseline Projections of Supply and Demand for Wheat, Maize (Corn), Rice and Soybeans to 2023/24. International Grains Council. London, 2019. Available at: <http://www.igc.int/en/downloads/gmrsummary/gmrsumme.pdf>.
4. Deutsch, C.A., Tewksbury, J.J., Tigchelaar, M. (2018). Increase in crop losses to insect pests in a warming climate. *Science.* no. 361 (6405), pp. 916–919.
5. Bushulian, M.A. (2018). Stiikist sortiv ozymoi pshenytsi shchodo zbudnykiv pirenoforozu ta fuzariozu kolosu v Stepu Ukrainy [Resistance of winter wheat varieties to the causative agents of pyrenophorosis and fusarium head blight in the Steppe of Ukraine]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu im. V.V. Dokuchaieva. Fitopatolohiia ta entomolohiia* [Bulletin of Kharkiv National Agrarian University named after V.V. Dokuchaeva. Phytopathology and entomology]. no. 1–2, pp. 11–15.
6. Mukha, T.I., Murashko, L.A. (2019). Stiikist sortozrazkiv kolektsiinoho rozsadnyka pshenytsi miakoi ozymoi proty fuzariozu kolosu ta hrupy khvorob [Resistance of cultivar samples of the collection nursery of soft winter wheat against fusarium head blight and a group of diseases]. *Myronivskiy visnyk* [Myronivsky herald]. no. 9, pp. 53–58.
7. Beznosko, I., Parfenyuk, A., Gorgan, T., Gavrilyuk, L., Turovnik, Y. (2021). Ecological significance of winter wheat varieties in phytosanitary optimization of agroecosystems. *Zbirnyk naukovykh prac' «Agrobiologija»* [Collection of scientific works «Agrobiology»]. no. 1, pp. 180–187. DOI: 10.33245/2310-9270-2021-163-1-180-187
8. Parfeniuk, A.I. (2017). Sort roslyn yak chynnyk biolohichnoi bezpeky v ahrotsenozakh Ukrainy [Plant variety as a factor of biological safety in agroecosystems of Ukraine]. *Ahroekolohichniy zhurnal* [Agroecological journal]. no. 2, pp. 155–163.
9. Kovalyshyna, H.M., Dmytrenko, Yu.M., Demydov, O.A., Mukha, T.I., Murashko, L.A. (2018). Rezultaty selektsii pshenytsi ozymoi na stiikist proty osnovnykh zbudnykiv khvorob v Myronivskomu Instytuti pshenytsi [The results of breeding winter wheat for resistance against the main pathogens at the Myroniv Wheat Institute]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Ahronomiia*. [Scientific Bulletin of the National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine. Agronomy]. no. (294), pp. 96–103.
10. Osmachko, O.M., Vlasenko, V.A., Bakumenko, O.M., Tao, Ye, Oshomok, T.V. (2019). Stiikist do boroshnystoi rosy zrazkiv *Triticum Aestivum* L. 4th WWSRRN CIMMYT v umovakh pivnichno-skhidnoho Lisostepu Ukrainy [Evaluation of CIMMYT'S *Triticum Aestivum* L. accessions from the 4th WWSRRN for resistance to powdery mildew in the northeastern forest steppe of Ukraine]. *Henetychni resursy roslyn* [Genetic resources of plants]. no. 4, pp. 74–88. DOI: 10.36814/pgr.2019.24.06
11. Dreiseitl, A. (2020). Specific resistance of barley to powdery mildew, its use and beyond: a concise critical review. *Plant Genetics and Genomics. A section of Genes.* no. 11(9), 971. DOI: 10.3390/genes11090971
12. Leonov, O.Yu., Petrenkova, V.P., Luchna, I.P., Suvorova, K.Yu., Chuhaiev, S.V. (2016). Khvoroby pshenytsi, poshyreni v Ukraini, shkidlyvist, henetychnyi kontrol ta rezultatyvnist selektsii na stiikist [Diseases of wheat common in Ukraine, harmfulness, genetic control and effectiveness of selection for resistance]. *Selektsiia i nasinnystvo* [Breeding and seed production]. no. 109, pp. 53–92.
13. Shvartau, V.V., Zozulia, O.L., Mykhalska, L.M., Sanin, O.Iu. (2016). Fuzariozy kulturnykh roslyn: monohrafiia [Fusariosis of cultivated plants]. Kyiv, Lohos, 164 p.
14. Borzykh, O.I., Retman, S.V., Neverovska, T.M., Chaika, V.M., Fedorenko, A.V., Bakhmut, O.O., Pylypenko, L.A. (2015). Fitosanitarnyi stan ahrotsenoziv v Ukraini v umovakh zminy klimatu [Phytosanitary status of agroecosystems in Ukraine under conditions of climate change]. *Zemlerobstvo* [Agriculture]. no. (1), pp. 93–97.
15. Ratna Kumar, P.K., Shiny Niharika, P., Hemanth, G. (2017). Impact of Fungicides on the Growth and Distribution of Soil Mycoflora in Agriculture Fields at Narasannapeta. *International Journal of Science and Research (IJSR)*. Vol. 6. Issue 1, pp. 2337–2347. DOI: 10.21275/ART20164650
16. Riabovol, Ia., Riabovol, L., Diordiieva, I. (2019). Stiikist do khvorob zrazkiv pshenytsi miakoi ozymoi, stvorenykh hibrydzatsiieiu heohrafichno viddalenykh form [Resistance to diseases of soft winter wheat samples created by hybridization of geographically remote forms]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo* [Foothill and mountain agriculture and animal husbandry]. no. (65), pp. 124–133. DOI: 10.32636/01308521.2019-(65)-11
17. Bushulian, M.A. (2018). Stiikist sortiv ozymoi pshenytsi shchodo zbudnykiv pirenoforozu ta fuzarioza kolosu v Stepu Ukrainy [Stability of winter wheat varieties to pathogens on tan spot and fusarium head blight in the Steppe of Ukraine]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Fitopatolohiia ta entomolohiia* [The Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Phytopathology and Entomology]. no. (1–2), pp.11–15.
18. Yang, F., Jacobsen, S., Jørgensen, H.J.L., Collinge, D.B., Svensson, B., Finnie, C. (2013). *Fusarium graminearum* and its interactions with cereal heads: studies in the proteomics era. *Front. Plant Sci.* 4:37. DOI: 10.3389/fpls.2013.00037.
19. Krzyśko-Lupicka, T., Sokół, S., Sporek, M., Piekarska-Stachowiak, A., Walkowiak-Lubczyk, W.,

- Sudoł, A. (2021). Effectiveness of the Influence of Selected Essential Oils on the Growth of Parasitic *Fusarium* Isolated from Wheat Kernels from Central Europe. *Molecules*. no. 26 (21), 6488. DOI: 10.3390/molecules26216488.
20. Babayants, L.T., Miros', S.L., Totskiy, V.N., Babayants, O.V. (2001). Henetycheskaia deternynatsiia y nasledovanye pryznaka ustoichyvosti pshenytsy k *Fusarium graminearum* L. [Genetic determination and inheritance of resistance to *Fusarium graminearum* L. in wheat]. *Tsytolohiia i henetyka* [Tsitol. Genet.]. Vol. 35, no. 3, pp. 22–29. Available at: <https://www.cytgen.com/ru/2001/22-29N3V35.htm>
21. Golyk, L.M., Kuzmenko, L.A. (2020). Minlyvist' urozhajnosti ta stijkosti do urazhennja hvorobamy sortiv pshenyци m'jakoi' ozymoi' zalezho vid roku vyprovubannja [Variability of productivity and disease resistance of soft winter wheat varieties depending on the year of the test]. *Zbirnyk naukovykh prac' «Agrobiologija»* [Collection of scientific works "Agrobiology"]. no. 2, pp. 36–46. DOI: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-36-46
22. Retman, S.V., Kyslykh, T.M., Shevchuk, O.V. (2018). Mikozy zerna pshenyци ozymoi' [Mycoses of winter wheat grain]. *Karantyn i zakhyst Roslyn* [Quarantine and plant protection]. no. 11–12, pp. 1–3.
23. Kovalyshyna, H.M., Demydov, O.A., Mukha, T.I., Murashko, L.A., Zaima, O.A. (2016). Myronivski sorty pshenyци ozymoi' z hrupovoiu stiikistiu proty khvorob dlia Lisostepu Ukrainy [Myroniv varieties of winter wheat with group resistance against diseases for the Forest Steppe of Ukraine]. *Naukovi dopovidi Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy* [Scientific reports of the National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine]. no. (5). Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2016_5_23
24. Cortinovisa, C., Fabiola, P. (2013). *Fusarium* mycotoxins: Effects on reproductive function in domestic animals. *Theriogenology*. Vol. 80, pp. 557–564. Available at: <https://www.mdpi.com/2072-6651/13/2/172/htm>
25. Ostrovskiy, D.M., Korniienko, L.Ye., Andriichuk, A.V. (2017). Toksyhenni vlastyvoli mikromitsetiv *Fusarium* ta *Aspergillus* [Toxicogenic properties of *Fusarium* and *Aspergillus* micromycetes]. *Naukovyi visnyk veterynarnoi medytsyny* [Scientific Bulletin of Veterinary Medicine]. no. (1), pp. 157–162.
26. Vogelgsang, S., Beyer, M., Pasquali, M., Eveline, J., Tomke, M., Bucheli, T.D., Wettstein, F.E., Forrer, Hans-Rudolf. (2019). An eight-year survey of wheat shows distinctive effects of cropping factors on different *Fusarium* species and associated mycotoxins. *European Journal of Agronomy*. 2019. Vol. 105, pp. 62–77. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1161030118306543?via%3Dihub>
27. Kosaka, A., Manickavelu, A., Kajihara, D. (2015). Altered Gene Expression Profiles of Wheat Genotypes against *Fusarium* Head Blight. *Toxins*. Vol. 7 (2), pp. 604–620. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4344645/>
28. Ma, L.J., Van Der Does, H.C., Borkovich, K.A., Coleman, J.J., Daboussi, M.J., Di Pietro, A., Rep, M. (2010). Comparative genomics reveals mobile pathogenicity chromosomes in *Fusarium*. *Nature*. no. 464(7287), pp. 367–373.
29. Schmale, D.G., Munkvold, G.P. (2009). Mycotoxins in crops: A threat to human and domestic animal health. *The Plant Health Instructor*. DOI: 10.1094/PHI-I-2009-0715-01.
30. Tyśkiewicz, K., Tyśkiewicz, R., Konkol, M., Rój, E., Jaroszuk-Ściśel, J., Skalicka-Woźniak, K. (2019). Antifungal Properties of *Fucus vesiculosus* L. Supercritical Fluid Extract Against *Fusarium culmorum* and *Fusarium oxysporum*. *Molecules*. no. 24(19), 3518 p. DOI: 10.3390/molecules24193518.
31. Dac'ko, L.V. (2019). Stijkist' novih sortiv roslin do starih hvorob [Resistance of new plant varieties to old diseases]. Available at: <http://integro.co.ua/stijkist-novih-sortiv-roslin-do-starih-hvorob>
32. Nazarenko, M., Lykholat, Y. (2018). Influence of relief conditions on plant growth and development. *Dnipro university bulletin. Geology. Geography*. no. 26 (1), pp. 143–149.
33. Perczak, A., Gwiazdowska, D., Marchwińska, K., Juś, K., Gwiazdowski, R., Waśkiewicz, A. (2019). Antifungal activity of selected essential oils against *Fusarium culmorum* and *F. graminearum* and their secondary metabolites in wheat seeds. *Archives of Microbiology*. Vol. 201, pp. 1085–1097. Available at: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00203-019-01673-5>
34. Pasquali, M., Beyer, M., Logrieco, A., Audenaert, K., Balmas, V., Basler, R., Boutigny, A.L., Chrpová, J., Czembor, E., Gagkaeva, T., González-Jaén, M.T., Hofgaard, I.S., Köycü, N.D., Hoffmann, L., Lević, J., Marin, P., Miedane, T., Migheli, Q., Morretti, A., Müller, M.E.H., Munaut, F., Parikka, P., Pallez-Barthel, M., Picc, J., Scauflaire, J., Scherm, B., Stanković, S., Thrane, U., Uhlig, S., Vanheule, A., Yli-Mattila, T., Vogelgsang, S. (2016). A European Database of *Fusarium graminearum* and *F. culmorum* Trichothecene Genotypes. *Front. Microbiol.* 2016. DOI: 10.3389/fmicb.2016.00406
35. Mostov'iak, I.I., Demianiuk, O.S., Borodai, V.V. (2020). Osoblyvosti formuvannia fitopatohennoho fonu mikromitsetiv-zbudnykiv khvorob v ahrotsenozakh zernovykh zlakovykh kultur Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Peculiarities of the formation of the phytopathogenic background of micromycetes that cause diseases in the agrocenoses of grain cereal crops of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine]. *Ahroekolohichniy zhurnal* [Agroecological journal]. no. 1, pp. 28–38.
36. Murashko, L., Mukha, T., Humenyuk, O., Kirilenko, V., Novytska, N. (2022). The level of intensity of soft winter wheat varieties infection by *Fusarium* link pathogens and their identification on grain. *Plant and Soil Science*. no. 13(4), pp. 35–45. DOI: 10.31548/agr.13(4).2022.35-45
37. Naumova, N.A. (1970). Analiz semian na hrybnuu y bakteryalnuu ynfektsiyu. [Analysis of seeds for fungal and bacterial infection]. *Lviv, Kolos*, 208 p.

38. Bylaj, V.Y., Gvozdkak, R.Y., Skrypal', Y.R., Kraev, V.G., Jellanskaja, Y.A., Zyrka, T.Y., Muras, V.A. (1988). Mikroorganizmy-vozbuditeli boleznej rastenij [Microorganisms that cause plant diseases]. Kyiv, Scientific thought, 552 p.

39. Trybel, S.O., Siharova, D.D., Sekun, M.P., Ivashchenko, O.O. (2001). Metodyky vyprobuvannia i zastosuvannia pestytsydiv [Test methods and application of pesticides]. Kyiv, World, 448 p.

40. Murashko, L.A. (2021). Riven infikovnosti zerna pshenytsi ozymoi hrybnymy patohenamamy [The level of infection of winter wheat grain with fungal pathogens.]. Ahrarna osvita ta nauka: dosiahnennia i perspektyvy rozvytku: materialy II Mizhnarodnoi nauko-vo-praktychnoi konferentsii (Bila Tserkva, 4–5 bereznia 2021 r.) [Agrarian education and science: achievements and prospects for development: materials of the II International Scientific and Practical Conference (Bila Tserkva, March 4-5, 2021)]. Bila Tserkva, BNAU, 261 p.

41. Pohorila, L.H., Chornolata, L.P., Naidina, T.V., Lykhach, S.M., Zdor, L.P., Pyryn, N.I., Rudska, N.O. (2019). Yakist zerna pshenytsi ozymoi zalezho vid rozvytku patohennoi mikoflory [The quality of winter wheat grain depends on the development of pathogenic mycoflora]. Kormy i kormovyrobnytstvo [Fodder and fodder production]. no. (87), pp. 121–126.

Distribution and species composition of *Fusarium* Link on soft winter wheat varieties in the Central Forest-Steppe of Ukraine

Murashko L., Humeniuk O., Kyrylenko V., Sabadyn V., Dubovyk N.

A promising task of breeding is the creation of soft winter wheat varieties with group resistance to diseases. Success in solving these issues mainly depends on the effectiveness of genetic improvement of wheat varieties. The level of contamination of agrophytocenoses by pathogens of the genus *Fusarium* Link is global in nature. The main components of the methodology for source material creation are regular monitoring of the

pathogenic complex, morphophysiological properties of plants and populations of particularly dangerous types of pathogens. The objectivity of the assessment of the immunological properties of varieties, the establishment of relationships in the plant-host-pathogen system, the identification and selection of highly effective, adapted to zonal conditions, sources and donors of soft winter wheat.

The results of the study of the prevalence of fusarium pathogens of grain and the species composition of fungi of the genus *Fusarium* Link on 23 varieties of soft winter wheat from different breeding centers of Ukraine are presented («Doskonala», «Pryvablyva», «Stolychna», «Fermerka», «Mriya», «Poverna», «Turunchuk», «Zvytiaha», «Kosovytsia», «Viktoriea», «Bezmezna», «Vodohrai», «Myroliubyva», «Polisianka», «Voloshkova», «Chorniava», «Tsyhanka», «Blaho», «Ovidii») and breeding lines (sources of resistance) «Myronivska rannostyha»/CATALON, MV 20-88/»Smuhlianka», BILINMEVEN 49/»Natalka», «Donskoi proctor»/»Slavna», (Mikon/ALMA)/»Lehenda Myronivska».

Phytopathological analysis of soft winter wheat grain was carried out in the laboratory conditions to identify *Fusarium* Link species. A high percentage of healthy grain was determined on wheat varieties «Kosovytsia», «Kupava», «Stolychna», «Mriya». The smallest *Fusarium* Link ear damage (3-4%) was found in the following varieties: «Bezmezna», «Poverna», «Polisianka». A high level of *Fusarium* Link ear damage intensity (15-18%) was observed in the following varieties: «Doskonala», «Turunchuk», «Ovidii», «Vodohrai», «Myroliubyva». During the research years soft winter wheat grains were colonized by *Fusarium* Link species: *F. sporotrichiella*, *F. monilifopme*, *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. avenaceum*, *F. gibbosum*, *F. sambucinum*, and *F. oxysporium*. The species *F. monilifopme* and *F. oxysporium* dominated, their prevalence on wheat grains was 16.2% and 11.7% respectively.

Key words: soft winter wheat, variety, grain, fusarium, severity of damage, *Fusarium* Link fungi, dominant species.



Copyright: Мурашко Л.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:

Мурашко Л.А.

Гуменюк О.В.

Кириленко В.В.

Сабадин В.Я.

Дубовик Н.С.

<https://orcid.org/0000-0002-0438-7682>

<https://orcid.org/0000-0002-1147-088X>

<https://orcid.org/0000-0002-8096-4488>

<https://orcid.org/0000-0002-8397-8973>

<https://orcid.org/0000-0002-1473-9565>


УДК 575.827.633.11

Елементи структури урожаю пшениці озимої залежно від технології вирощування насіння

Поліщук В.В.¹ , Коновалов Д.В.² 

¹ Уманський національний університет садівництва

² Інститут фізіології рослин і генетики НАН України

 Коновалов Д.В. E-mail: david-konovalov@ukr.net



Поліщук В.В., Коновалов Д.В. Елементи структури урожаю пшениці озимої залежно від технології вирощування насіння. «Агробіологія», 2024. № 1. С. 18–24.

Polishchuk V., Konovalov D. Elements of winter wheat yield structure depending on seeds growing technology. «Agrobiology», 2024. no. 1, pp. 18–24.

Рукопис отримано: 27.02.2024 р.

Прийнято: 13.03.2024 р.

Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-18-24

У статті висвітлено питання впливу різних технологій вирощування насіння пшениці озимої на елементи структури урожаю, його формування і якість. Виявлено, що формування структури урожаю – кількість рослин, продуктивних стебел, зерен у колоску та маса зерна з одного колоса залежали від технологій вирощування культури. З'ясовано, що реакція сортів на технологію вирощування була різною. За базової технології вирощування насіння у середньо-ранньостиглих та середньостиглих сортів не виявлено значної різниці з коефіцієнту кушення та маси зерен з колоса. Спостерігалася лише тенденція збільшення цих показників середньостиглих сортів. Найбільший коефіцієнт продуктивного кушення (1,4) був у сорту Астарт, що забезпечило отримання найбільшої кількості продуктивних стебел, а маса зерен у колосі цього сорту була найменшою, урожайність насіння становила 7,00 т/га і була достовірно меншою, ніж у інших сортів. Застосування енергонасиченої технології забезпечило достовірне підвищення біологічної урожайності сортів обох груп стиглості, порівняно з базовою. За цієї технології вирощування пшениці озимої, так як і за базової, густина рослин була більшою у середньо-ранньостиглих сортів і становила 395 шт./м², водночас як у середньостиглих вона була меншою – 10 шт./м². Однак, коефіцієнт кушення та кількість продуктивних стебел були більшими у середньостиглих сортів, що у комплексі з агротехнологічними заходами – підвищеними дозами добрив як основного, так і в підживлення, захистом посівів від хвороб (дворазовий обробіток посівів фунгіцидами) забезпечило отримання достовірної вищої урожайності, яка у середньому за сортами була більшою на 0,11 т/га, ніж у середньо-ранньостиглих сортів. Застосування енергонасиченої технології з елементами біологізації вирощування насіння пшениці озимої забезпечило отримання найвищої біологічної урожайності насіння всіх сортів обох груп стиглості, порівняно з базовою та з енергонасиченою технологіями. Достовірно вища біологічна урожайність насіння була у середньостиглих сортів порівняно з середньо-ранньостиглими. Доцільно зазначити, що за енергонасиченої технології з елементами біологізації вирощування, коефіцієнт продуктивного кушення та маса зерен з колоса всіх сортів були майже однакові.

Ключові слова: технологія, коефіцієнт кушення, маса зерен з колоса, продуктивні стебла, урожайність, схожість насіння.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. На сьогодні важливою народногосподарською проблемою є виробництво високоякісного зерна пшениці озимої для задоволення потреб ринку та експортних можливостей держави, а також формування резервів у повному обсязі [1]. Збільшення обсягів виробництва зерна є пріоритетним напрямом розвитку сільського господарства і гарантією продовольчої безпеки держави. Вирішення цієї проблеми можливе завдяки удосконаленню елементів технології та нових адаптивних сортів, які б дали змогу підвищити врожайність і якість отриманої продукції [2].

Динаміка росту рослин і накопичення ними вегетативної маси визначаються впливом агротехнічних, кліматичних і біологічних чинників, сортовими особливостями, інтенсивністю куцання, висотою рослин, типом листя тощо [3–5]. Одним з головних чинників підвищення урожайності пшениці озимої є впровадження нових високопродуктивних сортів, застосування добрив, інтегрований захист рослин від шкідників, хвороб і бур'янів та технологій вирощування [6]. Збільшення урожайності сортів неможливе без поліпшення їх структури, що залежить від елементів технології вирощування [7]. Рівень врожайності та якості зерна в озимій пшениці визначається генетичними властивостями сортів і взаємодією їх із умовами середовища [8].

Важливе значення у підвищенні врожайності та якості насіння і зерна належить технології вирощування. За правильного регулювання агротехнічних чинників вирощування пшениці озимої формується структура її посівів з оптимальною кількістю продуктивного стеблостою, яка забезпечує найвищу урожайність високоякісного насіння і зерна [9]. Врожайність та якість насіння озимих культур залежить від технології їх вирощування, де енергозбереження є головним агрозаходом, який забезпечить отримання високопродуктивних посівів з реалізацією генетичного потенціалу сорту [10].

Врожайні властивості насіння, які інтегрують комплекс генетичної та матрикальної різноманітності, що виникає у процесі вирощування, збирання, зберігання і підготовки насіння до сівби є найважливішим критерієм оцінки ефективності технологічних заходів у насінництві [11]. Тому, всі агротехнологічні заходи мають бути спрямовані для створення сприятливих умов для росту і розвитку культур. Застосування інтенсивних технологій виробництва зернової продукції сприяє значному підвищенню урожайності зернових культур, однак супроводжується значними витратами

енергії та забрудненням навколишнього середовища [12, 13].

Мета дослідження. Дослідити особливості формування елементів структури урожаю пшениці озимої залежно від технологій вирощування насіння.

Матеріал і методи дослідження. Польові та лабораторні досліді проводили в умовах дослідного господарства Інституту фізіології рослин і генетики упродовж 2018–2020 рр., із сортами двох груп стиглості селекції Інституту фізіології рослин і генетики – середньо-ранньостиглі (Почаївка, Борія, Новосмуглянка) та середньостиглі (Городниця, Астарт, Малинівка). Насіння вирощували за трьома технологіями: 1) базова (контроль) – рекомендована, яка включала основний та передпосівний обробки ґрунту, основне удобрення в дозі $N_{16} P_{16} K_{16}$, сівбу в оптимальні строки, дворазове підживлення азотними добривами, перше 150 кг/га, друге 100 кг/га фізичних туків, інтегрований захист рослин однократний обробіток посіву фунгіцидом та захист від шкідників і бур'янів; 2) енергонасичена – така ж що і рекомендована, але з підвищеними дозами мінеральних добрив як в основне удобрення, так і в підживлення і застосуванням інтегрованого захисту сходів; 3) енергонасичена технологія з елементами біологізації – включала весь набір технологічних операцій що за енергонасиченої, однак з метою зниження негативного впливу на рослини хімічних препаратів, насіння та посіви обробляли біологічними препаратами (Емістим С з нормою 20 мл/т) та мікроелементами (Аватар з нормою 1 л/т).

Емістим С – це регулятор росту рослин природного походження, що виробляється за культивування мікоризних грибів із кореневої системи цілющих рослин. Містить збалансований комплекс природних ростових речовин – фітогормонів ауксинової, цитокінінової та гіберелінової природи, вуглеводи, амінокислоти, насичені та ненасичені жирні кислоти, мікроелементи. Препарат стимулює ріст і розвиток понад 20 видів культур: зернових, зернобобових, технічних, кормових, овочевих, ягідних, квітів [14].

Мікродобриво «Аватар 1» в хелатній формі містить кобальт (Co – 0,0001–0,0025 %), мідь (Cu – 0,01–0,08 %), цинк (Zn – 0,001–0,007 %), залізо (Fe – 0,0015–0,008 %), марганець (Mn – 0,0005–0,005 %), молібден (Mo – 0,00001–0,0025 %), магній (Mg – 0,01–0,08 %). Мікродобрива впливають не лише на синтез універсального джерела всіх біохімічних процесів – АТФ, а також мають важливе значення для життєдіяльності клітин – амінокислот, вуглеводів, жирних кислот тощо. Сприяють підвищенню засвоєності росли-

нами макроелементів (азоту, фосфору, калію, сірки) з мінеральних добрив та ґрунту [15].

Аналіз структури рослин – кількість продуктивних пагонів рослин, кількість зерен колоса, масу зернівки визначали за аналізом снопового зразка – способом підрахунків, зважувань, які відбирали перед збиранням урожаю з двох несумісних повторень, у двох місцях ділянки [16]. Масу зерна з одного колоса – за ділення маси зерна снопового зразка (у грамах) на кількість продуктивних стебел випробуваної культури, масу насіння після його очистки. Облік біологічної урожайності проводили з проб відібраних з трьох ділянок площею 1 м² кожного варіанта та перераховували на 14 % вологість згідно з методикою В.О. Єщенко та ін. [17]. Облік урожаю здійснювали суцільним обмолотом рослин з кожної ділянки селекційним комбайном Sampo-Rosenlew SR 3085. Бункерну масу зерна з кожної ділянки перераховували на врожайність з 1 га з урахуванням вологості та засміченості. Якість насіння визначали згідно з ДСТУ 4138 [18].

Погодні умови за роки проведення досліджень загалом були сприятливими для росту і розвитку пшениці озимої. Сільськогосподарські 2017/2018–2018/2019 роки за температурним режимом були наближеними до середнього багаторічного. У 2017/2018 рр. гідротермічний коефіцієнт становив 0,9, у 2018/2019 рр. – він був наближеним до одиниці, що характеризує погодні умови оптимальними для рослин з врахуванням температури повітря та кількості опадів за певний період. Сільськогосподарські

2019/2020 рр. за температурним режимом були наближеними до середнього багаторічного, однак характеризувались значним дефіцитом вологи як у період сівби та отримання сходів, так і упродовж вегетації. Гідротермічний коефіцієнт становив 0,5–0,7, що свідчить про засушливі погодні умови.

Експериментальні дані обробляли за методом дисперсійного аналізу за Фішером [19] з використанням комп'ютерної програми Statistica 6.0 та методичних рекомендацій [20].

Результати дослідження та обговорення. Формування урожайності насіння пшениці озимої залежить від елементів структури урожаю, а саме: від кількості рослин, продуктивних стебел, зерен у колоску та маси зерна з одного колоса.

З'ясовано, що за базової технології вирощування насіння, у середньому за три роки, середньо-ранньостиглих та середньостиглих сортів, не виявлено значної різниці за коефіцієнтом кушення та масою зерен з колоса (табл. 1).

Водночас, спостерігалася тенденція збільшення коефіцієнту продуктивного кушення та маси зерен з колоса середньостиглих сортів. Продуктивне кушення є найважливішою складовою врожайності, у якому закладено головний резерв її підвищення. Найбільший коефіцієнт продуктивного кушення (1,4) був у сорту Астарта, що забезпечило отримання найбільшої кількості продуктивних стебел (531 шт./м²), а маса зерен у колосі цього сорту була найменшою (1,32 г), урожайність насіння становила 7,00 т/га і була достовірно меншою, ніж у інших сортів.

Таблиця 1 – Структурний аналіз рослин сортів пшениці озимої за базової технології вирощування (середнє за 2018–2020 рр.)

Сорт	Кількість, шт./м ²		Коефіцієнт продуктивного кушення	Маса зерна з колоса, г	Біологічна врожайність, т/га
	рослин	продуктивних стебел			
Середньо-ранньостиглі					
Почайвка	375	458	1,22	1,62	7,40
Борія	389	471	1,21	1,48	6,96
Новосмуглянка	371	460	1,24	1,55	7,14
Середнє за сортами	378	463	1,22	1,55	7,17
Середньостиглі					
Городниця	378	510	1,35	1,35	6,86
Астарта	379	531	1,4	1,32	7,00
Малинівка	372	487	1,31	1,52	7,40
Середнє за сортами	376	509	1,35	1,40	7,09
НІР 0,05 групи стиглості, сорти					0,09

Достовірно вищу біологічну урожайність насіння (7,40 т/га) забезпечив сорт Малинівка, коефіцієнт кушення якого був найменшим (1,31), однак маса зерен з колоса була найбільшою і становила 1,52 г, що за найменшої густоти 372 шт./м² продуктивних стебел забезпечило отримання найвищої біологічної урожайності. Збільшення продуктивних стебел сорту Астарта до 531 шт./м² призвело до зменшення маси зерен з колосу.

Аналогічна залежність спостерігалася за вирощування сортів середньо-ранньостиглих. За найбільшої кількості продуктивних стебел (460 шт./м²) маса зерен у колосі була найменшою (1,48 г) у сорту Борія і, відповідно – достовірно меншою була біологічна урожайність насіння, порівняно з іншими сортами цієї групи стиглості. Зменшення кількості продуктивних стебел сортів Почайна та Новосмуглянка сприяло достовірному збільшенню маси зерен з колосу та біологічної урожайності, порівняно із сортом Борія.

Застосування енергонасиченої технології забезпечило достовірне підвищення біологічної урожайності сортів обох груп стиглості, порівняно з базовою (табл. 2).

За цієї технології вирощування пшениці озимої, так як і за базової, густота рослин була більшою у середньо-ранньостиглих сортів і становила 395 шт./ м², тимчасом у середньостиглих – 385 шт./ м². Однак, коефіцієнт кушення та кількість продуктивних стебел були більшими у середньостиглих сортів, що у комплексі з агротехнологічними заходами – підвищеними дозами добрив як основного, так і в підживлення, захистом посівів від хвороб (дворазовий обробіток посівів фунгіцидами)

забезпечило отримання достовірно вищої урожайності, яка у середньому за сортами становила 7,79 т/га або була більшою на 0,11 т/га, ніж середньо-ранньостиглих сортів.

Щодо реакції сортів на енергонасичену технологію, то слід зазначити, що вона відрізнялася від базової технології. Якщо за базової технології середньостиглий сорт Астарта мав найменшу біологічну урожайність, то за енергонасиченої, навпаки, вона була достовірно більшою – 7,13 т/га. Завдяки найбільшій кількості продуктивних стебел (594 шт./м²) цей сорт забезпечив достовірно вищу біологічну урожайність насіння, порівняно з іншими сортами обох груп стиглості, хоча маса зерен у колосі була найменшою. Біологічна урожайність середньостиглого сорту Городниця була майже такою ж як і сорту Астарта. Лише сорт Малинівка, продуктивних стебел у якого було значно менше (447 шт./м²), сформував достовірно нижчу урожайність порівняно з сортами Астарта та Городниця.

Достовірної різниці з біологічної урожайності середньо-ранньостиглих сортів не спостерігали, що зумовлено меншою кількістю продуктивних стебел, порівняно із середньостиглими. Коефіцієнт продуктивного кушення (1,36) був у сорту Борія, що забезпечило отримання найбільшої кількості продуктивних стебел і, відповідно – вищої урожайності насіння – 7,25 т/га.

Застосування енергонасиченої технології з елементами біологізації вирощування насіння пшениці озимої забезпечило отримання найвищої біологічної урожайності насіння усіх сортів обох груп стиглості (табл. 3), порівняно з базовою та енергонасиченою технологіями.

Таблиця 2 – Структурний аналіз рослин сортів пшениці озимої за енергонасиченої технології вирощування (середнє за 2018–2020 рр.)

Сорт	Кількість, шт./м ²		Коефіцієнт продуктивного кушення	Маса зерна з колоса, г	Біологічна врожайність, т/га
	рослин	продуктивних стебел			
Середньо-ранньостиглі					
Почайвка	398	498	1,25	1,49	7,43
Борія	395	537	1,36	1,35	7,25
Новосмуглянка	392	447	1,14	1,63	7,27
Середнє за сортами	395	494	1,25	1,49	7,32
Середньостиглі					
Городниця	382	546	1,43	1,3	7,11
Астарта	383	594	1,55	1,2	7,13
Малинівка	385	447	1,16	1,65	7,38
Середнє за сортами	383	529	1,38	1,38	7,21
НІР 0,05 групи стиглості, сорти					0,07

Таблиця 3 – Структурний аналіз рослин сортів пшениці озимої за енергонасиченої технології з елементами біологізації вирощування (середнє за 2018–2020 рр.)

Сорт	Кількість, шт. /м ²		Коефіцієнт продуктивного кушення	Маса зерна з колоса, г	Біологічна врожайність, т/га
	рослин	продуктивних стебел			
Середньо-ранньостиглі					
Почаївка	403	544	1,35	1,42	7,74
Борія	401	545	1,36	1,41	7,70
Новосмуглянка	398	541	1,36	1,42	7,64
Середнє за сортами	401	544	1,36	1,42	7,69
Середньостиглі					
Городниця	373	526	1,41	1,38	7,24
Астарга	376	526	1,4	1,38	7,27
Малинівка	393	527	1,3	1,5	7,39
Середнє за сортами	381	526	1,37	1,42	7,30
НІР 0,05 групи стиглості, сорти					0,05

У середньому за три роки, середньостиглі сорти забезпечили достовірно вищу біологічну урожайність насіння порівняно з середньо-ранньостиглими. Доцільно зазначити, що за енергонасиченої технології вирощування з елементами біологізації коефіцієнт продуктивного кушення та маса зерен з колоса всіх сортів були майже однакові.

У середньо-ранньостиглих сортів коефіцієнт продуктивного кушення становив 1,36, маса зерен з колоса – 1,42 г, у середньостиглих коефіцієнт кушення і маса зерен з колоса становили, відповідно – 1,37 та 1,42, крім сорту Малинівка, де коефіцієнт кушення був 1,3, а маса зерен – 1,5 г, що зумовлено більшою густиною стояння рослин, порівняно з іншими середньостиглими сортами.

Технології вирощування насіння пшениці озимої впливали не лише на структурний аналіз рослин, а також на урожайність і якість насіння. Достовірно вищу урожайність забезпечило вирощування насіння за енергонасиченої технології з елементами біологізації – 5,76–5,92 т/га, енергія проростання та схожість становили 94–96 %.

Висновки. Визначено, що за енергонасиченої технології з елементами біологізації вирощування у разі застосування мікроелементів та стимуляторів росту отримано більшу кількість продуктивних стебел завдяки вищому коефіцієнту продуктивного кушення, який за сортами був однаковим у межах кожної групи стиглості, що забезпечило отримання достовірно вищої біологічної урожайності насіння, порівняно з базовою та енергонасиченою технологіями. Біологічна урожайність насіння пшениці озимої залежала як від коефіцієнту продуктивного

кушення, кількості продуктивних стебел та маси зерен з одного колоса, так і від сортових особливостей.

З'ясовано, що реакція сортів на технологію вирощування була різною. Сорти середньо-ранньостиглі за базової технології вирощування забезпечували реалізацію фактичного потенціалу урожайності на 77,1 %, за енергонасиченої – на 76,0 %, а за енергонасиченої технології з елементами біологізації – на 76,8 %, сорти середньостиглі, відповідно – на 77,5; 76,7 та 79,0 %.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Петриченко В.Ф., Земляний О.І. Озима пшениця: потепління і особливості захисту посівів в осінній період. Агроном. 2009. № 5. С. 56–60.
- Лисікова В.Н., Лисікова В.Н., Шовгун О.П. Нові сорти озимої пшениці – нові можливості. Про позиція. 2013. № 8. С. 62–65.
- Рожков А.О. Формування біометричних показників рослин та врожайність зерна пшениці твердої ярої залежно від впливу норми висіву насіння і способу сівби. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. 2014. № 7. С. 97–102.
- Вожегова Р.А., Белов Я.В. Динаміка накопичення надземної біомаси гібридами кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та удобрення за вирощування в умовах зрошення. Таврійський науковий вісник. 2019. № 109(1). С. 3–9. DOI: 10.32851/2226-0099.2019.109-1.1
- Miroshnychenko M.M., Zvonar A.M., Panasenکو E.V. Assimilation of Nutritive Elements by Winter Wheat Plants of Ukrainian and European Selection After the Resumption of Spring Vegetation. *Agrology*. 2021. No 4(1). P. 3–9. DOI: 10.32819/021001

6. Сучасні сорти та системи живлення і захисту озимої пшениці / В.В. Моргун та ін. Київ: Вістка, 2022. Вид. XI. 106 с.

7. Марковська О.Є., Гречишкіна Т.А. Продуктивність сортів пшениці озимої залежно від елементів технології вирощування в умовах Південного Степу України. Агробіологія. 2020. № 1. С. 96–103. DOI: 10.33245/2310-9270-2020-157-1-96-103

8. Карашук Г.В., Федоненко Г.Ю. Урожайність сортів пшениці озимої твердої залежно від технологічних прийомів вирощування на півдні України. Зрошуване землеробство. 2020. Вип. 73. С. 35–38. DOI 10.32848/0135-2369.2020.73.6

9. Tsyliuryk A.I., Tkalic Yu.I., Masliiov S.V., Kozechko V.I. Impact of mulch tillage and fertilization on growth and development of winter wheat plants in clean fallow in Northern Steppe of Ukraine. Ukrainian Journal of Ecology. 2017. No 7(4). P. 511–516. DOI: 10.15421/2017_153.

10. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф., Івашук П.В. Зерновиробництво. Львів: НВФ «Українські технології», 2008. 624 с.

11. Волошук І.С. Вплив зміни клімату на вирощування насіння пшениці озимої в зоні Західного Лісостепу України. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2017. Вип. 62. С. 3–17.

12. Лихочвор В. Моделі агротехнологій в Україні. Вісник Львівського національного аграрного університету. 2008. Т. 1. № 12. С. 170–178.

13. Камінський В.Ф. Наукові засади біологічного землеробства в умовах зміни клімату. Вісник наук. праць ННЦ Інститут землеробства. 2016. Вип. 1. С. 3–15.

14. Антипова Л.К. Урожайність сіна сортів люцерни залежно від погодних умов та рістрегулюючого препарату Емістим С. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2020. Вип. 1 DOI: 10.31521/2313-092X/2020-1(105)

15. Мікродобрива «Аватар 1». URL: <https://agrarii-zarom.com.ua/preparations/mikrodobriva-avatar-1>

16. Грицаєнко З.М., Грицаєнко А.О., Карпенко В.П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. Київ: ЗАТ «НІЧЛАВА», 2003. С. 17–18.

17. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Костогриз П.В., Опришко В.П. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К»», 2014. 332 с.

18. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. [Чинний від 2002-01-28]. Київ: Держспоживстандарт України, 2010. 11 с.

19. Fisher R.A. Statistical methods for research workers. New Delhi: Cosmo Publications, 2006. 354 p.

20. Ермантраут Е.Р., Присяжнюк О.І., Шевченко Л.Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті STATISTICA 6: методичні вказівки. Київ, 2007. 55 с.

REFERENCES

1. Petrychenko, V.F., Zemlianyi, O.I. (2009). Ozyma pshenytsia: poteplinnia i osoblyvosti zakhystu posiviv v osinnii period [Winter wheat: warming and peculiarities of crop protection in autumn]. Ahronom [Agronomist]. no. 5, pp. 56–60.

2. Lysikova, V.N., Lysikova, V.N., Shovhun, O.P. (2013). Novi sorty ozymoi pshenytsi – novi mozhlyvosti [New winter wheat varieties – new opportunities]. Propozytsiia [Offer]. no. 8, pp. 62–65.

3. Rozhkov, A.O. (2014). Formuvannia biometrychnykh pokaznykiv roslin ta vrozhaunist zerna pshenytsi tverdoi yaroї zalezno vid vplyvu normy vysivu nasinnia i sposobu sivyby [Formation of biometric parameters of plants and grain yield of durum spring wheat depending on the influence of seeding rate and sowing method]. Biuletyn Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy [Bulletin of the Institute of Agriculture of the Steppe Zone of NAAS of Ukraine]. no. 7, pp. 97–102.

4. Vozhehova, R.A., Bielov, Ya.V. (2019). Dynamika nakopychennia nadzemnoi biomasy hibridamy kukurudzy zalezno vid hustoty stoiannia roslin ta udobrennia za vyroshchuvannia v umovakh zroshennia [Dynamics of above-ground biomass accumulation by maize hybrids depending on plant density and fertilisation under irrigation conditions]. Tavriiskyi naukovyi visnyk [Taurian Scientific Bulletin]. no. 109(1), pp. 3–9. DOI: 10.32851/2226-0099.2019.109-1.1

5. Mirosnychenko, M.M., Zvonar, A.M., Panasenko, E.V. (2021). Assimilation of Nutritive Elements by Winter Wheat Plants of Ukrainian and European Selection After the Resumption of Spring Vegetation. Agrology. no. 4(1), pp. 3–9. DOI: 10.32819/021001

6. Morhun, V.V., Shvartau, V.V., Konovalov, D.V., Mykhalska, L.M., Skryplov, V.O. (2022). Suchasni sorty ta systemy zhyvlennia i zakhystu ozymoi pshenytsi [Modern varieties and systems of nutrition and protection of winter wheat]. Kyiv, Vistka, KhI, 106 p.

7. Markovska, O.Ye., Hrechyskyna, T.A. (2020). Produktivnist sortiv pshenytsi ozymoi zalezno vid elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Productivity of winter wheat varieties depending on the elements of cultivation technology in the Southern Steppe of Ukraine]. Ahrobiolohiia [Agribiology]. no 1, pp. 96–103. DOI: 10.33245/2310-9270-2020-157-1-96-103

8. Karashchuk, H.V., Fedonenko, H.Yu. (2020). Urozhaunist sortiv pshenytsi ozymoi tverdoi zalezno vid tekhnolohichnykh pryimiv vyroshchuvannia na pivdni Ukrainy [Yields of winter durum wheat varieties depending on cultivation practices in southern Ukraine]. Zroshuvane zemlerobstvo [Irrigated agriculture]. Issue 73, pp. 35–38. DOI: 10.32848/0135-2369.2020.73.6

9. Tsyliuryk, A.I., Tkalic, Yu.I., Masliiov, S.V., Kozechko, V.I. (2017). Impact of mulch tillage and fertilization on growth and development of winter wheat plants in clean fallow in Northern Steppe of Ukraine. Ukrainian Journal of Ecology. no. 7(4), pp. 511–516. DOI: 10.15421/2017_153.

10. Lykhochvor, V.V., Petrychenko, V.F., Ivashchuk, P.V. (2008). Zernovyrobnytstvo [Grain production]. Lviv, NVF Ukrainian technologies, 624 p.

11. Voloshchuk, I.S. (2017). Vplyv zminy klimatu na vyroshchuvannya nasinnia pshenytsi ozymoi v zoni Zakhidnoho Lisostepu Ukrainy [The impact of climate change on the cultivation of winter wheat seeds in the Western Forest-Steppe zone of Ukraine]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynyntstvo* [Foothill and mountain agriculture and animal husbandry]. Issue 62, pp. 3–17.

12. Lykhochvor, V. (2008). Modeli ahrotekhnologii v Ukraini [Models of agrotechnologies in Ukraine]. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarynoho universytetu* [Bulletin of Lviv National Agrarian University]. Vol. 1, no. 12, pp. 170–178.

13. Kaminskyi, V.F. (2016). Naukovi zasady biolohichnoho zemlerobstva v umovakh zminy klimatu [Scientific principles of biological farming in the context of climate change]. *Visnyk nauk. prats NNTs Instytut zemlerobstva* [Bulletin of scientific works of the Institute of Agriculture]. Issue 1, pp. 3–15.

14. Antypova, L.K. (2020). Urozhainist sina sortiv liutserny zalezno vid pohodnykh umov ta ristrehuliuiuchoho preparatu Emistym S [Hay yield of alfalfa varieties depending on weather conditions and growth-regulating agent Emistym S]. *Visnyk ahrarynoi nauky Prychornomia* [Bulletin of Agricultural Science of the Black Sea Region]. Issue 1. DOI: 10.31521/2313-092X/2020-1(105)

15. Mikrodobryva «Avatar 1» [Microfertilizers "Avatar 1"]. Available at: <https://agrarii-razom.com.ua/preparations/mikrodobryva-avatar-1>

16. Hrytsaienko, Z.M., Hrytsaienko, A.O., Karpenko, V.P. (2003). Metody biolohichnykh ta ahrokhimichnykh doslidzhen roslin i hruntiv [Methods of biological and agrochemical research of plants and soils]. Kyiv, ZAT NICH LAVA, pp. 17–18.

17. Yeshchenko, V.O., Kopytko, P.H., Kostohryz, P.V., Opryshko, V.P. (2014). Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii: pidruchnyk [Fundamentals of scientific research in agronomy]. Vinnytsia, PP TD Edelveis i K, 332 p.

18. DSTU 4138-2002. Nasinnia silskohospodarskykh kultur. Metody vyznachennia yakosti [Crop seeds. Methods of quality determination]. Chynnyi vid 2002-01-28 [Valid from 2002-01-28]. Kyiv, Derzhspozhivstandart of Ukraine, 11 p.

19. Fisher, R.A. (2006). *Statistical methods for research workers*. New Delhi, Cosmo Publications, 354 p.

20. Ermantraut, E.R., Prysiazniuk, O.I., Shevchenko, I.L. (2007). Statystychnyi analiz ahronomichnykh doslidnykh danykh v paketi STATISTICA 6: metodychni vkazivky [Statistical analysis of agronomic research data in the STATISTICA 6 package]. Kyiv, 55 p.

Elements of winter wheat yield structure depending on seeds growing technology

Polishchuk V., Konovalov D.

The article highlights the influence of different technologies of winter wheat seeds cultivation on the yield structure elements, its formation and quality. It was found that the formation of the yield structure - the number of plants, productive stems, grains per ear and grain weight per ear – depended on the crop cultivation technologies. It was found that the varieties reaction to the cultivation technology was different. According to the basic seed cultivation technology in medium-early and medium-ripening varieties no significant difference was found in the tillering coefficient and grain weight per ear. There was only a tendency to increase these indicators of medium-ripening varieties. The highest coefficient of productive tillering (1.4) was in the «Astarta» variety, which provided the most productive stems, and the weight of grains in the ear of this variety was the lowest, while the seed yield was 7.00 t/ha and was significantly lower than in other varieties. The use of energy-intensive technology provided a significant increase in biological yield of varieties of both ripeness groups compared to the baseline. Under this technology of winter wheat cultivation, as well as under the baseline, the plant density was higher in medium-early ripening varieties and amounted to 395 plants/m², while in medium-ripening varieties it was 10 plants/m² less. However, the tillering coefficient and the number of productive stems were higher in medium-ripening varieties, which, in combination with agrotechnological measures – increased doses of fertilizers, both basal and top dressing, protection of crops from diseases (double fungicide treatment of crops) – ensured a significantly higher yield, which on average was 0.11 t/ha higher than in medium-ripening varieties. The use of energy-rich technology with elements of biologization of winter wheat seed cultivation ensured the highest biological yield of seeds of all varieties of both maturity groups compared to both basic and energy-rich technologies. Significantly higher biological seed yields were observed in medium-ripening varieties compared to medium-early ripening varieties. It should be noted that under the energy-rich technology with the elements of biologization of cultivation, the coefficient of productive tillering and the weight of grains per ear of all varieties were almost the same.

Key words: technology, tillering coefficient, mass of grains per ear, productive stems, productivity, seed germination.



Copyright: Polishchuk V.B., Konovalov D.B. © 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:

Polishchuk V.B.


Konovalov D.B.

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

<https://orcid.org/0000-0003-1254-2926>

АГРОНОМІЯ

УДК 633.521:631.5:631.559

Вплив технології вирощування на продуктивність і врожайність льону олійного в умовах нестійкого зволоження регіону вирощуванняЧайка Т.О.¹ , Короткова І.В.² ¹ Полтавське відділення Академії наук технологічної кібернетики України² Полтавський державний аграрний університет Чайка Т.О. E-mail: chaika_ta@ukr.net

Чайка Т.О., Короткова І.В. Вплив технології вирощування на продуктивність і врожайність льону олійного в умовах нестійкого зволоження регіону вирощування. «Агробіологія», 2024. № 1. С. 25–36.

Chaika T., Korotkova I. The effect of cultivation technology on the productivity and yield of oilseed flax in the conditions of unstable moistening in the growing region. «Agrobology», 2024. no. 1, pp. 25–36.

Рукопис отримано: 05.02.2024 р.

Прийнято: 20.02.2024 р.

Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-25-36

Стаття присвячена дослідженню формування продуктивності, якості насіння і врожайності льону олійного за традиційної та органічної технологій вирощування. Вирощування цієї культури є більш рентабельним, ніж зернових, а зростаючий попит європейських країн на фоні зменшення експорту світових виробників забезпечує перспективність збільшення його посівних площ в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України, що й визначає актуальність теми дослідження.

Метою роботи є порівняння елементів продуктивності, якості насіння та врожайності льону олійного за традиційної й органічної технологій вирощування з урахуванням гідротермічних умов регіону.

Дослідження проведено в умовах Полтавської області впродовж 2020–2022 рр. з використанням льону олійного сорту Водограй. Агротехніка вирощування культури відповідала зоні вирощування. За традиційної технології вирощування основний обробіток ґрунту передбачав систему зяблевого комбінованого обробітку з внесенням гербіцидів для захисту від бур'янів. За органічною технологією вирощування проведені агротехнологічні заходи, зокрема передпосівна обробка насіння біостимулятором росту та використання трихограми для знищення шкідників.

Встановлено, що за органічної технології вирощування висота рослин льону олійного на 4,6–9,9 % перевищувала рослини льону за традиційної технології. В умовах органічної технології негативний вплив погодних умов щодо висоти рослин виявився на 3,7 % меншим. Порівняння елементів продуктивності культури льону у середньому за роки досліджень довело переваги органічної технології вирощування стосовно традиційної: кількість коробочок на 1 рослині – 5,91 шт. або на 8 % більше; кількість насіння на 1 рослині – 45 шт. або на 18,4 % більше; кількість насінин в 1 коробочці – 7,52 шт. або на 7,6 % більше; маса насіння з 1 рослини – 0,31 г або на 6,9 % більше; маса 1000 насінин – 7,15 г або на 8,2 % більше.

Доцільно зазначити, що у середньому за роки досліджень вміст жиру в насінні льону олійного становив 42,4 % за традиційної технології та 43,4 % – за органічної, що сприяло виходу олії з насіння – 66,3 і 73,9 ц/га, відповідно. Водночас середньорічна урожайність за органічної технології становила 1,7 т/га, що на 9 % більше, ніж за традиційної.

Ключові слова: органічна технологія, традиційна технологія, елементи продуктивності, вміст жиру, олійність.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Льон олійний (*Linum usitatissimum* L. var. *intermedia*) є однією з найдавніших однорічних культурних рослин (виросли за 4–5 тис. років до н.е.). Як другорядна культура він набув поширення в багатьох країнах і кліматичних умовах завдяки своєму різноманітному використанню для отримання харчової олії та клітковини. Завдяки високому вмісту альфа-ліноленової кислоти, високоякісного білка та харчових волокон (35 %) насіння льону широко використовують у харчуванні людини. Насіння льону містить максимальну кількість омега-3 жирних кислот, що допомагає знизити ризик серцевих захворювань, багате на фітоестрогени (лігніни), чим забезпечує захист від певної форми раку завдяки естрогенній та антиестрогенній активності в організмі [1, 2].

Макуха містить близько 10 % олії, 9 % клітковини, 32 % білків, 6 % мінеральних речовин і 11 % вологи, що обумовлює її використання як корм для птиці та сільськогосподарський тварин. Крім того, макуху насіння льону використовують як органічне добриво, в якому вміст азоту становить близько 5 %, фосфору – 1,5 % і калію – 1,8 % [3].

Льон має відмінні біологічні та господарські властивості, а саме – високу посухостійкість, технологічність вирощування, скоростиглість, високу врожайність, рентабельність. Наразі на території України у господарському вирощуванні нараховується приблизно 22–28 видів льону [4].

У світовому сільському господарстві льон олійний вирощують на понад 3,5 млн га посівних площ, серед яких найбільша частина припадає на США (понад 38 %), Індію (27 %) та Канаду (23 %) [5]. В Україні впродовж останніх десяти років площі під льоном олійним характеризувалися нестабільною динамікою – зростанням до 66,8 тис. га у 2016 р. та зменшенням до 13,7 тис. га у 2020 р. Вже в 2022 р. посівні площі цієї культури становили 32 тис. га, що є максимумом у порівнянні з 2018 р., та перевищенням посівних площ 2021 р. на 18,1 % [6].

У 2022–2023 маркетинговому році (МР), через повномасштабну війну в Україні, льон олійний дещо втратив експортну орієнтацію, що призвело до зменшення його частки в експорті з 83 до 67 % проти попереднього МР. Водночас, згідно з прогнозами аналітиків, у 2023–2024 МР очікується розширення посівних площ олійних культур через їх більшу рентабельність відносно зернових. Отже, посівні площі льону олійного в Україні, який є ніше-

вою культурою, можуть стати максимальними за останні 6 років. Також, з урахуванням поточних погодних умов, очікується, що врожайність льону олійного буде вищою за середні показники попередніх 3-х років і становитиме 40–41 тис. т/га [7].

Перспективи вирощування льону олійного в Україні обумовлені відсутністю значних затрат за дотримання технології вирощування, що відображається в його рентабельності. Наприклад, вартість вирощування льону олійного в 1,1–1,3 рази менше за соняшник, тимчасом рентабельність забезпечується врожайністю 0,7–0,8 т/га за ціни від 12 тис. грн/т. Водночас, ціна на льон олійний постійно зростає – з 12 тис. грн/т у 2020 р. до 22 тис. грн/т у 2022 р. Стартова ціна органічного льону олійного коливається в межах 68–70 тис. грн/т [8]. За даними Державної служби статистики України, врожайність цієї культури в країні на сьогодні становить у межах 0,86–1,55 т/га (у Полтавській області – 1,36–1,53 т/га) [6].

Розрахунки [9] демонструють, що наразі в Україні мінімальний рівень рентабельності вирощування льону олійного становить 35–40 %, тимчасом за врожайності 2,0 і 2,5 т/га – 100–170 % і 250 %, відповідно. Досвід АПГ «Арніка» (Полтавська область) свідчить про можливість збільшення рівня рентабельності вирощування цієї культури за органічної технології через зменшення витрат і зростання ціни, як органічної продукції, зі збереженням урожайності та відтворенням родючості ґрунтів [10–12].

Отже, ця культура має потенціал для використання як у межах країни, так і на експорт, забезпечуючи промисловість якісною продукцією за достатньої привабливості (високої рентабельності) для виробників. Крім того, вирощування органічного льону олійного, сертифікованого за вимогами ЄС, дозволяє збільшити його прибутковість і можливість експорту в країни ЄС як сировину або готову продукцію з нього.

Мета дослідження полягала у визначенні ефективної технології вирощування льону олійного за допомогою порівняння елементів продуктивності рослин, якості насіння та врожайності культури за традиційної й органічної технологій в умовах нестійкого зволоження регіону вирощування.

Матеріал та методи дослідження. Дослідження виконано впродовж 2020–2022 рр. в умовах Полтавського району Полтавської області в південній частині зони Лісостепу України. Дослідне поле розміщене поблизу орнітологічного заказника загальнодержавного значення «Михнівський», де основними ґрунтоутворними породами є лучно-чорноземні

легкосуглинисті за механічним складом. Агро-екологічний потенціал цих ґрунтів оцінюють як умовно-сприятливий, а якість – середньородючою (45–65 балів) [13].

Для проведення досліджень обрано сорт льону олійного Водограй, селекції Інституту олійних культур НААН, який знаходиться в Реєстрі сортів рослин України з 2009 року, через його високу врожайність насіння та вихід олії близько 46,3 % [14].

Польові досліди закладали та проводили згідно із загальноприйнятими методиками [15]. Повторність досліду – трикратна. Загальна площа дослідної ділянки – 0,3 га, облікової – 0,1 га. Агротехніка вирощування культури відповідає зоні вирощування. Попередником льону в сівозміні були зернові культури – пшениця й ячмінь озимі. Сівбу проводили на ширину міжрядь 15 см за норми висіву – 7 млн шт./га.

За традиційної технології основний обробіток ґрунту передбачав систему зяблевого комбінованого обробітку. Після збору попередника виконували дискування ґрунту на глибину 8–10 см та передпосівну культивування для знищення бур'янів. Під основний обробіток ґрунту, на глибину 20–22 см, вносили добрива у нормі $N_{45}P_{60}K_{45}$. Задля появи дружніх сходів здійснювали прикочування посівів кільчasto-шпоровим гідрофікованим котком. У фазу «ялинка» за висоти рослин до 10 см, для знищення бур'янів, внесено гербіциди Агрітокс 500 (за норми 1,0 л/га) та Ларен Про 60 (8 г/га). Десикацію посівів льону не проводили.

За органічної технології вирощування льону олійного обробіток ґрунту включав наступні заходи: лущення стерні після попередника; зяблеву оранку на глибину 20–22 см; двократну весняну культивування – спочатку на глибину 8–10 см, наступну – на глибину загортання насіння (3–5 см) за одночасного боронування та коткування кільчasto-шпоровими котками. Технічні роботи завершували додатковим боронуванням по сходах для знищення бур'янів.

Передпосівну обробку насіння льону олійного за органічної технології вирощування проводили за використання біостимулятора росту Вітазім (1,0 л/т), до складу якого входять: фітогормони росту (тріаконтанол, кінетин, гінелінова кислота, індолілоцтова кислота), група вітамінів B_1 , B_2 , B_6 , B_{12} амінокислоти, залишки нуклеїнових кислот, нуклеотиди (цитозин, гуанін та ін.), галова кислота, глюкуронова кислота, ферменти та низка мікроелементів K, Cu, Zn, Fe [16].

Автори дослідження [17] встановили ефективність біостимулятора Вітазім щодо продовження тривалості фаз «ялинка» (на 4–5 діб)

і бутонізація (на 2–4 доби), зростання польової схожості насіння на 4,5–5,3 %, збільшення врожайності на 21,8 % та вмісту олії – на 20,3 %.

Оскільки за органічної технології не передбачено використання хімічних інсектицидів та фунгіцидів, то і знищення природних ентомофагів не відбувалось. Тому, природним способом з'являється комаха-ентомофаг сонечко, яка харчується попелицею, і захищає посіви льону. Використовуючи досвід АПП «Арніка» на початкових стадіях розвитку рослин льону використано Трихограму [10] (ручне внесення в п'ятдесяти точках на 1 га з розрахунку 200–250 тис. особин на 1 га) [18].

Збір льону олійного сорту Водограй проводили прямим комбайнуванням за вологості насіння 20–25 %.

Проведені дослідження та спостереження ґрунтувались на наступних методиках: 1) посівні якості насіння визначали за ДСТУ 4138-2002 (якість насіння) [19] і ДСТУ 2240-93 (сортіві та посівні якості насіння, технічні умови) [20]; 2) висоту рослин вимірювали у фазу повної стиглості лінійкою за двох повторень у 25 рослин (від поверхні ґрунту до верхньої частини рослини); 3) кількість коробочок на 1 рослині підраховано з 25 рослин у двох повтореннях; 4) кількість насіння на 1 рослині розраховано з маси 1000 насінин і маси насіння з 1 рослини; 5) облік урожаю здійснено методом суцільного обмолоту рослин; 6) вміст сирого жиру в насінні льону визначено на апараті Сокслета.

Отримані експериментальні результати статистично оброблені в програмному забезпеченні Statistica 8.0 (StatSoft Inc.). Дані на рисунках 3–7 представлені як $x \pm SD$ ($x \pm$ – стандартне відхилення). Відмінності між значеннями в дослідних варіантах вважали достовірними за $P < 0,05$.

Метеорологічні умови в роки проведення досліджень за кількістю опадів і температури повітря впродовж періоду вегетації льону олійного мали суттєві відхилення від середніх багаторічних даних (рис. 1, 2).

Достатньо сприятливий температурний режим спостерігався у 2020 р., коли температура повітря в середньому за період вегетації рослин льону становила 16,7 °С, що майже відповідає середньому багаторічному показнику (16,3 °С). Сума опадів за період вегетації становила 48,2 мм, що на 13,6 % менше за норму. Суттєвий вплив погодних умов на формування генеративних органів рослин льону спостерігався у травні, в якому кількість опадів перевищувала середній багаторічний показник на 89 % за наближено оптимальної температури повітря (13,5 °С).

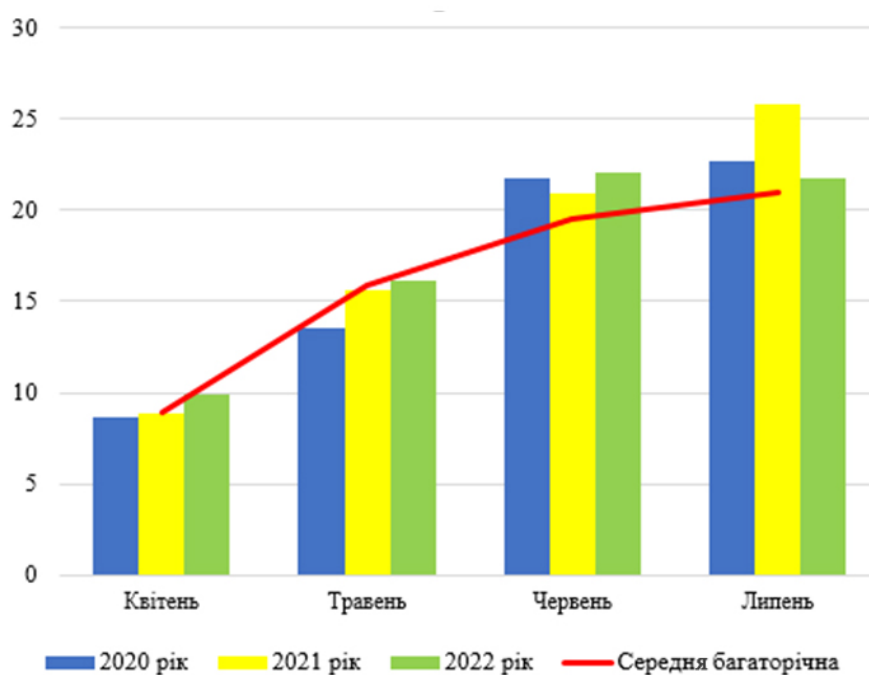


Рис. 1. Динаміка зміни температури повітря впродовж періоду вегетації льону олійного, °С.

Джерело: авторські дослідження.

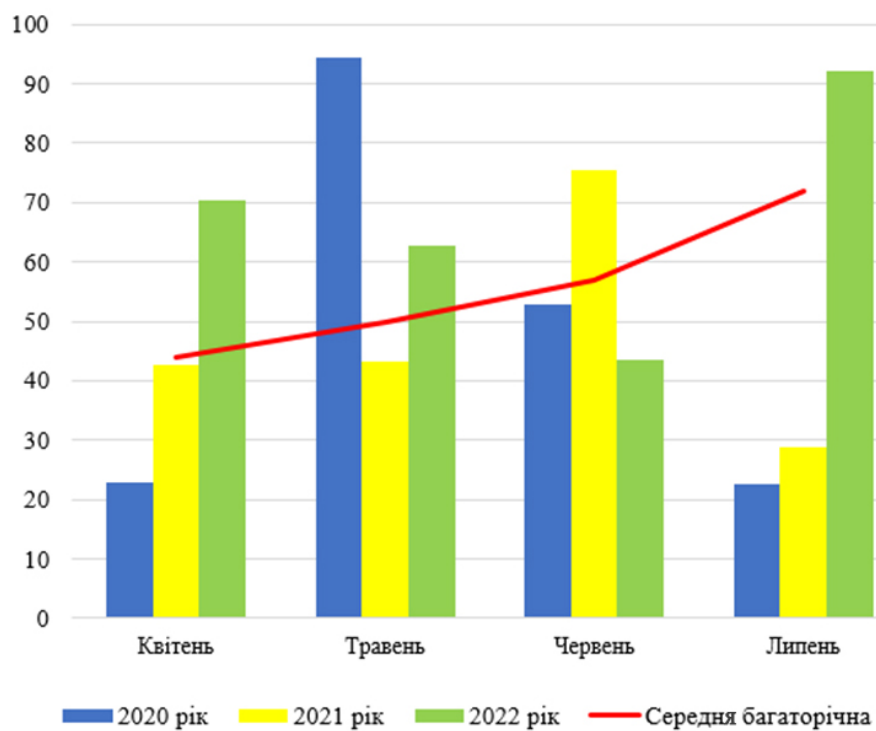


Рис. 2. Сума опадів впродовж періоду вегетації льону олійного, мм.

Джерело: авторські дослідження.

2021 р. характеризувався майже оптимальною температурою повітря у травні–червні за значного дефіциту опадів у ці місяці – 96,8 і 56,4 %, відповідно, порівняно з середньою багаторічною нормою. У липні спостерігалась максимальна температура повітря за роки досліджень, яка перевищувала оптимальну та середню багаторічну на 117,3 і 122,9 %, відповідно. Обсяг опадів становив лише 40 % від середнього багаторічного рівня, що скоротило період досягання рослин і вплинуло на врожайність льону.

Найбільш сприятливими виявились погодні умови періоду вегетації льону у 2022 р., як за температурою повітря, так і за кількістю опадів. Завдяки значній кількості опадів – у квітні 70,3 мм та липні 92,2 мм, що близько на 60 та 28,1 %, відповідно, більше за середній багаторічний показник, та за сприятливої температури повітря було отримано найвищий врожай льону олійного.

Результати дослідження та обговорення.

Одним з визначальних показників урожайності насіння є висота рослин, яка залежить від сортових особливостей, температурного режиму, достатньої кількості опадів впродовж вегетаційного періоду, фізико-хімічних властивостей ґрунту [21].

Залежність висоти рослин льону олійного від погодних умов і технологій вирощування за результатами проведеного дослідження представлено на рисунку 3.

Як видно з наведених даних, за роки проведення досліджень (2020–2022 рр.) найвищими виявились рослини льону у 2020 і 2022 рр. за органічної технології вирощування – 56,8 і 56,7 см, відповідно. Висота рослин за традиційної технології виявилась нижчою на 4,4 і 9 %, відповідно.

Найменшу висоту рослин льону олійного спостерігали у найбільш кліматично несприятливому 2021 році. Зокрема, за органічної технології вдалося забезпечити висоту рослин на рівні 52,1 см, що на 9 % більше, ніж за традиційної технології, та майже на 1 % у порівнянні з рослинами 2022 року.

Отже, технологія вирощування дозволяє зменшити вплив несприятливих погодних умов, оскільки за органічної технології висота рослин у 2021 р. зменшилася відносно 2020 р. на 8,3 %, а за традиційної – майже на 12 %. Отримані дані корелюють з результатами досліджень [17] щодо ефективності використання біостимулятора росту Вітазім в органічній технології вирощування льону олійного.

Однією з головних ознак формування високої насінневої продуктивності культури льону є процес утворення коробочок на рослині, кількість яких безпосередньо залежить від погодних умов і технології вирощування (рис. 4).

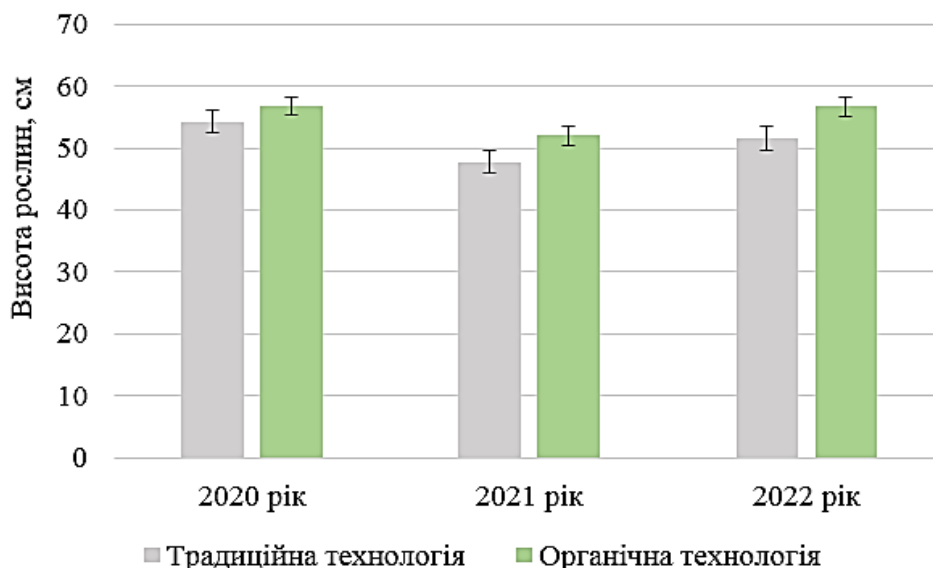


Рис. 3. Висота рослин льону олійного сорту Водограй за різних технологій вирощування, см.

Джерело: побудовано за результатами авторських досліджень.

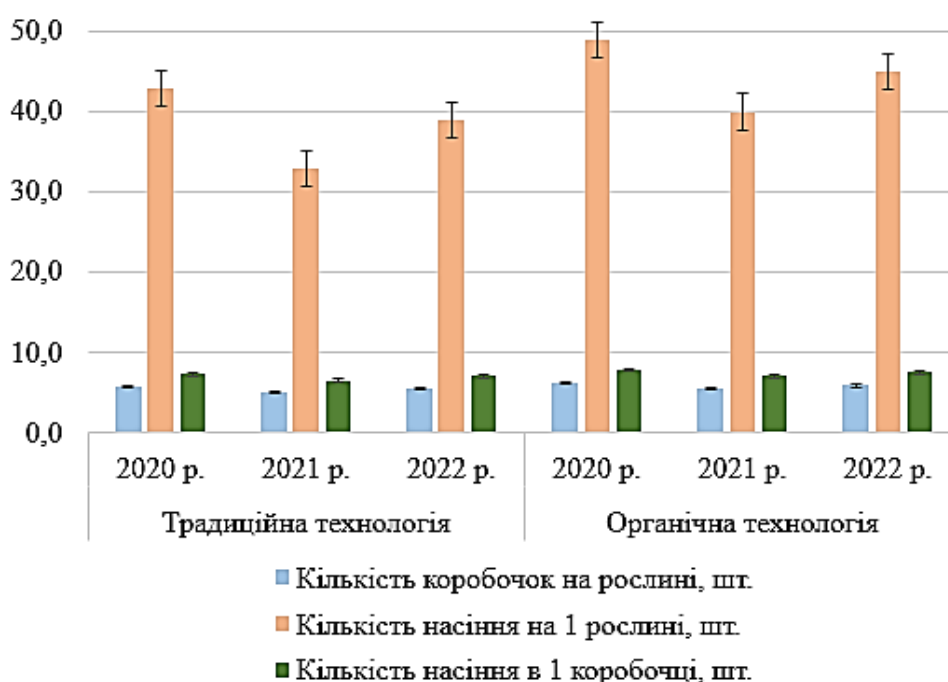


Рис. 4. Елементи структури врожаю льону олійного сорту Водограй залежно від технології вирощування.

Джерело: побудовано за результатами авторських досліджень.

Залежно від погодних умов періоду вегетації рослин льону, найбільша кількість коробочок на 1 рослині сформувалась у 2020 р. і становила за традиційної технології – 5,78 шт. та за органічної – 6,2 шт., що на 7,3 % більше. Найменша кількість коробочок на 1 рослині визначена у 2021 р., яка становила за традиційної технології – 5,11 шт. та за органічної – 5,39 шт. (на 5,5 % більше). Кількість коробочок на 1 рослині у 2022 р. за традиційної технології становила 5,53 шт., за органічної – 5,93 шт., що більше ніж у 2021 р., але менше за кількість коробочок у 2022 році. Отже, технологія вирощування має важливе значення у регуляції несприятливого впливу погодних умов, саме тому, незважаючи на суттєвий дефіцит опадів у 2021 р., за органічної технології кількість коробочок на 1 рослині зменшилась лише на 9,8 % і становила 5,91 шт., а за традиційної технології – на 11,6 % (5,47 шт.).

До важливих ознак формування високої насінневої продуктивності льону олійного належить показник кількості насіння з 1 рослини, який також, значною мірою, залежить від погодних умов і технології вирощування. Зокрема, найбільша кількість насіння з 1 рослини за традиційної технології зібрана у 2020 р. – 43 шт., але це на 12,2 % менше, ніж за орга-

нічної технології у цей же рік. Найменшу кількість насіння, також за традиційної технології вирощування, зібрали з 1 рослини у 2021 р. – 33 шт., за органічної технології – на 17,5 % менше. Отже, вплив несприятливих погодних умов призвів до значного зниження кількості насіння з 1 рослини: на 23,3 % – за традиційної та на 18,4 % – за органічної технології вирощування.

У середньому, за роки проведення досліджень (2020–2022 рр.), кількість насіння з 1 рослини була найвищою за органічної технології (на 18,4 %), що узгоджується з показником кількості коробочок на 1 рослині (рис. 4).

Подібну динаміку, залежно від погодних умов і технологій вирощування, спостерігали щодо кількості насінин у 1 коробочці – важливого показника елементів продуктивності культури льону. Порівняння наведених на рисунку 4 показників дозволяє відзначити ефективність органічної технології вирощування, котра забезпечила більшу кількість насінин в 1 коробочці, у порівнянні з традиційною технологією, на 7,6 %.

До елементів структури врожаю, що безпосередньо впливають на продуктивність льону олійного, належать маса насіння з 1 рослини та вага 1000 насінин, які також зазнають впливу погодних умов і технології вирощування.

За роки проведення досліджень найбільшу масу насіння з 1 рослини отримано у 2020 р. за обома технологіями: за традиційної – 0,30 г; органічної – 0,32 г. У 2021 р. зафіксовано найменшу масу як за традиційної, так і органічної технологій вирощування – 0,27 та 0,29 г, відповідно (рис. 5). У 2022 р. показник маси насіння з 1 рослини коливався між показником 2020 та 2022 рр., з урахуванням, що за органічної технології маса насіння з 1 рослини все ж на 6,9 % перевищувала масу насіння за традиційної технології.

Щодо маси 1000 насінин, то найбільшою вона виявилась у 2020 р. і становила за традиційної технології 6,97 г та 7,48 г – за органічної. Посуха 2021 р. суттєво вплинула на масу 1000 насінин, яка, завдяки органічній технології збереглась на рівні 6,81 г, тимчасом за традиційної – становила лише 6,17 г, що є найменшим показником за всі роки досліджень. У середньому за 2020–2022 рр. показник маси 1000 насінин за органічної технології перевищував цей показник за традиційної – на 8,2 % (рис. 5).

Визначальною ознакою якості насіння льону олійного є вміст жиру (олійність), що безпосередньо підтверджує доцільність і ефективність обраної технології вирощування. Біосинтез жиру здійснюється на кінцевих етапах формування насіння і залежить від генотипу льону [22], зональних умов [4], температурного режиму [23], вологозабезпечення [24], системи живлення [25] тощо.

За результатами проведених досліджень найбільший вміст жиру в насінні визначено у 2020 р. – 43,5–44,3 %, що забезпечило вихід олії в межах 0,718–0,784 т/га (рис. 6, 7). Вміст жиру в насінні льону врожаю 2021 р. виявився найменшим і становив 40,7–42,6 %, що надало вихід олії на рівні 0,594–0,677 т/га. У 2022 р. як за вмістом жиру в насінні, так і за виходом олії отримали середні показники, як результат більш сприятливих кліматичних умов періоду вирощування.

Доцільно зазначити, що незважаючи на різницю погодних умов періоду вегетації рослин льону, найвищі показники вмісту жиру та виходу олії отримали за органічної технології вирощування, які перевищували ці показники за традиційної технології, в середньому, на 2,4 і 11,5 %, відповідно. Водночас, за несприятливих погодних умов у 2021 р. зменшення вмісту жиру за органічної технології становило 3,8 %, тимчасом за традиційної – 6,4 % (рис. 7).

Кінцевим показником і основним критерієм оцінки ефективності впроваджених агротехнічних заходів й певних чинників впливу, серед яких: природні (погодні умови, родючість ґрунту), біологічні (якість і потенціал насіння), організаційно-технічні (обробіток ґрунту, удобрення, засоби захисту рослин) – є врожайність. Лише сприятлива дія всіх зазначених чинників і оптимальних умов життєдіяльності рослин дозволяє отримати високі врожаї культури.

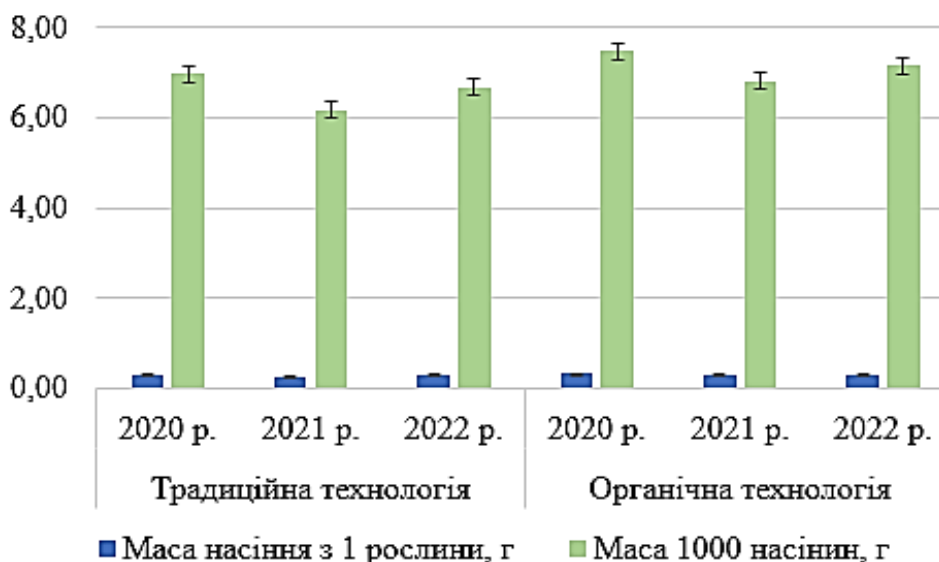


Рис. 5. Маса насіння з 1 рослини та вага 1000 насінин льону олійного сорту Водограй залежно від технології вирощування.

Джерело: побудовано за результатами авторських досліджень.

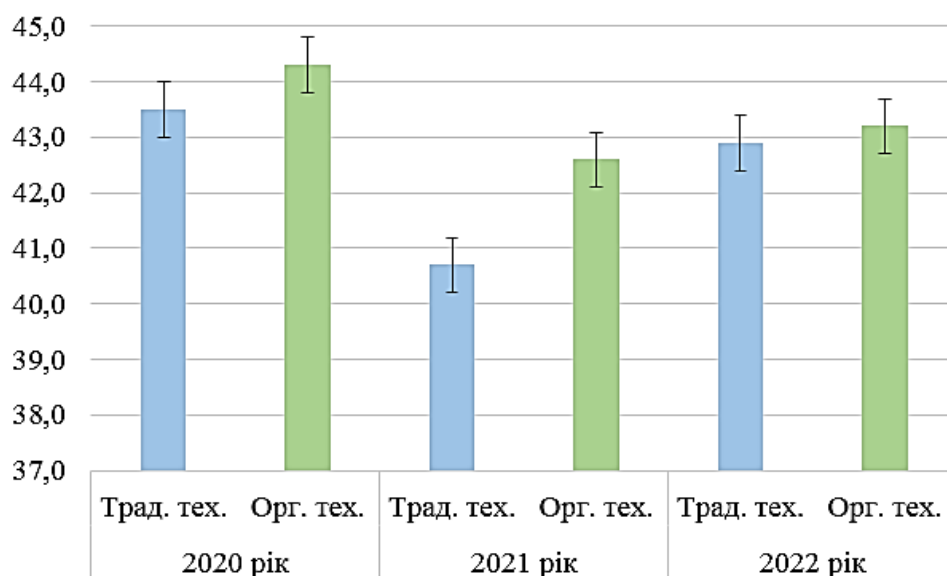


Рис. 6. Вміст жиру в насінні та врожайність льону олійного залежно від погодних умов і технології вирощування, %.

Джерело: побудовано за результатами авторських досліджень.

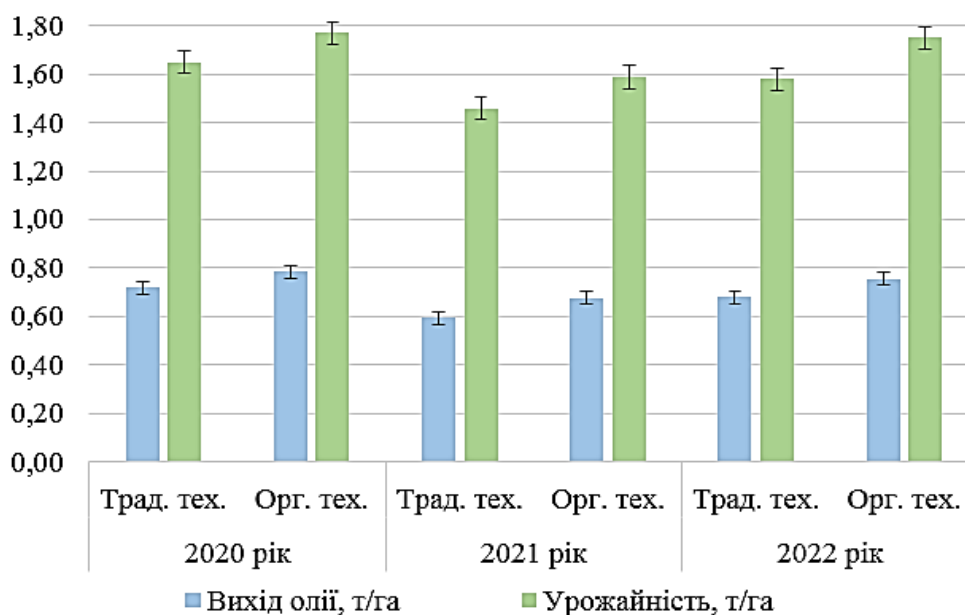


Рис. 7. Вихід олії та врожайність льону олійного залежно від погодних умов і технології вирощування.

Джерело: побудовано за результатами авторських досліджень.

Без сумніву, основну роль у формуванні врожайності культури відіграють погодні умови, вплив яких може сягати близько 60 %, тимчасом вплив передпосівного обробітку насіння на рівні близько 4,0 %, як показано в роботі [26].

Дані рисунка 7 дозволяють оцінити залежність урожайності льону олійного від погодних умов.

Найвищий рівень врожайності в межах 1,65–1,77 т/га було отримано у сприятливому 2020 р., тимчасом у складних погодних умовах 2021 р. – 1,46–1,59 т/га. Рівень врожайності льону у 2022 р. становив 1,58–1,75 т/га.

Середній рівень врожайності льону олійного за результатами проведеного дослідження (2020–2022 рр.) є дещо більшим (1,56–1,70 т/га) за рівень врожайності цієї культури в Полтавській області (1,46 т/га) завдяки впровадженню дослідних агротехнологічних заходів і сприятливих ґрунтових умов.

Водночас слід проаналізувати врожайність льону олійного залежно від технології вирощування. В ряді досліджень [27, 28] доведено вплив біодобрив на ріст і розвиток рослин льону, які діють завдяки виробленню гормонів росту, таких як індолацетова кислота, кінетин і гібереліни, що сприяє підвищенню експресії врожаю.

У наших дослідженнях в органічній технології вирощування льону використано біостимулятор росту Вітазим у передпосівній обробці насіння. Застосування Вітазиму сприяло енергійному проростанню насіння, стимулювало ріст коренів, покращувало поглинання поживних речовин, справляло захисну дію щодо стресогенних чинників.

За результатами проведених досліджень (2020–2022 рр.), за будь-яких погодних умов, врожайність за органічної технології на 7,3–10,8 % (в середньому – 9 %) перевищувала врожайність, отриману за традиційної технології. Саме використання біостимулятора росту Вітазим у передпосівній обробці насіння за органічної технології дозволило зменшити втрати врожаю через несприятливий вплив погодних умов 2021 року на 1,3 %, що підтверджує доцільність його застосування, а, отже, важливе значення у формуванні врожайності льону олійного.

Висновки. Представлене дослідження показало, що існує значний потенціал для вирощування зернових та зернобобових культур за органічною технологією без застосування хімічних добрив та заходів захисту рослин. Висота рослин на ділянках дослідів з різними технологіями вирощування відрізнялась на 4,6–9,9 %, тобто, спостерігалось збільшення

висоти рослин льону за органічної технології вирощування, що пов'язано зі зменшенням негативного впливу на цей показник погодних умов на 3,7 %.

Встановлено суттєве перевищення показників елементів продуктивності рослин льону, вирощених за органічної технології порівняно з традиційною у середньому за роки досліджень (2020–2022 рр.): кількість коробочок на 1 рослині – 5,91 шт. або на 8 % більше; кількість насіння на 1 рослині – 45 шт. або на 18,4 % більше; кількість насінин в 1 коробочці – 7,52 шт. або на 7,6 % більше; маса насіння з 1 рослини – 0,31 г або на 6,9 % більше; маса 1000 насінин – 7,15 г або на 8,2 % більше.

Необхідно зазначити, що у середньому за роки досліджень вміст жиру в насінні льону олійного, вирощеного за традиційної технології, становив 42,4 % та 43,4 % – за органічної, що сприяло виходу олії – 66,3 і 73,9 ц/га, відповідно. Водночас середньорічна урожайність за органічної технології дорівнювала 1,7 т/га, що на 9 % більше, ніж за традиційної.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Singh P.K., Chopra P. Double purpose linseed: a viable option for doubling farmers' income in the north-western Himalyan region. *Indian Farming*. 2018. Vol. 68 (01). P. 49–54.
2. A comprehensive review of the health benefits of flaxseed oil in relation to its chemical composition and comparison with other omega-3-rich oils / S. Al-Madhadhy et al. *European Journal of Medical Research*. 2023. Vol. 28:240. DOI: 10.1186/S40001-023-01203-6
3. Grudzeviene E., Jankauskienė Z. The possibilities of linseed growing on organic farms. *Latgale National Economy Research*. 2010. Vol. 1 (2). P. 157–164.
4. Шувар А.М. Агротехнологічні та біологічні основи формування продуктивності льону-довгунцю та льону олійного в умовах Лісостепу Західного: дис. ... д-ра с.-г. Кам'янець-Подільський, 2021. 574 с.
5. Губенко Л. Льон олійний: особливості вирощування. *Пропозиція*. 2019. № 11. С. 3–7.
6. Рослинництво України 2022: статистичний збірник. Київ: Державна служба статистики, 2023. 183 с.
7. Купреєва С. Україна: баланс попиту та пропозиції льону – є потенціал зростання показників. *УкрАгроКонсалт*. 2023. URL: <https://ukragroconsult.com/news/ukrayina-balans-popytu-ta-propozycziyi-lonu-ye-potenczial-zrostannya-pokaznykiv>.
8. Маковой Ю. Вирощування льону – чи можлива альтернатива соняшнику. *Kurkul*. 2023. URL: <https://kurkul.com/spetsproekty/1413-viroschuvannya-lonu--chi-mojлива-alternativa-sonyashniku>.
9. Хілінський С.А. Олійний льон – від 100 % рентабельності та низка інших переваг. *Агроном*. 2017. URL: <https://www.agronom.com.ua/olijnij-lon-vid-100-rentabelnosti-ta-nyzka-inshyh-perevag>.

10. Аврамчук А. АгроПолігон Арніка: органічна технологія вирощування льону та технічних конопель. Super Agronom. 2018. URL: <https://superagronom.com/blog/349-agropoligon-arnika-organichna-tehnologiya-viroshchuvannya-lonu-ta-tehnichnih-konopel>.

11. Чайка Т.О. Розвиток виробництва органічної продукції в аграрному секторі економіки України: монографія. Донецьк: Ноулідж, 2013. 320 с.

12. Чайка Т.О., Короткова І.В., Крикунова В.Ю. Екологізація сільськогосподарського виробництва: технологія вирощування гірчиці та полби звичайної (*Triticum dicoccum* (Schrank) Schuebl) за органічними стандартами в умовах Лісостепу України. Інженерія природокористування. 2022. № 1 (23). С. 7–18. DOI: 10.37700/enm.2022.1(23).7-18

13. Екологічний атлас Полтавщини / за ред. Ю.С. Голика, В.А. Барановського, О.Е. Ілляш. Полтава: Полтавський літератор, 2007. 128 с.

14. Товстановська Т.Г., Ніконова В.М., Лях В.О. Порівняльна характеристика сортів льону олійного за господарськими ознаками в умовах південного Степу України. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2022. № 33. С. 75–86. DOI: 10.36710/IOS-2022-33-08

15. Методика наукових досліджень в агрономії: навч. посіб. / Е.Р. Ермантраут та ін. Житомир: ЖНАЕУ, 2010. 121 с.

16. Вітазим – стимулятор росту вашого прибутку. URL: <https://agrotimes.ua/article/vitazym-stymulyator-rostu-vashogo-prybutku>.

17. Шувар А.М., Рудавська Н.М., Дзюбайло А.Г. Продуктивність льону олійного залежно від впливу біопрепаратів та комплексних мікродобрив. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2021. Вип. 69 (1). С. 142–156. DOI: 10.32636/01308521.2021-(69)-1-9.

18. Трихограма – біологічний спосіб захисту рослин. URL: <https://bio-agro-zahist.com.ua/uk/produksiia/trikhograma/trikhograma-biologichnij-sposib-zahistu-roslyn-detail>.

19. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. Київ: Держстандарт України, 2003. 173 с.

20. ДСТУ 2240-93. Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості. Технічні умови. Київ: Держстандарт України, 1993. 74 с.

21. Blackbeard J. Potential for up to 500 000 acres of linseed. Arable Farming. 1989. Vol. 16. Issue 8. P. 22–25.

22. Товстановська Т.Г. Мінливість селекційно цінних ознак льна олійного. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2010. № 15. С. 57–61.

23. Рудік О.Л. Агроекологічне обґрунтування і розробка базисних елементів технології вирощування льону олійного подвійного використання в умовах Півдня України: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук. Херсон, 2019. 42 с.

24. Дрозд І.Ф. Особливості впливу метеорологічних умов на формування господарсько цінних ознак льону олійного. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2011. № 2. С. 178–181.

25. Біднина І.О. Продуктивність і якість льону олійного залежно від рівня мінерального живлення в умовах півдня України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук. Херсон, 2010. 18 с.

26. The effect of soil tillage on symbiotic activity of soybean crops / V. Hanhur et al. Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2020. Vol. 26 (2). P. 365–374.

27. Singh M., Chauhan D., Bharti B. Impact of organic and biofertilizer application on yield attributing characters in linseed (*Linum usitatissimum* L.). International Journal of Advances in Agricultural Science & Technology. 2021. Vol. 8. Issue 12. P. 11–31.

28. Hassoon A.S., Alnuaimi J.J.J. The effect of biofertilization in fatty acids content for many flax varieties. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 910:012042. DOI: 10.1088/1755-1315/910/1/012042

REFERENCES

1. Singh, P.K., Chopra, P. (2018). Double purpose linseed: a viable option for doubling farmers' income in the north-western Himalyan region. Indian Farming. Vol. 68 (01), pp. 49–54.

2. Al-Madhagy, S., Ashmawy, N.S., Mamdouh, A., Eldahshan, O.A., Farag, M.A. (2023). A comprehensive review of the health benefits of flaxseed oil in relation to its chemical composition and comparison with other omega-3-rich oils. European Journal of Medical Research. Vol. 28:240. DOI: 10.1186/S40001-023-01203-6

3. Gruzdevienė, E., Jankauskienė, Z. (2010). The possibilities of linseed growing on organic farms. Latgale National Economy Research. Vol. 1, no. 2, pp. 157–164.

4. Shuvar, A.M. (2021). Ahrotekhnologichni ta biolohichni osnovy formuvannya produktyvnosti lonu-dovhuntsiu ta lonu oliinoho v umovakh Lisostepu Zakhidnoho: dys. ... d-ra s.-h. [Agrotechnological and biological bases of fiber flax and oil flax productivity formation in the Western Forest-Steppe: dissertation of Doctor of Agricultural Sciences]. Kamianets-Podilskyi, 574 p.

5. Hubenko, L. (2019). Lon oliinyi: osoblyvosti vyroshchuvannya [Flax oil: peculiarities of cultivation]. Propozytsiia [Proposal]. no. (11), pp. 3–7.

6. Roslynnystvo Ukrainy 2022 [Plantation of Ukraine 2022]. Kyiv, State Statistics Service, 2003.

7. Kuprieva, S. (2023). Ukraine: balans popytu ta propozytsii lonu – ye potentsial zrostannia pokaznykiv [Ukraine: balance of demand and supply of flax – there is potential for growth of indicators]. UkrAhroKonsalt. Available at: <https://ukragroconsult.com/news/ukrayina-balans-popytu-ta-propozycziyi-lonu-ye-potenczial-zrostannya-pokaznykiv>.

8. Makovei, Yu. (2023). Vyroshchuvannya lonu – chy mozhlyva alternatyva soniashnyku [Growing flax – is it a possible alternative to sunflower]. Kurkul. Available at: <https://kurkul.com/spetsproekty/1413-viroshchuvannya-lonu--chi-mojliiva-alternativa-sonyashnyku>.

9. Khilinskyi, S.A. (2017). Oliinyi lon – vid 100 % rentabelnosti ta nyzka inshykh perevah [Oil flax – from

100 % profitability and a number of other advantages]. *Ahronom [Agronomist]*. Available at: <https://www.agronom.com.ua/olijnyj-lon-vid-100-rentabelnosti-ta-nyzka-inshyh-perevag>.

10. Avramchuk, A. (2018). *AhroPolihon Arnika: orhanichna tekhnolohiia vyroshchuvannya lonu ta tekhnichnykh konopel [AgroPolygon Arnica: organic technology for growing flax and industrial hemp]*. *Super Agronom*. Available at: <https://super-agronom.com/blog/349-agropoligon-arnika-organichna-tehnologiya-viroshchuvannya-lonu-ta-tehnichnih-konopel>.

11. Chaika, T.O. (2013). *Rozvytok vyrobnytstva orhanichnoi produktsii v ahrarnomu sektori ekonomiky Ukrainy [Development of production of organic products in the agrarian sector of the economy of Ukraine]*. Donetsk, Noulidzh, 320 p.

12. Chaika, T.O., Korotkova, I.V., Krykunova, V.Yu. (2022). *Ekolohizatsiia silshospodarskoho vyrobnytstva: tekhnolohiia vyroshchuvannya hirchytysi ta polby zvychnoi (Triticum dicoccum (Schrank) Schuebl) za orhanichnymy standartamy v umovakh Lisostepu Ukrainy [Ecologization of the agricultural production: technology of the mustard and Triticum dicoccum (Schrank) Schuebl wheat cultivation according to organic standards in the Forest-steppe of Ukraine]*. *Inzheneriia pryrodokorystuvannya [Engineering of nature management]*. no. 1 (23), pp. 7–18. DOI: 10.37700/enm.2022.1(23).7-18

13. Holik, Yu.S., Baranovskiy, V.A., Illiash, O.E. (2007). *Ekolohichnyi atlas Poltavshchyny [Ecological atlas of Poltava region]*. Poltava, Poltava writer, 128 p.

14. Tovstanovska, T.H., Nikonova, V.M., Lyakh, V.O. (2022). *Porivnialna kharakterystyka sortiv lonu oliinoho za hospodarskymy oznakamy v umovakh pivdennoho Stepu Ukrainy [Comparative characteristics of oily flax varieties by economic characteristics in the conditions of the southern Steppe of Ukraine]*. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu oliinykh kultur NAAN [Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Oilseed Crops NAAS]*. no. 15, pp. 75–86. DOI: 10.36710/IOC-2022-33-08

15. Ermantraut, E.R., Malynovskiy, A.S., Didora, V.H. (2010). *Metodyka naukovykh doslidzhen v ahronomii [Methods of scientific research in agronomy]*. Zhytomyr, ZhNAEU, 121 p.

16. Vitazym – stymuliator rostu vashoho prybutku [Vitazym is a stimulator of your profit growth]. Available at: <https://agrotimes.ua/article/vitazym-stymulyator-rostu-vashogo-prybutku>.

17. Shuvar, A.M., Rudavska, N.M., Dziubailo, A.H. (2021). *Produktyvnist lonu oliinoho zalezno vid vplyvu biopreparativ ta kompleksnykh mikrodbryv [The impact of biopreparations and complex micro-fertilizers on the productivity of oil flax]*. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo [Foothill and Mountain Agriculture and Stockbreeding]*. Issue 69 (1), pp. 142–156. DOI: 10.32636/01308521.2021(69)-1-9.

18. Trykhohrama – biolohichni sposib zakhystu roslyn [Trichogramma is a biological method of plant

protection]. Available at: <https://bio-agro-zahist.com.ua/uk/produkttsiia/trikhograma/trikhograma-biologichnyi-sposib-zakhystu-roslyn-detail>.

19. DSTU 4138-2002. *Nasinnia silskohospodarskykh kultur. Metody vyznachennia yakosti [Seeds of agricultural crops. Methods of determining quality]*. Kyiv, State Standard of Ukraine, 2003, 173 p.

20. DSTU 2240-93. *Nasinnia silskohospodarskykh kultur. Sortovi ta posivni yakosti. Tekhnichni umovy [Seeds of agricultural crops. Varietal and sowing qualities. Specifications]*. Kyiv, State Standard of Ukraine, 1993, 74 p.

21. Blackbeard, J. (1989). *Potential for up to 500 000 acres of linseed. Arable Farming*. Vol. 16, Issue 8, pp. 22–25.

22. Tovstanovska, T.H. (2010). *Minlyvist selektsiino tsinnykh oznak lna oliinoho [Variability of important for breeding traits in linseed]*. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu oliinykh kultur NAAN [Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Oilseed Crops NAAS]*. no. 15, pp. 57–61.

23. Rudik, O.L. (2019). *Ahroekolohichne obgruntuvannya i rozrobka bazysnykh elementiv tekhnolohii vyroshchuvannya lonu oliinoho podviinoho vykorystannya v umovakh Pivdnia Ukrainy: avtoref. dis. ... d-ra s.-g. nauk [Agro-ecological substantiation and development of basic elements of cultivation technologies of dual purpose oil-bearing flax under conditions of the South of Ukraine: dissertation of Doctor of Agricultural Sciences]*. Kherson, 42 p.

24. Drozd, I.F. (2011). *Osoblyvosti vplyvu meteorolohichnykh umov na formuvannya hospodarsko tsinnykh oznak lonu oliinoho [Peculiarities of influence of meteorological conditions on formation of economic-valuable signs of oil flax]*. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii [News of the Poltava State Agrarian Academy]*. no. 2, pp. 178–181.

25. Bidnyna, I.O. (2010). *Produktyvnist i yakist lonu oliinoho zalezno vid rivnia mineralnoho zhyvlennia v umovakh pivdnia Ukrainy: avtoref. dis. ... kand. s.-g. nauk [Productivity and quality of oil flax depending on the level of mineral nutrition in the conditions of southern Ukraine: abstract of the dissertation of the candidate of agricultural sciences]*. Kherson, 18 p.

26. Hanhur, V., Marenych, M., Yermenko, L., Yurchenko, S., Hordieieva, O., Korotkova, I. (2020). *The effect of soil tillage on symbiotic activity of soybean crops. Bulgarian Journal of Agricultural Science*. Vol. 26 (2), pp. 365–374.

27. Singh, M., Chauhan, D., Bharti, B. (2021). *Impact of organic and biofertilizer application on yield attributing characters in linseed (*Linum usitatissimum* L.)*. *International Journal of Advances in Agricultural Science & Technology*. Vol. 8 (12), pp. 11–31.

28. Hassoon, A.S., Alnuaimi, J.J.J. (2021). *The effect of biofertilization in fatty acids content for many flax varieties. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. Vol. 910:012042. DOI: 10.1088/1755-1315/910/1/012042

The effect of cultivation technology on the productivity and yield of oilseed flax in the conditions of unstable moistening in the growing region**Chaika T., Korotkova I.**

The article is devoted to the study of the productivity formation, seed quality and yield of oilseed flax under traditional and organic cultivation technologies. Cultivation of this crop is more profitable than cereals, and the growing demand of European countries against the background of exports decrease in exports from global producers provides the prospect for increasing sown areas in all soil and climatic zones of Ukraine, which determines the relevance of the research topic.

The purpose of the paper is comparison of productivity elements, seed quality, and oilseed flax yield under traditional and organic cultivation technologies in terms of hydrothermal conditions of the region. The research was carried out in Poltava region during 2020-2022 using the «Vodogray» oilseed flax variety. The farming techniques corresponded to the cultivation area. According to traditional cultivation technology the main soil tillage provided an autumn combined tillage system with the herbicides application for weeds control. According to the organic cultivation technology, agrotechnological measures were carried out in

particular pre-sowing seed treatment with a growth biostimulator and the trichogram using to destroy pests.

It was found out that the oilseed flax plant's height under organic growing technology was 4.6-9.9 % higher than the flax plants under traditional technology. The unfavorable impact of weather conditions on plant height was 3.7 % less under organic technology. A comparison of the elements of flax culture productivity on average over the study years proved the advantages of organic growing technology over traditional: the number of pods per 1 plant was 5.91 pcs. or 8% more; seeds number per 1 plant – 45 pcs. or by 18.4% more; seeds number in 1 box – 7.52 pcs. or by 7.6 % more; seed weight from 1 plant – 0.31 g or 6.9% more; the 1000 seeds weight was 7.15 g or 8.2% more.

It is worth to note that on average over the years of research, the fat content in oil flax seeds was 42.4% for traditional technology and 43.4% – for organic technology, which contributed to oil yield from seeds – 6.63 and 7.39 t/ha correspondingly. At the same time, the average annual yield under organic technology was 1.7 t/ha, which is 9% more than under traditional technology.

Key words: organic technology, traditional technology, production elements, fat content, oiliness.



Copyright: Чайка Т.О., Короткова І.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:

Чайка Т.О.

Короткова І.В.


<https://orcid.org/0000-0002-5980-7517><https://orcid.org/0000-0003-0577-9634>

САДОВО-ПАРКОВЕ ГОСПОДАРСТВО

УДК 582.639.11:502.633/635:712.4

Ефективність вегетативного розмноження троянд групи флорібунда методом окуліровкиБровді А.А. , Поліщук В.В. 

Уманський національний університет садівництва

 Бровді А.А. E-mail: abrovdi@ukr.net

Бровді А.А., Поліщук В.В. Ефективність вегетативного розмноження троянд групи флорібунда методом окуліровки. «Агробіологія», 2024. № 1. С. 37–42.

Brovdi A., Polishchuk V. Effectiveness of floribunda roses vegetative propagation by budding. «Agrobiology», 2024. no. 1, pp. 37–42.

Рукопис отримано: 22.02.2024 р.
Прийнято: 08.03.2024 р.
Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-37-42

У зв'язку зі зростанням попиту на повторноквітучі троянди виникає необхідність удосконалення технології їх розмноження з метою отримання у достатній кількості якісного садивного матеріалу для декоративного садівництва. Враховуючи те, що кореневласні троянди уразливі до впливу негативних чинників довкілля, особливо у перші роки вирощування, їх переважно розмножують щепленнями. Щеплення троянд сплячим вічком проводили у 2021–2022 рр. Для окулірування використовують ростові бруньки сортових троянд, взяті з середньої частини добре розвинених та визрілих однорічних пагонів. Бруньку вставляють під кору кореневої шийки підщепи через Т-подібний надріз. У результаті досліджень визначено, що розмноження троянд групи флорібунда окулірувкою є ефективним з відсотком приживлюваності вічок до 83 %. Найкраще приживалися вічка сорту *Carmagnola* – 83 %. Найгіршу приживлюваність спостерігали у сорту *Novalis* – 63 %. Спосіб окулірування істотно на вихід садивного матеріалу після зимування не впливав. Кількість рослин, які вдало перезимували, загалом по групі, коливалася у межах 71–93 %. Визначено, що показник приживлюваності вічок залежав від способу щеплення та матимерності живців, з яких було відібрано окулянти. Досліджено, що приживлюваність вічок без деревини у більшості сортів була на 17 % нижчою, ніж з наявним тонким шаром деревини. Найкраще приживалися окулянти, взяті з середньої частини пагонів. Відсоток їх приживлюваності коливався у межах 63–83 %, залежно від сорту. Окулянти з апікальної та базальної частин також були життєздатними, однак їх приживлюваність була на 27 та 23 % нижчою за попередні. Отримані результати вказують на високу приживлюваність окулянтів сортів групи флорібунда, особливо взятих з середньої частини однорічних пагонів, які на момент окуліровки добре визріли.

Ключові слова: троянди, група флорібунда, розмноження, окуліровка, вічко, озеленення.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Важливим елементом зеленого будівництва є декоративне квітникарство. Серед різноманіття квіткових рослин найбільше уваги приділяють трояндам, що пов'язано з широким асортиментом їх форм та забарвлень, а також високою екологічною пластичністю та здатністю до вегетативного розмноження [1–3].

За розмноження культури троянди використовують вегетативний та насінневий способи. На практиці асортимент садових троянд, здебільшого, розмножують вегетативно. Ви-

користовують як щеплені, так і кореневласні рослини. Кореневласні зазвичай досить слабкі, нестійкі до несприятливих умов навколишнього середовища, саме тому основний спосіб розмноження троянд – щеплення [4, 5].

Щеплення зазвичай роблять на кореневу шийку підщепи (дикорослої шипшини), куди щеплюють живець або бруньку культурної троянди (вічко) [6]. Як підщепу широко застосовують шипшину звичайну (*Rosa canina* L.). Вона майже не дає кореневої порості, стійка до грибкових захворювань (особливо до борошнистої

роси та іржі), розвиває сильну кореневу систему, має високу морозостійкість. Використовують також як підщепу *R. alberti*, *R. rugosa*, *R. glausa*, *R. rubrifolia* тощо, однак всі вони значно поступаються шипшині звичайній [7].

Розмноження окуліровкою підходить для всіх сортів сучасних троянд, однак здебільшого його використовують для чайно-гібридних та сортів троянд флорібунда [8].

Щеплені троянди дають дику поросль, яку необхідно регулярно видаляти. Унаслідок проведення обрізки через 8–10 років коріння підщепи стає слабким, а троянда починає гинути. Тимчасом кореневласні троянди через 10 років починають входити у період інтенсивного цвітіння [9].

Розмноження троянд щепленням в Україні вивчали Ю. Яковлев, Ю.Ф. Величко та ін. [10–12]. Дослідження щодо відбору та вирощування підщеп проводив О.О. Ткачук тощо [13].

Окуліровка – один з найпростіших та найпродуктивніших способів розмноження садових троянд. На території України окуліровку троянд можна проводити з квітня до жовтня, однак відсоток приживлюваності вічок та виробнича ефективність щеплень у різні строки відрізняються. Розрізняють два способи окуліровки: проростаючим та сплячим вічком. За весняної окуліровки проростаючим вічком, яке проводять у квітні–травні отримують рослини, які цвітуть у тому ж році, однак, молоді окулянти часто не визрівають до осені і погано зимують. Найбільш ефективною на практиці є літня окуліровка сплячим вічком у період низхідного сокооруху, переважно, з 10 серпня до 10 вересня [14–16].

Мета дослідження. Оцінити ефективність приживлюваності окулянтів, заготовлених різними способами з різних частин пагонів троянд.

Матеріал і методи дослідження. Щеплення троянд сплячим вічком проводили у 2021–2022 рр. на дослідних ділянках кафедри садово-паркового господарства Уманського національного університету садівництва, відповідно до загальноприйнятих методик [17, 18]. Як підщепу використовували *Rosa canina* L., яку висаджували за схемою 50×25 см. Щеплення проводили у серпні, коли кора підщепи легко відставала від кореневої шийки. Живці сортів троянд групи флорібунда заготовляли у день окулірування. Оптимальним періодом для окуліровки є період з 10 серпня до 10 вересня. Для цього використовують ростові бруньки сортових троянд, взяті з середньої частини добре розвинених та визрілих однорічних пагонів. Бруньку вставляють під кору кореневої шийки підщепи через

T-подібний надріз [14, 15]. T-подібний надріз кори роблять на кореневій шийці підщепи (поперечний зріз – 1 см, поздовжній – приблизно 2 см). Із живця підщепи окуліровочним ножом зверху вниз або навпаки, захоплюючи тонкий шар деревини, зрізають шматочок кори (щиток) з вічком. Довжина щитка – 2–3 см, ширина – 4–6 см. Лопаткою окуліровочного ножа відгортають в сторони краї T-подібного зрізу. Щиток беруть за черешок і вставляють в надріз. Верхню частину щитка по горизонтальній лінії T-подібного надрізу на підщепі зрізають на рівні цього розрізу. Щільно обв'язують місце щеплення еластичною стрічкою так, щоб вічко залишилось відкритим [14, 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. Приживлюваність вічок залежить від правильного їх зрізання, якості обв'язування місця щеплення та чистоти роботи. Рекомендовано зрізати вічка з якомога тоншим шаром деревини і щитком довжиною 2–2,5 см, однак є хороші результати у разі зрізів вічок без деревини [17]. Відповідно до проведених досліджень, показник приживлюваності вічок без деревини у більшості сортів був на 17 % нижчим, ніж з наявним тонким шаром деревини (рис. 1).

У сортів *Carmagnola*, *Westpoint*, *Novalis*, *Hans Gonewein* та *Let's Celebrate* виявлено зниження показників приживлюваності на 20 % і більше, тимчасом у сорту *Rotkappchen* – на 10%. Такі результати вказують на доцільність використання вічок з тонким шаром деревини для окулірування сортів групи троянд флорібунда.

Спосіб окулірування суттєво не вплинув на вихід садивного матеріалу після зимування. Кількість рослин, які вдало перезимували, загальною по групі, коливалася у межах 71–93 %.

Отримані результати, загалом, вказують на високу ефективність проведення окуліровки для сортів троянд групи флорібунда. Найкраще приживалися вічка сортів *Carmagnola*, *Westpoint* та *Rotkappchen*. Відсоток приживлюваності у цих сортів коливався у межах 80–83 %. Найгіршу приживлюваність спостерігали у сорту *Novalis* – 63 %.

Вічка, розташовані по довжині пагона, заготовленого для окуліровки, не однакові за своєю якістю. Нижні бруньки, зазвичай, дрібні та недорозвинені, верхні – недостатньо сформовані та недозрілі. У живців, взятих з середньої частини пагона вічка великі, добре сформовані та вважаються найбільш придатними для окуліровки [16, 19].

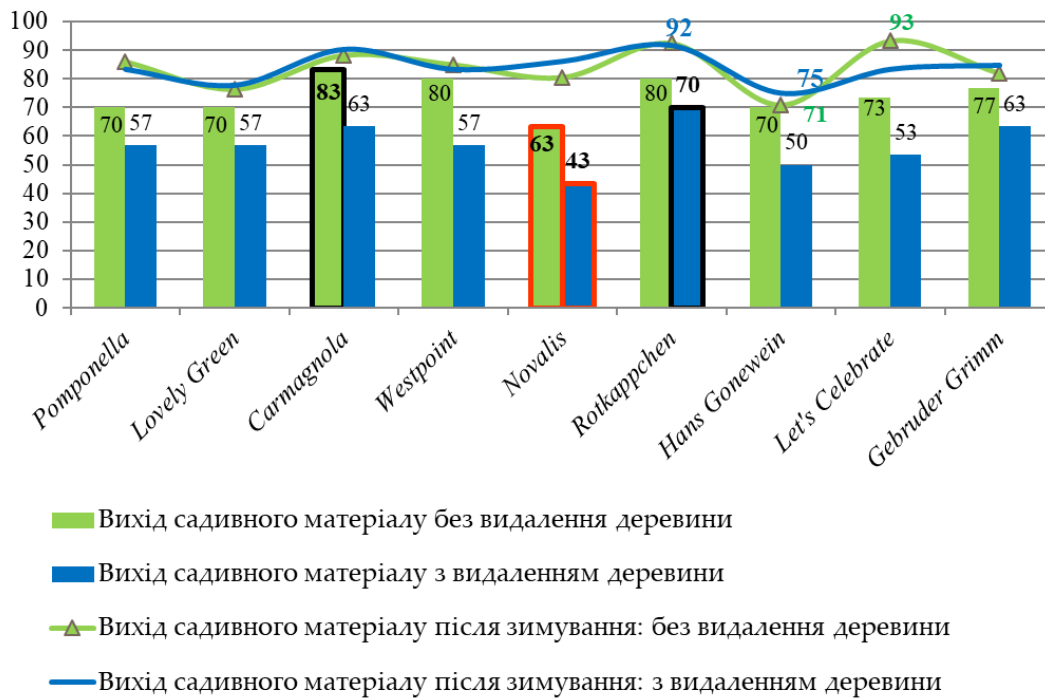


Рис. 1. Оцінювання способу окуліровки на вихід садивного матеріалу, % (2021–2022 рр.).

Результати досліджень показали істотну різницю між приживлюваністю вічок з різних частин заготовлених живців (табл. 1).

Найкраще приживалися окулянти, взяті з середньої частини пагонів. Відсоток їх приживлюваності коливався у межах 63–83 %, залежно від сорту. Життєздатними виявилися і окулянти з апікальної та базальної частин,

однак їх приживлюваність була на 27 та 23 % нижчою, відповідно, за попередні.

Отже, аналізуючи отримані результати можна зробити висновок про високу приживлюваність окулянтів сортів групи флорібунда, особливо взятих з середньої частини однорічних пагонів, які на момент окуліровки добре визріли.

Таблиця 1 – Приживлюваність вічок троянд з різних частин живця прищепи, % (2021–2022 рр.)

Назва сорту	Частина пагона, з якої було взято живці для прищепи		
	апикальна	медіальна	базальна
<i>Pomponella</i>	50	70	57
<i>Lovely Green</i>	37	70	43
<i>Carmagnola</i>	53	83	50
<i>Westpoint</i>	50	80	43
<i>Novalis</i>	37	63	43
<i>Rotkappchen</i>	50	80	57
<i>Hans Gonewein</i>	57	70	63
<i>Let's Celebrate</i>	40	73	50
<i>Gebruder Grimm</i>	50	77	57
<i>HIP₀₅</i>	2,35	3,70	2,57

Висновки. Отримані результати досліджень вказують на високу ефективність проведення окуліровки сортів троянд групи флорібунда у варіанті використання вічок з тонким шаром деревини. Середній показник приживлюваності вічок у сортів становив 74 %. Найкраще приживалися вічка сортів *Carmagnola*, *Westpoint* та *Rotkappchen*, відсоток приживлюваності яких коливався у межах 80–83 %. Найгіршу приживлюваність спостерігали у сорту *Novalis* – 63 %.

Спосіб окулірування суттєво не вплинув на вихід садивного матеріалу після зимування. Кількість рослин, які вдало перезимували, загалом по групі, коливалася у межах 71–93 %.

Результати досліджень показали істотну різницю між приживлюваністю вічок з різних частин заготовлених живців. Найкраще приживалися окулянти взяті з середньої частини пагонів. Життєздатними виявилися і окулянти з апікальної та базальної частин, однак їх приживлюваність була на 27 та 23 % нижчою за окулянти, взяті з медіальної частини пагонів рослин.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ardasheva O.A., Cheremnykh E.N., Lekontseva T.G., Zorin D.A. Comprehensive assessment of varieties of garden roses in the conditions of the Udmurt Republic. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2023. Vol. 1154. No 1. 012026 p. DOI: 10.1088/1755-1315/1154/1/012026

2. Klimenko Z., Rubtsova O., Plugatar S., Zylova V. The results of introduction study of old garden roses in different natural and climatic zones. In BIO Web of Conferences. 2020. Vol. 24. 00037 p. DOI: 10.1051/bioconf/20202400037

3. Giorgioni M.E. Evaluation of landscape roses for low-maintenance gardening. In IV International Symposium on Rose Research and Cultivation. 2005. No 751. P. 323–329. DOI: 10.17660/ActaHortic.2007.751.41

4. Shaafi B., Kahrizi D., Zebarjadi A., Azadi P. The Effects of Nanosilver on Bacterial Contamination and Increase Durability Cultivars of *Rosa hybrida* L. Through of Stenting Method: Nanosilver in Rosa Stenting Method. Cellular and Molecular Biology. 2022. Vol. 68. No 3. P. 179–188. DOI: 10.14715/cmb/2022.68.3.21

5. Uggl M. Domestication of wild roses for fruit production. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Agraria. 2004. No 480. P. 7–34.

6. Коленкіна М.С. Квітникарство: конспект лекцій для студентів денної форми навчання освітнього рівня «бакалавр» за спеціальністю 206 – Садово-паркове господарство. Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2020. 202 с.

7. Esselink G., Smulders M., Vosman B. Identification of cut rose (*Rosa hybrida*) and rootstock varieties using robust sequence tagged microsatellite

site markers. Theoretical and Applied Genetics. 2003. No 106. P. 277–286. DOI: 10.1007/s00122-002-1122-y

8. Hetman J., Monder M.J. The influence of quality of the rootstocks and scions on results of budding two rose cultivars from the floribundas group. Acta Scientiarum Polonorum. Hortorum Cultus. 2003. Vol. 2 (2). P. 33–41.

9. Own Root Roses. URL: <https://heirloomroses.com/blogs/rose-information/own-root-roses>

10. Яковлев Ю. Як культивувати троянди. Харків: Радянський селянин, 1930. 51 с.

11. Загородонець А.І. Вегетативне розмноження шипшин. Український ботанічний журнал. 1949. Т. 6. № 2. С. 14–23.

12. Величко Ю.А. Завчасне проростання вічок у троянд у разі літнього окулірування: причини та їх подолання. Науковий вісник НЛТУ України. 2013. Вип. 23. 6. С. 342–346.

13. Ткачук О.О. Біоморфологічні особливості троянд в культурі закритого ґрунту в умовах Києва: автореф. дис... канд. біол. наук: 03.00.01. Київ, 1996. 24 с.

14. Красноштан І.В., Гребеннікова А.О., Мушквич В.В. Вплив фенологічних умов розвитку на характер формування окремих сортопідщепних комбінуваних троянд. Наукові записки екологічної лабораторії УДПУ. Київ, 2013. Вип. 16. С. 61–64.

15. Hall T. The kew gardener's guide to growing roses. The art and science to grow with confidence. London: Frances Lincoln, 2021. Vol. 8. 144 p.

16. Красноштан І.В., Гребеннікова А.О. Ріст та репродуктивний розвиток окремих сортів троянд на агробіостанції університету. Природничі науки і освіта: збірник наукових праць природничо-географічного факультету УДПУ ім. П. Тичини. 2014. С. 34–35.

17. Fish D.T. Rose Budding; containing full instructions for the successful performance of this operation. UK: F. PHILLIPS, 1875. URL: https://www.google.com.ua/books/edition/Rose_Budding_containing_full_instruction/UObStiCkYkIC?hl=uk&gbpv=0

18. Browse P.M. Plant Propagation. UK: Mitchell Beazley, 1992. 192 с.

19. Гулько Б.І. Плодівництво. Практикум для виконання практичних робіт студентами рівня вищої освіти Бакалавр спеціальності 203 Садівництво та виноградарство за ОПП Садівництво та виноградарство. Дубляни, 2020. 98 с.

20. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Костогриз П.В., Опришко В.П. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ: Дія, 2005. 288 с.

REFERENCES

1. Ardasheva, O.A., Cheremnykh, E.N., Lekontseva, T.G., Zorin, D.A. (2023). Comprehensive assessment of varieties of garden roses in the conditions of the Udmurt Republic. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 1154 (1), 012026 p. DOI: 10.1088/1755-1315/1154/1/012026

2. Klimenko, Z., Rubtsova, O., Plugatar, S., Zylova, V. (2020). The results of introduction study of old

garden roses in different natural and climatic zones. In BIO Web of Conferences. Vol. 24, 00037 p. DOI: 10.1051/bioconf/20202400037

3. Giorgioni, M.E. (2005). September. Evaluation of landscape roses for low-maintenance gardening. In IV International Symposium on Rose Research and Cultivation. no. 751, pp. 323–329.

4. Shaafi, B., Kahrizi, D., Zebarjadi, A., Azadi, P. (2022). The Effects of Nanosilver on Bacterial Contamination and Increase Durability Cultivars of Rosa hybrida L. Through of Stenting Method: Nanosilver in Rosa Stenting Method. Cellular and Molecular Biology. Vol. 68, no. 3, pp. 179–188.

5. Uggla, M. (2004). Domestication of wild roses for fruit production. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Agraria. no. 480, pp. 7–34.

6. Koliienkina, M.S. (2020). Kvitnykarstvo: konsept lektzii dlia studentiv dennoi formy navchannia osvithnoho rivnia «bakalavr» za spetsialnistiu 206 – Sadovo-parkove hospodarstvo [Floriculture: lecture notes for full-time students of the bachelor's degree programme in speciality 206 - Gardening and Landscape Gardening]. Kharkiv, XNUMX named after O.M. Beketova, 202 p.

7. Esselink, G., Smulders, M., Vosman, B.I. (2003). Identification of cut rose (Rosa hybrida) and rootstock varieties using robust sequence tagged microsatellite site markers. Theoretical and Applied Genetics. no. 106, pp. 277–286.

8. Hetman, J., Monder, M.J. (2003). The influence of quality of the rootstocks and scions on results of budding two rose cultivars from the floribundas group. Acta Scientiarum Polonorum. Hortorum Cultus. Vol. 2 (2), pp. 33–41.

9. Own Root Roses. Available at: <https://heirloom-roses.com/blogs/rose-information/own-root-roses>.

10. Yakovlev, Yu. (1930). Yak kultyvuvaty troiandy [How to cultivate roses]. Kharkiv, Soviet peasant, 51 p.

11. Zakordonets, A.I. (1949). Vchetatyvne rozmnozhenia shypshyn [Vegetative propagation of rose hips]. Ukrainyky botanichnyi zhurnal [Ukrainian botanical journal]. Vol. 6, no. 2, pp. 14–23.

12. Velychko, Yu.A. (2013). Zavchasne prorostannia vichok u troiand u razi litnoho okuliruvannia: prychny ta yikh podolannia [Early germination of eyes in roses in the case of summer budding: causes and their overcoming]. Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy [Scientific Bulletin of the NFTU of Ukraine]. Issue 23. 6, pp. 342–346.

13. Tkachuk, O.O. (1996). Biomorfologichni osoblyvosti troiand v kulturi zakrytoho gruntu v umovakh Kyieva: avtoref. dys... kand. biol. nauk: 03.00.01 [Biomorphological features of roses in the culture of closed ground in Kyiv: abstract of the dissertation of the candidate of biological sciences: 03.00.01]. Kyiv, 24 p.

14. Krasnoshtan, I.V., Hrebiennikova, A.O., Mukvych, V.V. (2013). Vplyv fenologichnykh umov rozvytku na kharakter formuvannia okremykh sortopidshchepnykh kombinovan troiand [Influence of phenological conditions of development on the nature of formation of individual variety and rootstock combinations of roses]. Naukovi zapysky ekolohichnoi

laboratorii UDPU [Scientific Notes of the Ecological Laboratory of the USPU]. Issue 16, pp. 61–64.

15. Hall, T. (2021). Royal Botanic Gardens Kew. The kew gardener's guide to growing roses. The art and science to grow with confidence. London, Frances Lincoln, Vol. 8, 144 p.

16. Krasnoshtan, I.V., Hrebiennikova, A.O. (2014). Rist ta reproduktyvnyi rozvytok okremykh sortiv troiand na ahrobiostantsii universytetu [Growth and reproductive development of individual rose varieties at the university agrobiostation]. Pryrodnychi nauky i osvita: zbirnyk naukovykh prats pryrodnycho-heohrafichnoho fakultetu UDPU im. P. Tychyny [Natural sciences and education: collection of scientific works of the Faculty of Natural Sciences and Geography of the P. Tychyna UDPU]. pp. 34–35.

17. Fish, D.T. (1875). Rose Budding; containing full instructions for the successful performance of this operation. UK, F. PHILLIPS. Available at: https://www.google.com.ua/books/edition/Rose_Budding_containing_full_instruction/UObStiCkYkIC?hl=uk&gbpv=0

18. Browse, P.M. (1992). Plant Propagation. UK, Mitchell Beazley, 192 p.

19. Hulko, B.I. (2020). Plodivnystvo. Praktykum dlia vykonannia praktychnykh robiv studentamy rivnia vyshchoi osvity Bakalavr spetsialnosti 203 Sadivnystvo ta vynohradarstvo za OPP Sadivnystvo ta vynohradarstvo [Workshop for practical work by students of higher education Bachelor's degree in 203 Horticulture and Viticulture under the OPP Horticulture and Viticulture]. Dubliany, 98 p.

20. Yeshchenko, V.O., Kopytko, P.H., Kostohryz, P.V., Opryshko, V.P. (2005). Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii [Fundamentals of scientific research in agronomy]. Kyiv, Diya, 288 p.

Effectiveness of floribunda roses vegetative propagation by budding

Brovdi A., Polishchuk V.

Due to the growing demand for re-flowering roses, there is a need to improve the technology of their propagation in order to obtain sufficient quantities of high-quality planting material for ornamental gardening. Considering that self-rooted roses are vulnerable to negative environmental factors, especially in the first years of cultivation, they are mainly propagated by budding. Roses were budded with latent buds in 2021–2022. For budding, growth buds of varietal roses were used taken from the middle part of well-developed and matured annual shoots. The bud is inserted under the bark of the rootstock's root collar through a T-shaped incision. It has been found out that the propagation of Floribunda roses by budding is effective with a percentage of cells survival up to 83%. *Carmagnola* variety had the best survival rate of 83%. The worst survival rate was observed in the *Novalis* variety – 63%. The budding method did not significantly affect the yield of planting material after wintering. The number of successfully overwintered plants in the whole group ranged from 71 to 93%. It was determined that the survival rate of the vegetative buds depended on the grafting method and the size of the cuttings from which

the vegetative buds were selected. It was found that the survival rate of buds without wood in most varieties was 17% lower than with a thin layer of wood. The oculants taken from the middle part of the shoots had the best survival rate. The percentage of their survival ranged from 63 to 83% depending on the variety. The oculants from the apical and basal parts were also vi-

able, but their survival rate was 27% and 23% lower than the previous ones. The results obtained indicate a high survival rate of cuttings of floribunda varieties, especially those taken from the middle part of annual shoots that were well matured at the time of budding.

Key words: roses, floribunda, reproduction, budding, eye, landscaping.



Copyright: Бровді А.А., Поліщук В.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:

Бровді А.А.


Поліщук В.В.

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

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

АГРОНОМІЯ

УДК 631.95:663.15:632.95

Екологічні проблеми сучасних систем захисту кукурудзи від шкідливих організмів в Україні (огляд)Глуховець Д.В. , Матусевич Г.Д. *Інститут агроєкології і природокористування НААН* Матусевич Г.Д. E-mail: matusevichgalina1971@gmail.com

Глуховець Д.В., Матусевич Г.Д. Екологічні проблеми сучасних систем захисту кукурудзи від шкідливих організмів в Україні (огляд). «Агробіологія», 2024. № 1. С. 43–51.

Glukhovets D., Matusievich G. Ecological problems of modern corn protection systems against harmful organisms in Ukraine: review. «Agrobiology», 2024. no. 1, pp. 43–51.

Рукопис отримано: 20.02.2024 р.

Прийнято: 06.03.2024 р.

Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-43-51

Кукурудза є однією із небагатьох зернових культур, яка за маржинальністю і обсягами вирощування в агробізнесі не поступається традиційним польовим культурам. Ця сільськогосподарська культура й нині забезпечує також досить значну частку валютних надходжень від експорту аграрної продукції і є досить високоприбутковою в господарствах за умов дотримання технології вирощування.

Сучасні технології вирощування зернових культур передбачають широке застосування хімічних засобів захисту рослин від шкідників, хвороб і бур'янів. Застосування пестицидів на посівах зернових культур є важливим чинником, що гарантує підвищення якості рослинницької продукції та отримання високих врожаїв сільськогосподарських культур. У зв'язку з цим ставляться високі вимоги до пестицидів. Вони мають забезпечувати біологічну ефективність за мінімальних норм витрат, бути максимально безпечними для навколишнього середовища, зокрема не виявляти шкідливого впливу на ґрунт, рослини та інші корисні організми, а також мати низьку персистентність у природному середовищі.

Тому досить актуальними є наукові дослідження, пов'язані з екологізацією хімічного захисту рослин від шкідливих організмів та зменшенням впливу пестицидів на навколишнє природне середовище.

На основі опрацьованої зарубіжної літератури узагальнено інформацію щодо застосування пестицидів в світі. Подано дані щодо використання засобів захисту рослин в Україні.

Наведено основні побічні наслідки широкого застосування пестицидів у хімічному захисті кукурудзи, а саме фітотоксична дія на рослини, негативний вплив на корисну ентомофауну, мікробіом ґрунту, прояв резистентності, накопичення в рослинах і ґрунті залишкових кількостей пестицидів тощо.

Ключові слова: кукурудза, пестициди, хімічне забруднення, біологічне різноманіття, мікробіологічна активність ґрунту, резистентність.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Впродовж останніх десятиліть спостерігається неухильне зростання глобального попиту, виробництва та застосування пестицидів і добрив. Сукупні світові продажі агрохімікатів продовжують збільшуватися приблизно на 4,1 % на рік і за прогнозами до 2025 р. сягнуть 309 млрд дол. США. Враховуючи, що до 2050 року чисельність населення планети сягне 9,8 млрд осіб, потреба в ефективних засобах захисту сільськогосподарських культур (гербіциди, інсектициди, фунгіциди тощо) стає

все більш важливою у стратегіях сталого сільськогосподарського виробництва [1, 2].

За оцінками зарубіжних науковців, третину сільськогосподарської продукції у світі виробляють завдяки застосуванню засобів захисту рослин. Без використання пестицидів втрати сільськогосподарської продукції від шкідників, захворювань та бур'янів сягали б 30–100 % [3]. Загалом у всьому світі використовують близько 2 млн т пестицидів: 47,5 % гербіцидів, 29,5 % інсектицидів, 17,5 % фунгіцидів і 5,5 % інших пестицидів (рис. 1) [4, 5].

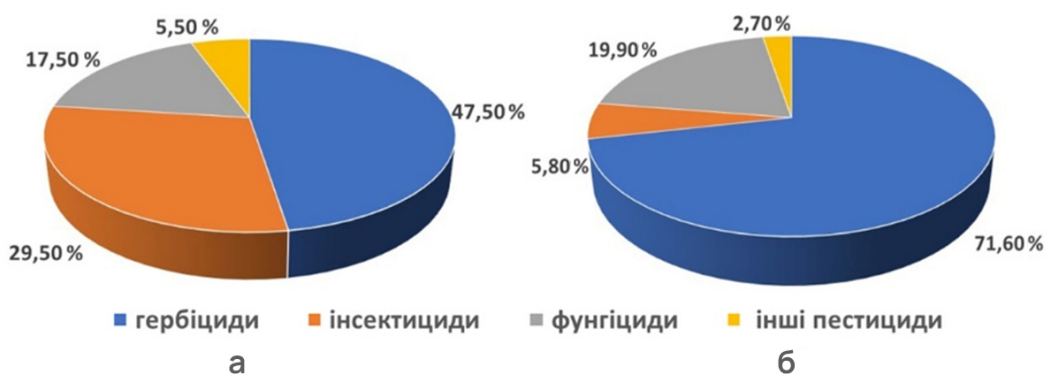


Рис. 1. Кількість пестицидів, що застосовують на кукурудзі в світі (а) та Україні (б).

В Україні за даними Державної служби статистики, кількість внесених пестицидів на гектар постійно зростає. Зокрема, обсяг застосування ЗЗР (засобів захисту рослин) в Україні з розрахунку активної речовини становив у 2018 р. – 25343,4 т; 2019 р. – 24326,9 т; 2020 р. – 24624,7 т; 2021 р. – 26971,5 т. Лише у 2022 р. через повномасштабне вторгнення росії та економічні негаразди кількість внесених пестицидів знизилась на 7,54 т й становила 19438,2 т [6]. Найбільше під урожай 2022 р. було внесено гербіцидів – 13928,8 т, фунгіцидів – 3884,7 т, інсектицидів – 1121,6 т, регуляторів росту – 478,8 т, інших пестицидів – 24,3 т. За діючою речовиною агропромислові переважно вносили – 2-метил-4-хлорфеноксицистову кислоту, прометрин, гліфосат, бентазон, хлорпірифос тощо.

Отже, застосування пестицидів для захисту рослин від шкідливих організмів є невід’ємною складовою сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур. У разі застосування пестицидів в умовах інтенсивних технологій не виключений їх негативний вплив на систему ґрунт–рослина. Необґрунтоване застосування пестицидів призводить до кількісних та якісних змін у агроценозі, які проявляються в порушенні функціонування біологічних систем та погіршенні якості сільськогосподарської продукції [7–9].

Крім того, пестициди призводять до негативного впливу на здоров’я людини, як у результаті прямої дії, так і опосередковано – внаслідок накопичення залишкових кількостей у сільськогосподарських продуктах і питній воді. Забезпечити правильність використання пестицидів – завдання не лише важливе, а також вкрай складне, адже асортимент препаратів надзвичайно великий і характери-

зується значним різноманіттям властивостей, призначень, особливостей дії, впливу на людину, теплокровних тварин і корисні організми, поведінки в навколишньому середовищі та післядії [10].

Отже, враховуючи тенденції збільшення виробництва, попиту та споживання засобів захисту рослин **метою досліджень** було вивчення та аналіз екологічних проблем сучасних систем хімічного захисту кукурудзи.

Матеріал і методи дослідження. Матеріалом для роботи слугував порівняльний аналіз статистичних даних, наукових досліджень вітчизняних та зарубіжних авторів, які стосуються екологічних проблем вирощування кукурудзи за різних систем хімічного захисту.

Результати дослідження та обговорення. Застосування засобів захисту рослин у сільськогосподарському виробництві створює потенційну небезпеку забруднення ними навколишнього природного середовища. Ось лише деякі побічні наслідки широкого застосування пестицидів у захисті сільськогосподарських рослин – це забруднення залишковими кількостями пестицидів атмосфери, ґрунтів та води; фітотоксична дія на рослини; поява резистентності до діючих речовин у збудників захворювань та шкідників; негативний вплив на корисну ентомофауну, зокрема бджоли, сонечка тощо; зменшення біорізноманіття агроєкосистем, негативний вплив на ґрунтову біоту та мікробіологічну активність ґрунту тощо [11].

У інтенсивних технологіях вирощування кукурудзи широко застосовують засоби захисту рослин для контролювання шкідливих організмів та зниження втрат урожаю. Головна вимога цих технологій – це ефективне контролювання чисельності бур’янів. В Україні обробляють гербіцидами 99 % виробничих

площ під кукурудзою. Відомо, що, залежно від видового складу бур'янів, засміченості й тривалості впливу бур'янів на культуру, врожайність кукурудзи може знизитися на 25–40 %. За вкрай несприятливих умов втрати можуть сягнути й 60–80 %.

Гербициди – це високоактивні біологічно активні речовини, використання яких у агро-екосистемах призводить до значних змін, як у фізіології культурних рослин, так і рості та розвитку бур'янів. Зокрема, у разі застосування на кукурудзі ґрунтових гербицидів (Примекстра Голд і Харнес) перед передпосівною культивуацією, а також страхових гербицидів (Мілагро, Діален Супер, Хармоні, Дикамба) у фазу 3–5 листків істотно знизився урожай культури [12]. Результати досліджень показали, що внесення страхового гербициду Діален Супер (д.р. 2,4-Д, 344 г/л; дикамба, 120 г/л) зменшило вихід зерна кукурудзи на 0,32 т/га або 41,6 %; за внесення гербициду Хармоні – на 29,2 %. Гербицид 2,4-Д, взятий у більшій дозі (500 г/л), ніж він міститься у складі Діалену Супер, теж виявив високу токсичність до кукурудзи, знизивши врожайність зерна на 0,45 т/га або 10,9 % порівняно з контрольним варіантом без гербицидів.

У разі застосування гербицидів виникає небезпека накопичення в ґрунті та рослинах певної кількості діючих речовин, їх метаболітів, а також впливу всіх цих забруднювачів на наступні культури в сівозміні. Залишкові кількості гербицидів визначають в орному шарі ґрунту через 2–5 місяців після їх застосування. Зокрема, діючу речовину гербициду Діален Супер (2,4-Д диметиламінну сіль) [12] було виявлено на 63-тю, 108-му і на 150-ту добу з моменту його внесення і залишки його в ґрунті були на межі гранично допустимої концентрації. Водночас констатовано високий вміст залишкових кількостей діючих речовин гербицидів метолахлору, атразину, тіфенсульфурон-метилу, нікосульфурону.

Залишкові кількості гербициду Харнес в кукурудзі виявлено через 4,5 місяці після його застосування. Зокрема, вміст Харнесу в зразках насіння становив 0,08 мг/кг, в стеблах – 0,12 мг/кг (за МДР (максимально допустимий рівень) – 0,03 мг/кг). У зразках стебел кукурудзи виявлено залишки протруювача насіння ТМТД у кількості 0,02–0,03 мг/кг, що також перевищують МДР [13].

О. Демянюк та Д. Шацман вивчали застосування ґрунтових і страхових гербицидів за вирощування кукурудзи на зерно. Дослідження показали, що найповільніше розкладався у чорноземі типовому ґрунтовий гербицид Харнес і страховий Діанат. На 30-ту добу в зразках

ґрунту виявлено вміст їх діючих речовин на рівні 20,8 % ацетохлора і 12,5 % дикамби [14].

У науковій літературі є численні дані щодо впливу застосування різних пестицидів на мікробні угруповання і біологічну активність ґрунту [15–17].

За даними О.Є. Найдьонової [18], яка вивчала вплив комплексного застосування гербицидів, фунгіцидів та інсектицидів на стан мікробних ценозів чорнозему типового виявлено негативний вплив пестицидів на чисельність мікроорганізмів усіх досліджуваних груп. Зокрема, у ґрунті під кукурудзою, посіви якої обробляли двічі за вегетацію, і з моменту останньої обробки комплексом пестицидів минуло майже п'ять місяців, чисельність бактерій, що засвоюють органічні сполуки нітрогену, була нижчою в 1,7 раза, мікроорганізмів, що утилізують його мінеральні сполуки – в 1,9, грибів – у 1,6, евтрофів – у 1,8, оліготрофів – у 3,3 раза, ніж у контрольному варіанті. Коефіцієнти мікробної трансформації органічної речовини ґрунту та показники мінералізації також були значно нижчими за показники контролю. Рівень біологічної деградації ґрунту під кукурудзою змінився із сильного до середнього. Подібні зміни відбувалися і в активності ґрунтових ферментів. Через 20 діб після застосування пестицидів активність досліджуваних ферментів (дегідрогенази, інвертази, поліфенолоксидази) знизилася на 5, 19 та 55 % відповідно контролю.

М.Н. Filimon та ін. [19] вивчали негативний вплив двох інсектицидів (циперметрину та тіометоксаму) на мікробіологічну активність ґрунту. Результати показали, що тіометоксам призводить до зниження активності фосфатази на 6,5 %, а циперметрин дегідрогенази – на 32,8 % порівняно з контролем. Водночас значно зменшується за дії згаданих вище інсектицидів кількість нітрифікуючих бактерій – на 58,1 та 74 % відповідно. Ці результати узгоджуються з іншими дослідженнями. Зокрема, багаторазове застосування інсектицидів хлорпірифосу, малатіону, ліндану та ендосульфана зменшувало процеси нітрифікації та денітрифікації в ґрунті, навіть якщо ці інсектициди застосовували в дозах, рекомендованих у польових умовах [20]. Застосування високих концентрацій інсектициду циперметрин призводить до значного негативного впливу на дихання ґрунту, чисельність та біомасу мікроорганізмів [21].

О. Демянюк та Д. Шацман досліджували вплив гербицидів за беззмінного вирощування кукурудзи на активність біологічних процесів у чорноземі типовому. Результати досліджень показали зниження вмісту загальної біомаси

мікроорганізмів у ґрунті на 8–57 %, пригнічення активності поліфенолоксидази і пероксидази на 12–13 % та зростання інтенсивності виділення CO_2 з ґрунту на 2–13 % порівняно з контролем. Найвищу інгібіторну дію на активність оксидоредуктаз зафіксовано за внесення гербіцидів із діючими речовинами 2-етилгексилловий ефір 2,4-Д – на 19–20 %, ацетохлор – на 18–19 і пендиметалін – на 12–14 %. Внесення гербіциду Естерон 60 к.е. знизило вміст загальної біомаси мікроорганізмів на 42,1 %. Фітотоксичність ґрунту за внесення Естерону 60 була на рівні 56,5 %, що вдвічі більше ніж на контролі [22].

Є численні дані стосовно впливу різних пестицидів на ґрунтову біоту, а саме на черв'яків. Застосування засобів захисту рослин підвищує індивідуальну смертність, знижує плодючість і ріст черв'яків, призводить до зменшення їх загальної біомаси та щільності тощо [23]. У дослідженнях С.О. Мазур, за використання рекомендованих виробником норм витрат ґрунтових гербіцидів: Харнес (2 л/га), Дуал Голд (1,5 л/га), Гезагард (2 л/га) кількість дощового черв'яка (*Lumbricus terrestris*) у ґрунті через 30 діб після внесення гербіцидів зменшувалась у 2,1 рази після внесення триазинового гербіциду (Гезагард) та у 3,7 рази за внесення хлор-ацетомідів (Дуал Голд, Харнес) у порівнянні з контрольним варіантом [24].

Дослідження З. Туkenової, М. Мустафаєфа та ін. показали зменшення кількості ґрунтових безхребетних у світло-каштановому ґрунті, забрудненому пестицидами. Найбільш чутливими до забруднення ґрунту тебуконазолом були безхребетні з родин *Chrisomelidae*, *Elateridae*, *Chloropidae* і *Pyraustidae*. Зменшення щільності ґрунтової фауни відмічено у представників родин *Formicidae* – від 16,5 до 0,85 екз./м², *Scarabaeidae* – від 13,5 до 0,7 екз./м², *Lumbricidae* – від 22,3 до 0,9 екз./м² [25].

С.В. Тараненко вивчав вплив різних технологій вирощування кукурудзи на представників зооценозу чорнозему типового, а саме на чисельність та видове різноманіття дощових черв'яків (*Lumbricidae*), та на чисельність ногохвісток (*Collembola*). Чисельність дощових черв'яків (*Lumbricidae*) у варіанті із застосуванням принципів органічного землеробства становила 40,0 екз./м² та була у 10 разів більшою, ніж у варіанті з інтенсивною технологією вирощування кукурудзи (4,0 екз./м²). Функціональна активність ногохвісток (*Collembola*) також була вищою (майже у 1,5 рази) у варіанті з органічним землеробством порівняно із варіантом із застосуванням агрохімікатів та пестицидів (17,0 екз./м²) [26].

Результати дослідження С.В. Тараненко щодо чисельності мікроорганізмів основних еколого-трофічних груп за різних технологій вирощування кукурудзи показали, що варіант із застосуванням інтенсивної технології характеризувався меншою загальною чисельністю мікроорганізмів майже у 4 рази, а також меншою чисельністю основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів: для бактерій, які для живлення використовують азот органічних сполук – у 5,1 рази; для бактерій, що асимілюють мінеральні форми азоту – в 4,2 рази; для педотрофної мікрофлори – в 1,2 рази; для оліготрофної мікрофлори – в 6,1 рази [27].

Щороку в Україні від отруєння пестицидами (хімічний токсикоз) гине безліч бджолосімей, що є величезною проблемою як для пасічників, так і землекористувачів, адже бджола – комаха, яка запилює ентомофільні культури, і в такий спосіб впливає на майбутній врожай. Хімічний токсикоз проявляється непередбачено, бджоли гинуть без явних клінічних ознак. В 95 % випадків хімічний токсикоз зумовлюють інсектициди, в 4 % – гербіциди і 1 % припадає на інші препарати. Екстенсивне та тривале застосування пестицидів призводить до зменшення їх кількості, порушення пам'яті, пригнічення репродуктивної функції, а саме зменшення чисельності нащадків, пригнічення імунітету, зниження здатності бджіл до польотів, скорочення тривалості їх життя тощо.

Дослідженнями F. Sanchez-Bayo, K. Goka встановлено, що інсектициди, а саме неонікотиніди (імідаклоприд, фіпроніл) є більш токсичними для бджіл, ніж більшість фосфор-органічних (малатіон), карбаматів (карбофуран) і піретроїдів (циперметрин). Вченими також встановлено, що застосування комбінації препаратів (фунгіцид+ інсектицид) посилює токсичність і синергізм усіх діючих речовин пестицидів [28].

Канадські вчені з університету Західного Онтаріо дійшли висновку, що тривалий вплив неонікотинідів може надмірно стимулювати медоносних бджіл і спричинювати гіперреакцію, що призводить до їх виснаження та гіпоактивності. Найбільш виражені когнітивні порушення у медоносних бджіл, зумовлені пестицидами, спостерігалися у процесах пам'яті, нюховому та зоровому процесах [29].

Вивчення впливу інсектициду імідаклоприду на показники життєдіяльності і приріст чисельності популяції бджіл (*Osmia lignaria*), показало суттєві зміни їх репродукції: зменшилася частка самок у новоутвореному потомстві, сповільнилися початок і припинення гніздування, знизилася швидкість підготовки

гнізд. Бджоли, що зазнали впливу інсектициду також утворювали менш численне потомство. Самки, які харчувались забрудненими інсектицидом пилом і нектаром, були повільнішими і потребували більше часу, щоб знайти своє гніздо, а також відклали меншу кількість яєць, ніж контрольна група [30].

Бджоли, які на стадії личинок піддавалися впливу інсектицидів, але на стадії дорослих особин не зазнали такого впливу, утворили на 30 % менше нащадків, ніж контрольна група, яка ніколи не піддавалась впливу препаратів. Бджоли, які на двох стадіях розвитку (личинки і дорослої особини) піддавалися впливу інсектицидів відклали приблизно на 20 % менше яєць, ніж комахи, які зазнали впливу інсектициду у дорослому віці; на 66 % менше, ніж комахи, які зазнали впливу лише на стадії личинок; на 72 % менше, ніж комахи контрольної групи. Зрештою чисельність популяції таких бджіл зменшилась у чотири рази у порівнянні з контролем [30].

У результаті згубного впливу інсектицидів на медоносних бджіл Європейський Союз заборонив до використання на сільськогосподарських культурах три інсектициди з групи неонікотиноїдів: клотіанідин, імідаклоприд та тіаметоксин [31].

Попри величезний перелік препаратів для захисту рослин, зареєстрованих до застосування (близько 3000 лише в Україні), асортимент діючих речовин не такий широкий – понад 200. Застосування одних і тих самих діючих речовин зумовлює виникнення з часом резистентності шкідливих організмів до застосовуваних ЗЗР [32].

Нині налічується 272 резистентних види одно- та дводольних бур'янів в різних країнах світу (155 дводольних та 117 однодольних). Бур'яни виробили стійкість до 168 різних хімічних груп гербіцидів (арилоксифеноксипропіонати, циклогександіони, фенілпіразоли та ін.). Стійкі до гербіцидів бур'яни були виявлені на 100 культурах у 72 країнах. На кукурудзі виявлено 67 видів бур'янів стійких до гербіцидів. Наприклад, в різних країнах світу виробилася стійкість дводольних бур'янів, таких як гусяча лапка (*Chenopodium album* var. *striatum*), паслін чорний (*Solanum nigrum*), осот колючий (*Sonchus asper*) та однодольних – мишій сизий (*Setaria pumila*), мишій гігантський (*Setaria faberi*) до діючих речовин гербіцидів – атразину, прометрину, симазину та тербутрину. В Україні в агроценозі кукурудзи виявлено стійкість дводольних бур'янів – амаранту загнутого (*Amaranthus retroflexus*) та лободи білої (*Chenopodium album*) до діючих речовин гербіцидів – флорасуламу,

флуметсуламу, форамсульфурону, імазамоксу, імазетапіру, йодосульфурон-метил-На, тіенкарбазон-метилу, тифенсульфурон-метилу та трибенурон-метилу [33].

У дослідженнях ряду науковців з'ясовано, що інтенсивний інсектицидний захист сільськогосподарських культур призводить також до появи толерантності до впливу ЗЗР і у шкідників сільськогосподарських культур. Зокрема, у кукурудзяної совки відносно висока частота генетичних варіацій стійкості до традиційних пестицидів. Згідно з результатами біологічних випробувань підтвердилося, що *Spodoptera frugiperdas* має високу стійкість до фосфорорганічних і піретроїдних пестицидів. Водночас, шкідник чутливий до нових гербіцидів групи амідів і Bt-токсину [34].

Із 1990-х років важливим нововведенням у захисті від комах-шкідників сільського господарства стало комерційне вирощування генетично модифікованої кукурудзи, а саме Bt-кукурудзи (*Bacillus thuringiensis* maize). Ця кукурудза була генетично модифікована для вироблення токсину *Bacillus thuringiensis* (Bt), який є отруйним для широкого спектра шкідливих комах. Із 2003 року трансгенну кукурудзу використовують для захисту від західного кукурудзяного жука (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte). Американські вчені виявили, що кукурудзяний жук (діабротика) виробив стійкість до двох з трьох типів Bt-токсинів. Серед чинників, що сприяли виникненню резистентності вчені відмітили недотримання агровиробниками сівозмін, а саме безперервне вирощування Bt-кукурудзи [35].

Висновки. З початку минулого року захист сільськогосподарських культур від шкідників, хвороб та бур'янів був проведений на площі понад 38,8 млн га, з них біологічним методом захисту рослин всього лише на площі 1,2 млн га. Серед значної кількості зареєстрованих в Україні хімічних препаратів (майже 3000), біопрепаратів для захисту посівів сільськогосподарських культур не більше 300 найменувань.

Впровадження інтенсивних технологій збільшує пестицидне навантаження на агроценози с.-г. культур. Власне, під час вирощування кукурудзи пестицидне навантаження сягає 12–16 кг/га. Зокрема, погіршується якість вирощеної продукції, забруднюється ґрунт та знижується його біологічна активність, пригнічується корисна фауна ґрунту, виникають популяції шкідників, бур'янів, стійких до пестицидів тощо.

З метою захисту компонентів агроценозу кукурудзи від негативного впливу пестицидів

необхідно оцінювати ризики використання хімічних засобів захисту рослин, чітко дотримуватися рекомендацій щодо їх застосування, запроваджувати інтегровані та біологічні системи захисту. Потрібно також заборонити чи обмежити застосування пестицидів, які мають високий ступінь небезпечності (особливо пестицидів, які належать до 1 та 2 класу небезпечності), знизити норми внесення пестицидів, впроваджувати нові екологічно безпечні препарати нового покоління.

Наприклад, для регулювання чисельності шкідливих організмів у посівах кукурудзи рекомендується використовувати трихограму. Цей ентомофаг є основним засобом біологічного захисту від багатьох видів шкідників, а саме: листогризух та підгризаючих совок, лучного і стеблового (кукурудзяного) метеликів та інших лускокрилих шкідників. Випуск цього ентомофага не спричиняє забруднення навколишнього природного середовища і виробленої продукції, а впровадження біологічного методу захисту є найбільш радикальним способом до оздоровлення екологічної ситуації.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. United Nations Environment Programme World Health Organization Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/40351>
2. Saravi S.S.S., Dehpour A.R. Potential role of organochlorine pesticides in the pathogenesis of neurodevelopmental, neurodegenerative, and neurobehavioral disorders: A review. *Life Sciences*. 2016. Vol. 145. P. 255–264. DOI: 10.1016/j.lfs.2015.11.006
3. United States Department of Agriculture. URL: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/downloads?tabName=%20default%20>
4. De A., Bose R., Kumar A., Mozumdar S. Targeted delivery of pesticides using biodegradable polymeric nanoparticles. New Delhi: Springer, 2014. 99 p. DOI: 10.1007/978-81-322-1689-6
5. Worldwide pesticide usage and its impacts on ecosystem / A. Sharma et al. *SN Applied Sciences*. 2019. P. 1–16. DOI: 10.1007/s42452-019-1485-1
6. Державна служба статистики. URL: <https://ukrstat.gov.ua/>
7. Матусевич Г.Д. Екоотоксикологічне обґрунтування застосування сучасних пестицидів при вирощуванні ярих зернових культур за різних технологій в умовах Північного Лісостепу України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 03.00.16. Київ, 2004. 30 с.
8. Use of pesticides in agriculture: impacts on soil, plant and human health / Z.U.R. Farooqi et al. 2021. 26 p. DOI: 10.1201/9781003104957-3
9. Мазур В.А., Ткачук О.П., Яковець Л.А. Екологічна безпека зернової та зернобобової продукції. Вінниця: ВНАУ, 2020. 442 с.
10. Інформаційний бюлетень. URL: <https://consumer-cv.gov.ua/blog/2020/02/20/informatsijnyj-byuleten/>
11. Василенко Л.В. Ефективність застосування хімічних засобів захисту рослин у сільському господарстві. *Modern Economics*. 2018. № 11. С. 94–97. DOI: 10.31521/modecon.V11(2018)-06
12. Тохтарь К.І., Гаврилук Ю.В. Чи можливе безпечне використання пестицидів. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2020. Вип. 90. С. 76–85.
13. Швидь С.Ф., Швидь Л.М., Наталочка В.О., Ткаченко С.К. Динаміка залишкових концентрацій пестицидів у сільськогосподарській продукції в умовах Полтавської області. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2010. № 2. С. 28–32.
14. Дем'янюк О.С., Шацман Д.О. Агроекологічна та економічна оцінка застосування ґрунтових і страхових гербіцидів при вирощуванні кукурудзи на зерно в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Збалансоване природокористування*. 2019. № 2. С. 57–64.
15. Impact of glyphosate on soil microbial biomass and respiration: A meta-analysis / D.B. Nguyen et al. *Soil biology and biochemistry*. 2016. Vol. 92. P. 50–57. DOI: 10.1016/j.soilbio.2015.09.014
16. Interaction of chiral herbicides with soil microorganisms, algae and vascular plants / M.A.U. Asad et al. *Science of the total environment*. 2017. Vol. 580. P. 1287–1299. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.12.092
17. Лоханська В.Й. Вивчення забруднення агроценозів пестицидами. *Наукові доповіді НАУ*. 2008. 2 (10). С. 1–12. URL: <http://www.nbu.gov.ua/e-Journals/nd/2008-2/08lvioap.pdf>
18. Найдьонова О.Є. Динаміка чисельності мікрофлори і біохімічної активності чорнозему типового за застосування комплексу пестицидів. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2020. Вип. 90. С. 65–75.
19. The effect of some insecticides on soil microorganisms based on enzymatic and bacteriological analyses / M.N. Filimon et al. *Romanian biotechnological letters*. 2015. Vol. 20. No 3. P. 10439–10447.
20. Influence of pesticides on the growth rate and plant-growth promoting traits of *Gluconacetobacter diazotrophicus* / M. Madhaiyan et al. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 2006. Vol. 84. No 2. P. 143–154.
21. Goswami M.R., Pati U.K., Chowdhury A., Mukhopadhyay A. Studies on the effect of cypermethrin on soil microbial biomass and its activity in an alluvial soil. *Agricultural and Food Sciences*. 2013. P. 1–9.
22. Дем'янюк О.С., Шацман Д.О. Біологічна активність чорнозему типового за внесення гербіцидів у технології вирощування кукурудзи. *Агроекологічний журнал*. 2019. № 3. С. 93–99. DOI: 10.33730/2077-4893.3.2019.183479.
23. Miglani R., Bisht S.S. World of earthworms with pesticides and insecticides. *Interdisciplinary Toxicology*. 2019. Vol. 12(2). P. 71–82. DOI: 10.2478/intox-2019-0008
24. Вплив гербіцидів на чисельність і розвиток *Lumbricus terrestris* / С.О. Мазур та ін. *Збалансоване*

природокористування. 2023. № 2. С. 123–131. DOI: 10.33730/2310-4678.2.2023.282756

25. Influence of pesticides on the biological activity of light chestnut soils in South-East Kazakhstan / Z. Tukenova et al. Journal of water and land development. 2021. No 48. P. 141–147. DOI: 10.24425/jwld.2021.136157

26. Тараненко С.В. Вплив різних технологій вирощування кукурудзи на представників зооценозу ґрунту. Таврійський науковий вісник. 2015. Вип. 91. С. 79–85. URL: https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/91_2015/18.pdf

27. Тараненко С.В. Вплив різних технологій вирощування кукурудзи на ґрунтові мікроорганізми. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2015. № 4. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2015_4_16

28. Sanchez-Bayo F., Goka K. Impacts of pesticides on honey bees. Beekeeping and bee conservation. 2016. P. 78–97. DOI: 10.5772/62487

29. Understanding the effects of sublethal pesticide exposure on honey bees: a role for probiotics as mediators of environmental stress / J.A. Chmiel et al. Frontiers in ecology and evolution. 2020. Vol. 8. P. 1–19. DOI: 10.3389/fevo.2020.00022

30. Stuligross C., Williams N.M. Past insecticide exposure reduces bee reproduction and population growth rate. PNAS. Ecology. 2021. No 48. P. 1–6. DOI: 10.1073/pnas.2109909118.

31. ЄС обмежує пестициди, щоб урятувати бджіл. URL: https://www.bbc.com/ukrainian/news/2013/04/130429_eu_bees_pesticides_it

32. Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. URL: <https://mepr.gov.ua/upravlinnya-vidhodamy/derzhavnyj-reyestr-pestytsydiv-i-agrohimiaktiv-dozvolenyh-do-vykorystannya-v-ukrayini/>

33. International herbicide-resistant weed database. URL: <https://www.weedscience.org/Pages/crop.aspx>

34. High-depth resequencing reveals hybrid population and insecticide resistance characteristics of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) invading China / L. Zhang et al. Biorxiv. 2019. P. 1–23. DOI: 10.1101/813154

35. Aaron J. Gassmann. Resistance to Bt maize by western corn rootworm: effects of pest biology, the pest–crop interaction and the agricultural landscape on resistance. Insects. 2021. 12(2). 136 p. DOI: 10.3390/insects12020136

REFERENCES

1. United Nations Environment Programme World Health Organization Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available at: <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/40351>

2. Saravi, S.S.S., Dehpour, A.R. (2016). Potential role of organochlorine pesticides in the pathogenesis of neurodevelopmental, neurodegenerative, and neurobehavioral disorders: A review. Life Sciences. Vol. 145, pp. 255–264. DOI: 10.1016/j.lfs.2015.11.006

3. United States Department of Agriculture. Available at: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/>

[app/index.html#/app/downloads?tabName=%20default%20](https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/downloads?tabName=%20default%20)

4. De, A., Bose, R., Kumar, A., Mozumdar, S. (2014). Targeted delivery of pesticides using biodegradable polymeric nanoparticles. New Delhi, Springer, 99 p. DOI: 10.1007/978-81-322-1689-6

5. Sharma, A., Kumar, V., Shahzad, B., Tanveer, M., Sidhu, G.P.S., Handa, N., Kohli, S.K., Yadav, P., Bali, A.S., Parihar, R.D. (2019). Worldwide pesticide usage and its impacts on ecosystem. SN Applied Sciences. pp. 1–16. DOI: 10.1007/s42452-019-1485-1

6. Derzhavna sluzhba statistiki [State statistics service]. Available at: <https://ukrstat.gov.ua/>

7. Matusevich, G.D. (2004). Ekotoksikologichne obruntuvannya zastosuvannya suchasnih pesticidiv pri viroshhuvanni jarih zernovih kul'tur za riznih tehnologij v umovah Pivnichnogo Lisostepu Ukrai'ni: avtoref. kand. s.-g. nauk: 03.00.16 [Ecotoxicological justification of the use of modern pesticides in cultivating spring cereal crops under various technologies in the conditions of the northern Forest-Steppe of Ukraine: abstract of candidate of agricultural sciences]. Kyiv, 30 p.

8. Farooqi, Z.U.R., Kareem, A., Ayub, M.A., Hussain, M.M., Zeeshan, N., Shehzad, M.T. (2021). Use of pesticides in agriculture: impacts on soil, plant and human health. 26 p. DOI: 10.1201/9781003104957-3.

9. Mazur, V.A., Tkachuk, O.P., Jakovec, L.A. (2020). Ekologichna bezpeka zernovoi' ta zernobobovoi' produkci' [Environmental safety of grain and legume products]. Vinnytsia, VNAU, 442 p.

10. Informacijnij bjuleten [Information bulletin]. Available at: <https://consumer-cv.gov.ua/blog/2020/02/20/informatsijnyj-byuleten/>

11. Vasilenko, L.V. (2018). Efektivnist zastosuvannya himichnih zasobiv zahistu roslin u silskomu gospodarstvi [Efficiency of chemical plant protection agents application in agriculture]. Modern Economics. no. (11), pp. 94–97. DOI: 10.31521/modecon.V11(2018)-06

12. Tohtar, K.I., Gavriljuk, Ju.V. (2020). Chi mozhlive bezpechne vikoristannya pesticidiv [Is safe pesticide use possible?]. Agrohimiya i gruntoznavstvo [Agrochemistry and soil science]. Vol. 90, pp. 76–85.

13. Shvid, S.F., Shvid, L.M., Natalochka, V.O., Tkachenko, S.K. (2010). Dinamika zalishkovih koncentracij pesticidiv u silskogospodarskij produkci' v umovah Poltavskoi' oblasti [Dynamics of residual pesticide concentrations in agricultural products in the conditions of Poltava Region]. Visnik Poltavskoi' derzhavnoi' agrarnoi' akademii' [Bulletin of Poltava state agrarian]. no. (2), pp. 28–32.

14. Demjanjuk, O.S., Shacman, D.O. (2019). Agroekologichna ta ekonomichna ocinka zastosuvannya gruntovih i strahovih gerbicidiv pri viroshhuvanni kukurudzi na zerno v umovah Livoberezhnogo Lisostepu Ukrai'ni [Agroecological and economic assessment of soil and insurance herbicides application in grain maize cultivation in the Left-Bank Forest-Steppe conditions of Ukraine]. Zbalansovane prirodokoristuvannya [Balanced nature management]. no. (2), pp. 57–64.

15. Nguyen, D.B., Rose, M.T., Rose, T.J., Morris, S.G., Zwietaen, L. (2016). Impact of glyphosate on soil microbial biomass and respiration: A meta-

analysis. *Soil Biology and Biochemistry*. Vol. 92, pp. 50–57. DOI:10.1016/j.soilbio.2015.09.014

16. Asad, M.A.U., Lavoie, M., Song, H., Jin, Y., Fu, Z., Qian, H. (2017). Interaction of chiral herbicides with soil microorganisms, algae and vascular plants. *Science of the total environment*. Vol. 580, pp. 1287–1299. DOI:10.1016/j.scitotenv.2016.12.092

17. Lohanska, V.J. (2008). Vivchennja zabrudnennja agrocenoziv pesticidami [Study of pesticide contamination in agrocenoses]. *Naukovi dopovidi NAU [Scientific reports of the National agricultural university]*. Vol. 2 (10), pp. 1–12. Available at: <http://www.nbu.gov.ua/e-Journals/nd/2008-2/08lvioap.pdf>.

18. Najdonova, O.Je. (2020). Dinamika chisel'nosti mikroflori i biokhimičnoї aktivnosti chornozemu tipovogo za zastosuvannja kompleksu pesticidiv [Dynamics of microflora population and biochemical activity of typical chernozem under the application of pesticide complex]. *Agrohimiya i rruntoznastvo [Agrochemistry and Soil Science]*. Vol. 90, pp. 65–75.

19. Filimon, M.N., Voia, S.O., Popescu, R., Dumitrescu, G., Ciocina, L.P., Mituletu, M., Vlad, D.C. (2015). The effect of some insecticides on soil microorganisms based on enzymatic and bacteriological analyses. *Romanian Biotechnological Letters*. Vol. 20, no. (3), pp. 10439–10447.

20. Madhaiyan, M., Poonguzhali, S., Hari, K., Saravanan, V.S., Sa, T. (2006). Influence of pesticides on the growth rate and plant-growth promoting traits of *Gluconacetobacter diazotrophicus*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. Vol. 84, no. (2), pp. 143–154.

21. Goswami, M.R., Pati, U.K., Chowdhury, A., Mukhopadhyay, A. (2013). Studies on the effect of cypermethrin on soil microbial biomass and its activity in an alluvial soil. *Agricultural and Food Sciences*. pp. 1–9.

22. Demjanjuk, O.S., Shacman, D.O. (2019). Biologichna aktivnist' chornozemu tipovogo za vnesennja gerbicidiv u tehnologij' viroshhuvannja kukurudzi [Biological activity of typical chernozem under herbicide application in corn cultivation technologies]. *Agroekologichnij zhurnal [Agroecological journal]*. no. (3), pp. 93–99. DOI: 10.33730/2077-4893.3.2019.183479

23. Miglani, R., Bisht, S.S. (2019). World of earthworms with pesticides and insecticides. *Interdisciplinary Toxicology*. Vol. 12(2), pp. 71–82. DOI: 10.2478/intox-2019-0008

24. Mazur, S.O., Matusievich, G.D., Gorodiska, I.M., Buhtik, S.S., Mursjukajev, F.F. (2023). Vpliv gerbicidiv na chisel'nist' i rozvitok *Lumbricus terrestris* [Influence of herbicides on the population and development of *Lumbricus terrestris*]. *Zbalansovane prirodokoristuvannja [Balanced nature management]*. no. (2), pp. 123–131. DOI: 10.33730/2310-4678.2.2023.282756

25. Tukenova, Z., Mustafayev, M., Alimzhanova, M., Akylbekova, T., Ashimuly, K. (2021). Influence of pesticides on the biological activity of light chestnut soils in South-East Kazakhstan. *Journal of water and land development*. no. (48), pp. 141–147. DOI: 10.24425/jwld.2021.136157

26. Taranenko, S.V. (2015). Vpliv riznih tehnologij viroshhuvannja kukurudzi na predstavnikiv zoocenozu

gruntu [The impact of different corn cultivation technologies on soil zoocenosis representatives]. *Tavriskij naukovij visnik [Tavria scientific herald]*. Vol. 91, pp. 79–85. Available at: https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/91_2015/18.pdf

27. Taranenko, S.V. (2015). Vpliv riznih tehnologij viroshhuvannja kukurudzi na gruntovi mikroorganizmi [Influence of different corn cultivation technologies on soil microorganisms]. *Naukovi dopovidi Nacionalno-go universitetu bioresursiv i prirodokoristuvannja Ukrai'ni [Scientific reports of the National university of life and environmental sciences of Ukraine]*. no. (4). Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2015_4_16

28. Sanchez-Bayo, F., Goka, K. (2016). Impacts of pesticides on honey bees. *Beekeeping and bee conservation*. pp. 78–97. DOI: 10.5772/62487

29. Chmiel, J.A., Daisley, B.A., Pitek, A.P., Thompson, G.J., Reid, G. (2020). Understanding the effects of sublethal pesticide exposure on honey bees: a role for probiotics as mediators of environmental stress. *Frontiers in ecology and evolution*. Vol. 8, pp. 1–19. DOI: 10.3389/fevo.2020.00022

30. Stuligross, C., Williams, N.M. (2021). Past insecticide exposure reduces bee reproduction and population growth rate. *PNAS*. *Ecology*. no. (48), pp. 1–6. DOI: 10.1073/pnas.2109909118.

31. The EU restricts pesticides to save bees. Available at: https://www.bbc.com/ukrainian/news/2013/04/130429_eu_bees_pesticides_it

32. The state register of pesticides and agrochemicals approved for use in Ukraine. Available at: <https://mepr.gov.ua/upravlinnya-vidhodamy/derzhavnyj-reyestr-pestytsydiv-i-agrohimiaktiv-dozvolenyh-do-vykorystannya-v-ukrayini/>

33. International herbicide-resistant weed database. Available at: <https://www.weedscience.org/Pages/crop.aspx>

34. Zhang, L., Liu, B., Zheng, W., Liu, C., Zhang, D., Zhao, S., Xu, P., Withers, A., Jones, C.M., Smith, J.A., Chipabika, G. (2019). High-depth resequencing reveals hybrid population and insecticide resistance characteristics of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) invading China. *Biorxiv*, pp. 1–23. DOI: 10.1101/813154

35. Aaron, J.G. (2021). Resistance to Bt maize by western corn rootworm: effects of pest biology, the pest–crop interaction and the agricultural landscape on resistance. *Insects*. no. 12(2), 136 p. DOI: 10.3390/insects12020136

Ecological problems of modern corn protection systems against harmful organisms in Ukraine: review

Glukhovets D., Matusievich G.

Maize remains one of the few grain crops that in terms of marginality and cultivation volumes in agribusiness is not inferior to traditional field crops. This agricultural crop currently also provides a fairly significant share of foreign exchange earnings from the export of agricultural products and remains highly profitable in the farms in compliance with cultivation technologies.

Modern grain cultivation technologies involve the extensive use of chemical plant protection agents

against pests, diseases, and weeds. The application of pesticides in grain crops is a crucial factor guaranteeing improved quality of crop products and high yields of agricultural crops. In this regard there are high demands on pesticides themselves. They must ensure biological effectiveness with minimal consumption rates, be as environmentally friendly as possible, including showing no harmful effects on soil, plants, and other beneficial organisms, and have low persistence in the natural environment.

Therefore, scientific research related to the chemical plant protection ecologization against harmful organisms and reducing the impact of pesticides on the natural environment are quite relevant.

Based on researched foreign literature information on the use of pesticides in the world has been summarized. Data on the use of plant protection products in Ukraine are presented.

The article outlines the main adverse consequences of widespread pesticide use in maize chemical protection, namely phytotoxic effects on plants, negative impact on beneficial entomofauna, soil microbiome, resistance manifestation, and accumulation of pesticide residues in plants and soil.

Key words: corn, pesticides, chemical pollution, biological diversity, soil microbiological activity, resistance.



Copyright: Глуховець Д.В., Матусевич Г.Д. © 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:

Глуховець Д.В.

Матусевич Г.Д.

<https://orcid.org/0009-0009-1973-485X>

<https://orcid.org/0009-0008-6513-5287>

УДК 630*15: 639.1](477.46)

Особливості впровадження біотехнічних заходів в мисливських угіддях Черкаської областіКлючка С.І. , Чемерис І.А. 

Черкаський державний технологічний університет



Ключка С.І., Чемерис І.А. Особливості впровадження біотехнічних заходів в мисливських угіддях Черкаської області. «Агробіологія», 2024. № 1. С. 52–61.

Klyuchka S., Chemeris I. Implementation features of biotechnical measures in hunting lands of Cherkasy region. «Agrobiology», 2024. no. 1, pp. 52–61.

Рукопис отримано: 15.02.2024 р.

Прийнято: 01.03.2024 р.

Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-52-61

У початковий період існування людство сприймало полювання як необхідний елемент для виживання, вбачаючи його як екзистенціальну необхідність. Проте в сучасному світі цивілізаційні трансформації перетворили природу цієї діяльності у джерело естетичного задоволення в природному середовищі. В роботі досліджено та обґрунтовано оптимальну чисельність та щільність основних видів мисливських тварин, що мешкають в лісових угіддях Черкаської області. Висвітлено особливості впровадження біотехнічних заходів у цьому контексті. Дослідження здійснювали польовими та камеральними методами за загальноприйнятою методикою. Об'єктом вивчення слугували території відведені під мисливські угіддя та популяції тварин, які знаходять в межах філії «Звенигородське лісове господарство». Охарактеризовано клімато-географічні умови Черкаської області, що є сприятливими для проживання значної кількості мисливських видів тварин. Таке поширення пояснюється природною зональністю території, в цьому випадку, зоною Лісостепу. Для Черкащини характерні типові представники як лісової, так і степової фауни: лось (*Alces alces*, L.), козуля (*Capreolus capreolus*, L.), кабан (*Sus scrofa*, L.), олень плямистий (*Cervus nippon*, L.), благородний (*Cervus elaphus*, L.), заєць (*Lepus europaeus*, L.), лисиця (*Vulpes vulpes*, L.), борсук (*Meles meles*, L.), бобер (*Castor fiber*, L.), видра (*Lutra lutra*, L.), ондатра (*Ondatra zibethicus*, L.) тощо. Також можна зустріти степових, водоплавних та болотяних птахів. Встановлено, що оптимальна чисельність основних видів мисливських тварин в угіддях мисливського господарства філії «Звенигородське лісове господарство» залежно від середнього класу бонітету наступна (кількість голів): олень плямистий – 11, козуля – 58, кабан – 12, заєць – 155, куріпка – 155. Територія мисливського господарства охоплює частину лісового масиву з галявинами та лісовими болотами, а також орні землі, луки, серед яких розташовані болота і водойми. Бонітуванню піддавали лише площі угідь, які є характерними для певних видів мисливської фауни в різних стадіях їх перебування. Мисливські угіддя філії «Звенигородське лісове господарство» можна вважати повністю придатними для ведення мисливського господарства з урахуванням чисельності козулі, кабана, зайця-русака та водно-болотної дичини. Важливим аспектом слугують біотехнічні заходи для збереження та відтворення ресурсів мисливських тварин на вже досягнутому рівні.

Ключові слова: мисливські види тварин, природне середовище, лісова фауна, популяція, оптимальна чисельність видів, біотехнічні заходи.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Представники тваринного світу є важливим елементом біосфери й мають різноманітне значення в життєвій та господарській діяльності людини. Аналізуючи філогенез людства, можна констатувати, що на початко-

вому етапі існування людина розглядала полювання як безумовний аспект виживання, і в цьому значенні воно розцінювалось як екзистенціальна необхідність. Однак у сучасному світі цивілізаційні зміни вплинули на сутність цього виду діяльності, перетворюючи його

у джерело естетичного задоволення в природному оточенні. Загальновідомо, що мисливство сприяє інтегрованому розвитку особистості, покращує фізичні якості та здійснює вплив на інтелектуально-емоційний аспект людського світосприйняття, сприяючи розвитку таких властивостей як спостережливість та витривалість. Водночас, важливим аспектом є дотримання науково обґрунтованих норм та контролювання чисельності мисливської фауни, що сприяє збереженню екосистеми.

Щодо вивчення проблем та особливостей організації мисливського господарства, зокрема біотехнічних заходів, приділяли значну увагу такі дослідники як В.Д. Бондаренко, М.М. Гром, І.В. Делеган, В.А. Татаринів, В.І. Бачинський, О.С. Бородкіна, І.В. Козаченко та ін. [1, 2, 3, 5].

Науковці В.П. Власюк, О.В. Догонова, О.Є. Поліщук, І.П. Шмат висвітлюють питання стосовно особливостей формування популяції зайця сірого, зокрема, проблеми біотопічного розподілу за сезонними періодами, живлення та переміщення особин вказаного виду, динаміку системи хижак–жертва цієї популяції, розташування мисливських угідь, їх вплив на кількісні показники та рекомендації щодо біотехнічних заходів з метою врегулювання оптимальної чисельності тварин [7–13].

Застосування біотехнічних заходів для підвищення продуктивності угідь має важливе значення в господарській діяльності. Антропогенний вплив може бути скерований в напрямку оптимізації існування тваринного світу та їхнього місця проживання. Введення наукових досліджень та практичного досвіду в управління мисливським господарством може привести до значного покращення продуктивності угідь, сприяючи максимальній щільності тварин в конкретному середовищі. Це може бути досягнуто завдяки впровадженню наукових відкриттів у сфері мисливського господарювання, використанню сучасних технологій та методів для контролювання і управління популяціями. Забезпечення оптимальних умов для розвитку та розмноження тварин, а також збереження природного середовища, в якому вони проживають, є важливими аспектами цього підходу. Впроваджуючи біотехнічні заходи, можна скоректувати кількість диких видів тварин в бік їх збільшення та покращити продуктивність угідь. Значну увагу варто приділяти підгодівлі у зимовий період, коли є загроза недостатньої кількості кормів, а також виникає небезпека для їх існування, поява хвороб та захист від них [16]. Ефективне проведення біотехнічних заходів з налагодженою системою безпеки

сприяє зростанню популяції наявних тварин у господарстві, а також є засобом повернення їх із сусідніх господарств [17]. Зокрема детального розгляду потребують дослідження чисельності мисливських видів, особливостей ведення та впровадження біотехнічних заходів на території Черкаської області, зокрема філії «Звенигородське лісове господарство».

Мета дослідження – обґрунтування оптимальної чисельності й щільності основних видів мисливських тварин в лісових угіддях Черкаської області та висвітлення особливостей впровадження біотехнічних заходів.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження здійснювали польовими і камеральними методами щодо визначення оптимальної чисельності та щільності мисливських видів тварин в лісових угіддях за загальноприйнятою методикою. Об'єктом вивчення слугували території відведені під мисливські угіддя та популяції тварин, які знаходять в межах філії «Звенигородське лісове господарство».

Результати дослідження та обговорення. Клімато-географічне розташування Черкаської області сприяє успішному формуванню біорізноманіття лісової теріофауни та створенню сприятливих умов для розвитку різноманітних екосистем. Це ідеальні умови для розповсюдження різноманітних видів мисливської фауни. Розподіл цих тварин визначається природною зональністю території, в даному випадку це зона Лісостепу. На Черкащині можна зустріти різноманітні види тварин як лісової, так і степової фауни. До представників лісової фауни належать лось (*Alces alces*, L.), козуля (*Capreolus capreolus*, L.), кабан (*Sus scrofa*, L.), олень плямистий (*Cervus nippon*, L.), благородний (*Cervus elaphus*, L.), заєць (*Lepus europaeus*, L.), лисиця (*Vulpes vulpes*, L), борсук (*Meles meles*, L), бобр (*Castor fiber*, L.), видра (*Lutra lutra*, L.), ондатра (*Ondatra zibethicus*, L.) та інші. Крім того, можна спостерігати наявність степових, водоплавних та болотяних птахів, що робить Черкащину важливим регіоном для збереження різноманіття природи та забезпечення екологічно збалансованих умов для розвитку різних видів екосистем.

Біорізноманіття фауни та ландшафтно-кліматичні умови мають важливе значення у розвитку мисливського господарства та збільшенні чисельності диких тварин. Створені умови для обліку кількості тварин і птахів, які є об'єктами полювання, також мають позитивний вплив на цей процес. Відповідно до чинних нормативно-правових актів, таксацію проводять двічі на рік – у січні–лютому для копитних тварин і хутрових звірів та в серпні для перна-

тої дичини. Особливу увагу приділяють обліку відстріляної дичини, зокрема неліцензійних видів, таких як птахи і зайці. Цей підхід сприяє ефективному веденню мисливського господарства, забезпечуючи контроль за чисельністю та раціональним використанням дикої фауни. До загальної площі мисливських угідь по Черкаській області, відведених у користування, належить 1 млн 604 тис. га, з яких [8]:

- 36,1 тис. га (2 %) – державні лісгосподарські підприємства;
- 694,1 тис. га (43 %) – мисливські господарства УТМР;
- 873,7 тис. га (55 %) – інші користувачі.

Загалом, основним завданням мисливського господарства області є акцентування уваги на комплексному впровадженні сучасних біотехнічних заходів. Це включає підтримання стійкої чисельності диких тварин через розведення та поліпшення охоронних заходів для мисливських угідь. Крім того, вектор такої роботи спрямований на підвищення рівня культури полювання. Історія сучасних біотехнічних заходів розпочинається з 30-х років 20 століття. Зазначені заходи передбачають різноманітні технічні методи та господарські прийоми, що спрямовані на збереження мисливських тварин і підвищення їхньої популяційної продуктивності [9].

До біотехнічних заходів відносять такі види діяльності як:

- розширення популяції мисливських тварин на території господарства, ці заходи включають зменшення кількості хижаків та захист від різних захворювань;

- скеровані на покращення їх продуктивних властивостей [9].

Комплекс біотехнічних заходів спрямований на збільшення щільності населення мисливськими тваринами на угіддях, з метою досягнення результату за дотримання умов їх охорони. Відповідальність за належний стан та ефективне використання цих територій покладається на їхніх користувачів.

У Черкаській області площа мисливських угідь, які належать державним лісгосподарським підприємствам, становить 36,1 тис. га. Ці державні мисливські угіддя розташовані на території відповідних лісгосподарських підприємств в області [8]:

- мисливські угіддя Звенигородського лісгоспу представлені в складі мисливського господарства «Пехівська дача». Це господарство розташоване у Звенигородському районі в межах сіл Ризине, Чемериське, Кобеляки та Веселий кут. Загальна площа цього мисливського угіддя становить 4,6 тис. га;

- мисливські угіддя Смілянського лісгоспу охоплюють загальну площу 12 тис. га і представлені мисливським господарством «Володимирівська дача». Крім того, вони також включають угіддя, розташовані на території Смілянського та Будянського лісництв;

- угіддя Уманського лісгоспу розташовані в Уманському районі, обслуговуються Юрківським лісництвом. Загальна площа мисливського господарства «Шелест» становить 3,7 тис. га.;

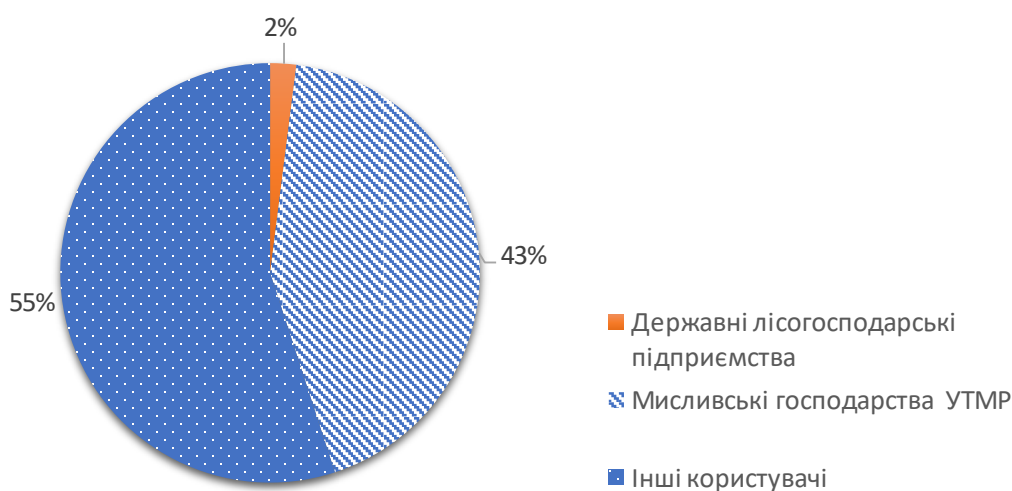


Рис. 1. Загальна площа мисливських угідь по Черкаській області, відведених у користування [8].

– мисливські угіддя Черкаського лісгоспу знаходяться в одному з найвідоміших пристепо-пових борів – Черкаському, який є найбільшим в Україні сосновим масивом природного походження. Загальна площа господарства становить 17,9 тис. га. [8].

Мисливствознавці та егері лісгоспів постійно вживають заходів для створення належних умов для примноження і збереження дикої фауни. Водночас значну увагу приділяють створенню комфортних умов для відпочинку та облаштуванню територій мисливських угідь. З метою реалізації цих завдань виокремлено три основні аспекти, які враховують за переходу на вищий рівень розвитку мисливського господарства:

– екологічний, орієнтований на забезпечення сталості біологічної різноманітності і раціональне використання природних ресурсів для збереження їх невичерпності;

– економічний, орієнтований на досягнення максимально можливого економічного ефекту в управлінні мисливським господарством;

– соціальний, спрямований на забезпечення доступності полювання для всіх громадян.

Щільне населення деяких видів мисливської фауни в господарстві, як відомо, справляє суттєвий негативний вплив на лісові насадження та сільськогосподарські культури. Внаслідок цього мисливське господарство входить у конфлікт з лісовим та сільським господарствами. З метою уникнення таких ситуацій та мінімізації збитків, завданих тваринами, встановлюється так звана придержка або оптимальна щільність певного виду тварин.

Для кожного класу бонітету, який вказує на рівень придатності певної території для проживання мисливської фауни, встановлюється конкретна чисельність виду на одиницю площі. Оптимальною вважається найвища щільність звірів чи птахів в угіддях з відповідним бонітетом, за якої повністю реалізуються характеристики цих угідь, але при цьому не виснажуються кормові ресурси і не спостерігається жодних негативних виявів серед тварин. Також важливо, щоб тварини не завдавали значної шкоди сільському і лісовому господарствам.

Досягнення оптимальної чисельності тварин є ключовим завданням для господарства. Перевищення оптимального рівня може призвести до виснаження кормової бази, що спричинює загибель та міграцію тварин. Господарсько-допустима щільність мисливських тварин на 1000 га угідь може бути перевищена за впровадження мисливсько-господарських і біотехнічних заходів. Однак важливо враховувати, що в разі припинення підгодівлі диких тва-

рин може бути завдана значна шкода лісовому та мисливському господарству. Загальна оптимальна чисельність диких тварин конкретного виду визначається за допомогою розрахунку середнього бонітету для цього виду. На основі розрахованого середнього бонітету встановлюють оптимальну щільність для цього виду на 1000 га мисливських угідь для відповідної лісомисливської області (Щ). Цей показник потім множать на площу, властиву цьому виду (S), для якої здійснюють обчислення за визначеною формулою:

$$Ч_{заг} = Щ \times S, \quad (1)$$

де $Ч_{заг}$ (чисельність загальна) – це загальна оптимальна чисельність одного з визначених мисливських видів диких тварин на території господарства, виражена в кількості голів;

Щ – це оптимальна щільність виду, що визначає оптимальну чисельність мисливських тварин, розраховану на 1000 га мисливських угідь;

S – це площа, для якої визначається загальна оптимальна чисельність мисливського виду, виражена в тисячах гектарів (тис. га).

У представленій нижче таблиці 1 міститься інформація про площі угідь, які придатні для проживання мисливських тварин, оптимальну щільність та загальну оптимальну чисельність основних видів мисливських тварин в угіддях мисливського господарства філії «Звенигородське лісове господарство» [12].

Територія мисливського господарства включає частину лісового масиву з галявинами та лісовими болотами, а також орні землі, луки, серед яких розташовані болота і водойми. Бонітуванню піддавали лише площі угідь, які є характерними для певних видів мисливської фауни в різних стаціях їхнього перебування. У таблиці 2 наведено розподіл площі мисливських угідь за категоріями цінності для основних видів мисливських тварин.

Для оленя плямистого характерні лісові угіддя з площею понад 100 га та прилеглі до них смуги нелісових угідь завширшки до 500 м. В таблиці 2 наведено площу та структуру стацій перебування оленя плямистого. Майже половина мисливських угідь характеризуються добрими та середніми захисними й кормовими властивостями, що дає можливість за проведення біотехнічних заходів створити умови для утримання стабільної популяції цього виду.

Наприкінці 2019 року в мисливському господарстві Пехівського лісництва, у кварталі 42, введено в експлуатацію вольєр площею 21 га, призначений для утримання та розведення оленя плямистого. Станом на серпень 2020 р. в об'єкті нараховувалось 15 особин цього виду.

Тварини успішно пристосувалися до місцевих умов і мали потомство. Зведений вольєр споруджено з метою підвищення видового різноманіття та збільшення чисельності мисливських тварин, щоб наповнити мисливські угіддя перед наближенням сезону полювання [12].

Для козулі європейської характерне використання основної частини угідь, які відзначаються II та III класом бонітету. Ці угіддя вирізняються високими та середніми захисними і кормовими характеристиками (табл. 2). На сьогодні в господарстві сформована популяція козулі, її чисельність перевищує оптимальний рівень, що дозволяє вести ефективну експлуатацію цього виду.

Угіддя, призначені для полювання на кабана, в більшості мають IV клас бонітету, що вказує на погані захисні та кормові властивості цих територій. Кабан є пластичним видом, і його чисельність тісно пов'язана з господарською діяльністю. Внаслідок впровадження біотехнічних та мисливсько-господарських заходів, таких як підгодівля, формування кормових

реміз тощо, фактична щільність кабана може перевищувати оптимальний рівень. Впродовж 2014–2020 рр. в Україні були зафіксовані випадки спалахів африканської чуми кабанів. Ця хвороба може виникати у будь-який період року та швидко поширюватися за високої чисельності тварин.

На мисливських угіддях в Пехівському лісництві, в кварталі 56, споруджений вольєр для розведення кабана дикого, площа якого становить 3,5 га. Метою облаштування вольєра є наповнення мисливських угідь перед настанням сезону полювання. Такий тип ведення господарства має численні переваги порівняно із розведенням в природних умовах, зокрема контроль над чисельністю, статевим співвідношенням популяції, санітарними умовами, ветеринарними заходами, селекцією, протидією браконьєрству та захист від хижаків. За зимовим обліком 2020 р. встановлено, що чисельність кабанів у господарстві дозволяє проводити ефективну експлуатацію виду.

Таблиця 1 – Площі стацій перебування, оптимальна щільність та оптимальна чисельність основних видів мисливських тварин в угіддях мисливського господарства філії «Звенигородське лісове господарство» залежно від середнього класу бонітету [12] станом на 2021–2022 рр.

Вид тварин	Розрахований середній клас бонітету, з урахуванням чинників	Оптимальна щільність, гол./1000 га	Площа, для якої визначається оптимальна чисельність, га	Оптимальна чисельність, гол.	Мінімальна щільність за якої дозволяється полювання	Мінімальна чисельність за якої дозволяється полювання, гол.
Олень плямистий	3,3	4,5	2,4	11	3,6	9
Козуля	2,9	23	2,5	58	15	38
Кабан	3,4	4,8	2,5	12	4,0	10
Заєць	2,9	37	4,2	155	20	84
Куріпка	2,5	50	2,9	145	30	87

Таблиця 2 – Розподіл площі мисливських угідь філії «Звенигородське лісове господарство» по категоріях цінності для основних видів мисливської фауни [12] станом на 2021–2022 рр.

Вид мисливської фауни	Площа, га	Розподіл площі угідь по категоріях цінності, %					Розрахований середній бонітет
		I	II	III	IV	V	
Олень плямистий	2350,0	0	24,33	22,31	53,36	0	3,29
Козуля	2460,0	6,82	25,62	35,21	32,35	0	2,93
Кабан	2460,0	6,82	3,39	19,65	70,14	0	3,53
Заєць-русак	4230,0	13,13	52,23	13,93	20,71	0	2,42
Куріпка сіра	2897,4	13,67	72,24	9,57	4,52	0	2,05

Для зайця-русака характерні передусім відкриті угіддя, такі як польові, дрібноконтурні ділянки лісу та смуги до 500 м у глиб лісу від узлісся. Структуру та площу місць його перебування представлено у таблиці 2. Більше половини мисливських угідь характеризуються високими захисними та кормовими властивостями. Застосування певних видів обробітку сільськогосподарських земель може негативно впливати на умови проживання зайця-русака та, водночас, знижувати бонітет, особливо на орних землях. Обліки популяції зайця-русака не проводили у 2018 та 2019 рр., тому неможливо оцінити стан популяції на момент опрацювання матеріалу.

Місця локації куріпки сірої відзначаються високими захисними та кормовими властивостями (табл. 2). Однак вплив сівозмін та особливостей обробки сільськогосподарських земель негативно впливає на умови проживання цього виду, що не залежить від якісної оцінки угідь за іншими ознаками, і знижує бонітет, особливо на орних землях. В господарстві не ведеться експлуатація цього виду, ймовірно, через негативний вплив сільськогосподарської діяльності на середовище проживання куріпки сірої.

Водно-болотні угіддя філії «Звенигородське лісове господарство» охоплюють площу 39,1 га. Мисливські заходи на водно-болотну дичину в господарстві рекомендується проводити під час міграційного періоду, оскільки місцева качка, здебільшого, не представляє достатньої кількості для організації полювання. Мігруючих птахів, зокрема качок, визначають за допомогою облікових робіт. На підставі цих даних, Міністерство агрополітики України встановлює стратегію полювання на певний календарний період у вигляді наказу «Про норми відстрілу пернатой дичини на сезон полювання на одного мисливця».

Угіддя для мисливського користування філії «Звенигородське лісове господарство» можна віднести до продуктивних для ведення господарської діяльності щодо копитних тварин, таких як козуля та кабан. З урахуванням природних особливостей та біотопів на цих угіддях, їхньої площі та структури, вони можуть становити сприятливе середовище для розведення та утримання цих видів мисливської дичини. Продуктивність угідь визначається чисельністю та станом популяції копитних тварин, а також різноманіттям їхніх живильних ресурсів. У випадку належного управління та збереження біорізноманіття, угіддя можуть стати ефективною базою для господарської діяльності з копитними видами.

Для досягнення цієї мети в мисливських господарствах регулярно впроваджують заходи щодо розширення інфраструктури. Кожного року облаштовують нові мисливські комплекси, а також проводять реконструкцію вже наявних, забезпечуючи більше пунктів зупинок для мисливців та інші необхідні поліпшення.

На мисливських територіях Черкащини щорічно, у другій половині липня, здійснюють облік чисельності пернатой дичини. Цю таксацію проводять з метою забезпечення об'єктивного контролю та координації діяльності мисливських господарств щодо охорони, використання і відтворення мисливських видів тварин. Усі ці заходи здійснюють відповідно до вимог Законів України «Про мисливське господарство та полювання», «Про тваринний світ», а також розпорядження Черкаської облдержадміністрації від 19.04.2018 № 234 «Про окремі питання використання і відтворення мисливських тварин в угіддях області» [8].

Обрахування кількості дикої фауни проводять спільно користувачі мисливських угідь, представники держлісгоспів, Управління екології та природних ресурсів ЧОДА, а також Головного управління Держпродспоживслужби в Черкаській області. На заключному етапі виконують розрахунок пропускнуої спроможності мисливських угідь, тобто кількості мисливців, яких може прийняти на полювання кожне мисливське господарство впродовж сезону та у кожен день полювання. Також визначають терміни полювання на пернату дичину. Зимовий облік чисельності диких парнокопитних та хутрових мисливських тварин в лісах Черкащини розпочинають в середині зими й охоплює період з другої половини січня до початку лютого, що є обов'язковим для всіх користувачів мисливських угідь.

Згадані щорічні заходи проводять з метою докладної фіксації інформації щодо чисельності мисливської фауни. Це сприяє об'єктивному контролю та обліку всіх господарських операцій, пов'язаних із використанням та відтворенням мисливських тварин на території угідь. Для виконання визначених завдань використовують традиційні методи обліку тварин, такі як спостереження на підгодівельних майданчиках, шумовий прогін, а також підрахунок слідів на сніговому покриві. Таксацію проводять за участю працівників державних лісових господарств, представників Держпродспоживслужби, а також управління екології та природних ресурсів Черкаської обласної державної адміністрації. Після завершення робіт отримані результати обліку піддають аналізу та узагальненню з метою визначення

динаміки чисельності популяції мисливських тварин. Це необхідно для планування лімітів їх використання, встановлення норм добування та оцінки пропускної спроможності мисливських угідь.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Мисливські угіддя філії «Звенигородське лісове господарство» можна вважати повністю придатними для ведення мисливського господарства з урахуванням чисельності козулі, кабана, зайця-русака та водно-болотної дичини. Увага акцентується на біотехнічних заходах для збереження та відтворення ресурсів мисливських тварин на вже досягнутому рівні. Розподіл площі мисливських угідь філії «Звенигородське лісове господарство» по категоріях цінності для основних видів мисливської фауни становить: олень плямистий – 2350,0 га, козуля – 2460,0 га, кабан – 2460,0 га, заєць-русак – 4230,0 га, куріпка сіра – 2897,4 га. Розрахований середній бонітет, яких відповідно становить 3,29; 2,93; 3,53; 2,42; 2,05, що вказує на задовільні захисні та кормові властивості цих територій. Особливо доречною є вчасна й правильна організація біотехнічних заходів для забезпечення максимальної охорони мисливських ресурсів. Умови для ведення мисливського господарства встановлені таким чином, що сприяють збереженню та підтриманню чисельності козулі, кабана, зайця-русака та водно-болотної дичини. Забезпечується належна кормова база та викладка, що є важливою частиною ефективного мисливського господарства.

Для забезпечення відповідних вимог до ведення господарства та примноження мисливської фауни рекомендується: під час складання плану експлуатації для відповідного виду мисливських тварин необхідно виокремити конкретний вектор подальшого розвитку господарства. Це може бути пов'язано з підтримкою існуючої чисельності, досягненням подальшого зростання або, навпаки, скороченням популяції. Врахування цих аспектів дозволяє належно управляти ресурсами та підтримувати екологічний баланс. Завдання управління господарством щодо козулі включає ефективну боротьбу з вовками, лисицями та бродячими собаками, які завдають значних втрат молодняку. Стримання росту чисельності козулі стає можливим після перевищення щільності в 50 особин на 1000 га. З цією метою, здебільшого, впливають на статевий склад популяції, здійснюючи підвищений відстріл самок до досягнення співвідношення статей 1:1. Дикі кабани – гнучкий вид, і кількість їх популяції залежить від господарської діяльності. Внаслідок

застосування біотехнічних та мисливсько-господарських заходів, таких як підгодівля та створення кормових реміз, фактична щільність кабана може перевищувати оптимальний рівень. Зі збільшенням цих показників до 5 голів на 1000 га та вище може виникати загроза інфекційних захворювань, таких як чума свиней. В господарстві наявний вольєр, спеціально призначений для розведення кабанів. Використання вольєрного господарства має низку переваг порівняно з вільним розведенням, зокрема, щодо контролю над чисельністю, статевою структурою стада, санітарії, ветеринарії, селекції, боротьби з браконьєрством та хижаками. Популяції зайця-русака характеризуються високим репродуктивним потенціалом. До основних чинників, які справляють негативний вплив на динаміку їх чисельності, включають надмірне локальне вилучення під час полювання, проблеми з браконьєрством та присутність хижаків і бродячих собак на мисливських територіях.

Під час проведення обліків мисливських видів тварин на мисливських угіддях доцільно використовувати метод шумового прогону, який вважається найбільш прийнятним та відносно точним для Лісостепової зони України. Важливо враховувати, що метод шумового прогону для виявлення чисельності мисливських видів є особливо ефективним під час проведення облікових робіт взимку, зокрема в січні та лютому. У цей період відсутність листяного покриву на чагарниках і деревах сприяє надійному огляду всієї площини облікових майданчиків. Це дозволяє забезпечити більш точний та комплексний облік мисливських тварин, використовуючи звукові сигнали для їх виявлення та реєстрації. Шумовий прогін має бути проведений одночасно, охоплюючи всі необхідні території мисливського господарства.

Отже, головним завданням є й надалі удосконалювати підходи управління мисливським господарством за допомогою сучасних біотехнічних методів та забезпечувати належні умови лісової теріо- та орнітофауни Черкащини.

Негативний вплив військових дій відчула й мисливська галузь. Наразі в країні введено тимчасову заборону на полювання на пернату дичину, яка буде діяти до закінчення воєнного стану. Існують різноманітні погляди щодо можливості здійснення полювання в умовах воєнного конфлікту. Впродовж цього періоду спостерігається значне зростання чисельності диких тварин на відносно спокійних територіях. Це зумовлено не лише заборонаю на полювання, а також міграцією диких тварин з регіонів, які охоплені бойовими діями, до більш безпечних зон. Безконтрольне розмно-

ження таких хижаків як червона лисиця, створює загрозу для сільського населення не лише через полювання на домашню птицю. Червона лисиця є основним переносником небезпечної хвороби сказу, тому в ряді областей приймають рішення щодо можливих заходів для збалансування чисельності цього виду.

Перспективи наступних дослідницьких проєктів вбачаємо в розробці положень експлуатаційних заходів мисливських угідь на території Лісостепової зони.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гром М.М. Упорядкування мисливських угідь: навч. посіб. Львів: Вид-во УкрДЛТУ, 2003. 106 с.
2. Гром М.М. Лісовпорядкування: навч. посібник. Львів: НЛТУ України, 2013. 264 с.
3. Бачинський В.І., Бабин І.М., Бачинський В.В. Особливості обліку та розподілу загальновиробничих втрат підприємств сфери послуг. Вісник ЖДТУ. Економічні науки. Житомир, 2010. № 3 (53). С. 28–31.
4. Бондаренко В.Д. Біотехнія: навч. посіб. Львів: Престиж інформ, 2002. Ч. 2. 352 с.
5. Настанова з упорядкування мисливських угідь / упоряд. та голов. ред. М.В. Шадура. Київ: Вид-во Держкомлісгосп України, 2002. 114 с.
6. Козаченко І.В., Поліщук В.В., Балабак А.Ф. Особливості фауни та характеристика мисливських угідь на прикладі державного підприємства «Уманське лісове господарство». Науковий вісник НЛТУ України. Львів, 2016. Вип. 26.8. С. 96–102.
7. Євтушевський М.Н. Мисливські тварини України на волі та в вольєрах. Черкаси: Вертикаль, видавець Кандич С.Г., 2012. 376 с.
8. Догонова О.В. Заєць сірий: сучасний стан та заходи з покращення умов проживання виду у ТОВ «Вепр-СК»: кваліфікаційна робота: спец. 205 «Лісове господарство». Житомир, 2022. 41 с. URL: <http://ir.polissiauniver.edu.ua/handle/123456789/13188>.
9. Власюк В.П., Догонова О.В., Шмат І.П. Заходи щодо зниження чинника неспокою у мисливських угіддях. Лісові екосистеми: сучасні проблеми і перспективи досліджень-2022: матеріали I Всеукраїнської науково-практичної конференції. Житомир, 2022. С. 14–15.
10. Власюк В.П. Динаміка чисельності зайця сірого (*Lepus europaeus* Pall.) в умовах Лісостепової зони Житомирщини в осінній період. Наук. вісн. нац. лісотех. ун-ту України. 2015. Вип. 25.2. С. 42–47.
11. Власюк В.П., Шмат І.П., Догонова О.В. Роль узлісся як середовища проживання мисливських тварин. Лісівнича освіта і наука: стан, проблеми та перспективи розвитку: матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції. Малин, 2022. С. 53–54.
12. Догонова О.В. Встановлення впливу факторів на якість мисливських угідь для зайця сірого в умовах ТОВ «ВЕПР-СК». Особливості зимової

підгодівлі козулі європейської у мисливських угіддях. Проблеми ведення та експлуатації лісових і мисливських ресурсів: матеріали III Всеукраїнської наук.-практ. конф. присвяченої пам'яті професора А.І. Гузія, 12 жовтня 2022 р.: збірник тез повідомлень. Житомир, 2022. С. 24–25.

13. Власюк В.П., Поліщук О.Є. Видовий склад кормів зайця сірого у зимовий період в умовах Житомирського Полісся. Contribution of young scientists on forestry, wood processing technologies and horticulture: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених. Київ, 2017. 13 с.

14. Власюк В.П. Просторово-типологічна організація населення зайця сірого (*Lepus europaeus* Pall.) в умовах Житомирщини та вплив факторів середовища на її формування: дис. ... канд. с.-г. наук: 06.03.03. Житомир, 2012. 184 с.

15. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України з питань мисливського господарства, полювання та рибальства, охорони, використання та відтворення тваринного світу: Закон України від 21.01.2010 № 1827-VI. Відомості Верховної Ради України. 2010. № 10. Ст. 108.

16. Черкаське обласне управління лісового та мисливського господарства. Мисливство. URL: https://lis-ck.gov.ua/?page_id=168.

17. Біотехнічні заходи в мисливському господарстві – мисливський туризм. URL: <https://jak.koshachek.com/articles/biotechnichni-zahodi-v-mislivskomu-gospodarstvi.html>.

18. Ковбенко О.А. Довідник мисливця. Харків, 2008. С. 253–257.

19. Проєкт організації та розвитку лісового господарства Державного підприємства «Звенигородське лісове господарство» Черкаського обласного управління лісового та мисливського господарства. Державне агентство лісових ресурсів України, Українське державне проєктне лісовпорядне виробниче об'єднання, Українська лісовпорядна експедиція. Ірпінь, 2019. 244 с.

20. Григор'єв О.Я., Гноєвий І.В. Довідник з гідів тварин в умовах штучно створеного середовища. Харків, 2020. 212 с.

21. Євтушевський М.Н. Плямистий олень в Україні та за її межами. Київ: Видавничий дім «ЕКО-інформ», 2009. 192 с.

REFERENCES

1. Hrom, M.M. (2003). Uporiadkuvannia myslyvskykh uhid: navch. posib. [Arrangement of Hunting Territories]. Lviv, Publishing House of UkrDLTU, 106 p.
2. Hrom, M.M. (2013). Lisovporiadkuvannia: navch. posibnyk [Forest Management]. Lviv, NLTU Ukraine, 264 p.
3. Bachynskiy, V.I., Babyn, I.M., Bachynskiy, V.V. (2010). Osoblyvosti obliku ta rozpodilu zahalnovyrobnychkh vtrat pidpriemstv sfery posluh [Features of Accounting and Distribution of Total Losses of Service Enterprises]. Visnyk ZHDTU. Ekonomichni nauky [Bulletin of ZHDTU. Economic Sciences]. Zhytomyr, no. 3 (53), pp. 28–31.

4. Bondarenko, V.D. (2002). Biotehniia: navch. posib. [Biotechnology]. Lviv, Prestige Inform, Vol. 2, 352 p.
5. Shadura, M.V. (2002). Nastanova z uporiadkuvannia myslyvskykh uhid [Guidelines for the Organization of Hunting Territories]. Lviv, Publishing House of the State Committee of Forestry and Hunting of Ukraine, 114 p.
6. Kozachenko, I.V., Polischuk, V.V., Balabak, A.F. (2016). Osoblyvosti fauny ta kharakterystyka myslyvskykh uhid na prykladi derzhavnogo pidpriemstva "Umanske lisove hospodarstvo" [Features of Fauna and Characteristics of Hunting Territories Using the Example of the State Enterprise "Umanske Forest Economy"]. Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy [Scientific Bulletin of NLTU Ukraine]. Lviv, no. 26.8, pp. 96–102.
7. Yevtushevskiy, M.N. (2012). Myslyvski tvaryny Ukrainy na voli ta v vol'ierakh [Wild Animals of Ukraine in the Wild and in Aviaries]. Cherkasy, Vertical, Publisher Kandysh S.H., 376 p.
8. Dohonova, O.V. (2022). Zaits siryi: suchasnyi stan ta zakhody z pokrashchennia umov prozhivannia vyd [European Hare: Current State and Measures to Improve Living Conditions] Zhytomyr, 41 p. Available at: <http://ir.polissiauniver.edu.ua/handle/123456789/13188>.
9. Vlasiuk, V.P., Dohonova, O.V., Shmat, I.P. (2022). Zakhody shchodo znizhennia chynnyka nespokoiu u myslyvskykh uhiddiakh [Measures to Reduce Disturbance Factor in Hunting Territories]. Lisovi ekosystemy: suchasni problemy i perspektyvy doslidzhen – 2022: materialy I Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii [Forest ecosystems: current issues and research perspectives-2022: materials of the I All-Ukrainian scientific-practical conference]. Zhytomyr, pp. 14–15.
10. Vlasiuk, B.P. (2015). Dynamika chyselnosti zaitsia sirkoho (*Lepus europaeus* Pall.) v umovakh Lisostepovoi zony Zhytomyrshchyny v osinnii period [Population Dynamics of the European Hare (*Lepus europaeus* Pall.) in the Forest-Steppe Zone of Zhytomyr Region in Autumn]. Nauk. visn. nat. lisotekh. un-tu Ukrainy [Sci. Bull. Nat. Forest. Univ. of Ukraine]. Vol. 25.2, pp. 42–47.
11. Vlasiuk, V.P., Shmat, I.P., Dohonova, O.V. (2022). Rol uzlisshia yak seredovyshecha prozhivannia myslyvskykh tvaryn [Role of Clearings as Habitat for Hunting Animals]. Lisivnycha osvita i nauka: stan, problemy ta perspektyvy rozvytku: materialy IV Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii [Forestry Education and Science: Status, Issues, and Development Perspectives: Materials of the IV International Scientific-Practical Conference]. Malyn, pp. 53–54.
12. Dohonova, O.V. (2022). Vstanovlennia vplyvu faktoriv na yakist myslyvskykh uhid dlia zaitsia sirkoho v umovakh TOV "VEPR-SK" [Establishment of the Influence of Factors on the Quality of Hunting Territories for the European Hare in the Conditions of "VEPR-SK" LLC]. Osoblyvosti zymovoi pidhodivli kozuli yevropeiskoi u myslyvskykh uhidakh. Problemy vedennia ta ekspluatatsii lisovykh i myslyvskykh resursiv: materialy III Vseukrainskoi nauk.-prakt. konf. prysviachenoï pam'iaty profesora A.I. Huziia [Features of winter feeding of European roe deer in hunting grounds. Issues of forest and game resources management: materials of the III All-Ukrainian scientific-practical conference dedicated to the memory of Professor A.I. Huziy]. Zhytomyr, pp. 24–25.
13. Vlasiuk, V.P., Polischuk, O.Ie. (2017). Vydovyi sklad kormiv zaitsia sirkoho u zymovyi period v umovakh Zhytomyrskoho Polissia [Species Composition of Feeds of the European Hare in Winter in the Conditions of Zhytomyr Polissia]. Contribution of young scientists on forestry, wood processing technologies and horticulture: materialy mizhnar. nauk.-prakt. konf. studentiv, aspirantiv ta molodykh vchenykh [Contribution of young scientists in forestry, wood processing technologies, and horticulture: materials of the international scientific-practical conference for students, postgraduates, and young researchers]. Kyiv, 13 p.
14. Vlasiuk, V.P. (2012). Prostorovo-typologichna organizatsiia naseleння zaitsia sirkoho (*Lepus europaeus* Pall.) v umovakh Zhytomyrshchyny ta vplyv faktorivseredovyshecha na yii formuvannia: dys. ... kand. s.-h. nauk: 06.03.03 [Spatial-Typological Organization of the Population of the European Hare (*Lepus europaeus* Pall.) in the Conditions of Zhytomyr Region and the Influence of Environmental Factors on its Formation: thesis for the degree of Candidate of Agricultural Sciences: 06.03.03]. Zhytomyr, 184 p.
15. Pro vnesennia zmin do deiakykh zakonodavchykh aktiv Ukrainy z pytan myslyvskoho hospodarstva, poliuvannia ta rybalfstva, okhorony, vykorystannia ta vidtvorennia tvarynnoho svitu: Zakon Ukrainy vid 21.01.2010 № 1827-VI [On Amendments to Certain Legislative Acts of Ukraine Regarding Hunting Management, Hunting, Fishing, Protection, Use and Reproduction of Wildlife: Law of Ukraine dated January 21, 2010 № 1827-VI]. Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine, no. 10, Art. 108.
16. Cherkaske oblasne upravlinnia lisovoho ta myslyvskoho hospodarstva [Cherkasy Regional Management of Forestry and Hunting]. Myslyvstvo [Hunting]. Available at: https://lis-ck.gov.ua/?page_id=168.
17. Biotehnicni zakhody v myslyvskomu hospodarstvi – myslyvskiy turizm [Biotechnical Measures in Hunting Management – Hunting Tourism]. Available at: <https://jak.koshachek.com/articles/biotehnicni-zahodi-v-mislivskomu-gospodarstvi.html>.
18. Kovbenko, O.A. (2008). Dovidnyk myslyvtsia [Hunter's Handbook]. Kharkiv, pp. 253–257.
19. Proekt orhanizatsii ta rozvytku lisovoho hospodarstva Derzhavnogo pidpriemstva "Zvenyhorodske lisove hospodarstvo" Cherkaskoho oblasnogo upravlinnia lisovoho ta myslyvskoho hospodarstva [Project of Organization and Development of Forestry of the State Enterprise "Zvenyhorodske Forestry" of the Cherkasy Regional Administration of Forestry and Hunting Management]. Derzhavne ahentstvo lisovykh resursiv Ukrainy, Ukrainske derzhavne proektne lisovporiadne vyrobnyche obiednannia, Ukrainska lisovporiadna ekspeditsiia [State Agency of Forestry Resources of Ukraine, Ukrainian State Project Forestry Production Association, Ukrainian Forestry Expeditions]. Irpin, 244 p.

20. Hryhor'iev, O.Ya., Hnoievyy, I.V. (2020). Dovidnyk z hodivli tvaryn v umovakh shtuchno stvorenoho seredovyscha [Handbook on Animal Feeding in Artificially Created Environment]. Kharkiv, 212 p.

21. Yevtushevskiy, M.N. (2009). Plyamystyi olen v Ukraini ta za yii mezhamy [Fallow Deer in Ukraine and Beyond its Borders]. Kyiv, 192 p.

Implementation features of biotechnical measures in hunting lands of Cherkasy region

Klyuchka S., Chemeris I.

In the early stages of life humanity perceived hunting as an essential element for survival, considering it as an existential necessity. However in the modern world civilizational transformations have turned the nature of this activity into a source of aesthetic pleasure in the natural environment. This research explores and justifies the optimal abundance and density of key game species residing in the forested areas of Cherkasy region. The article highlights the implementation features of biotechnical measures in this context. The study was conducted using field and paper methods according to commonly accepted technique. The object of the study was the territories allocated for hunting lands and animal populations, which are found within the branch «Zvenyhorodka Forestry». The article describes the climatic and geographical conditions of Cherkasy region that create favorable conditions for the existence of a significant number of game animal species. This distribution is explained by the natural zonation of the

territory, in this case, the forest-steppe zone. Cherkasy region is characterized by typical representatives of both forest and steppe fauna: elk (*Alces alces*, L.), roe deer (*Capreolus capreolus*, L.), wild boar (*Sus scrofa*, L.), sika deer (*Cervus nippon*, L.), red deer (*Cervus elaphus*, L.), hare (*Lepus europaeus*, L.), fox (*Vulpes vulpes*, L.), badger (*Meles meles*, L.), beaver (*Castor fiber*, L.), otter (*Lutra lutra*, L.), muskrat (*Ondatra zibethicus*, L.) etc. Additionally, steppe, waterfowl, and wading birds can be encountered. It has been established that the optimal number of major game species in the hunting lands of the branch «Zvenyhorodka Forestry» depending on the average bonitet class is epy following (number of individuals): sika deer – 11, roe deer – 58, wild boar – 12, hare – 155, partridge – 155. The hunting lands cover a part of the forest area with clearings and forest swamps, as well as arable lands, meadows, among which are there swamps and water bodies. Bonitation was applied only to the hunting lands that are specific to the certain game species in their different habitats. The hunting lands of the branch «Zvenyhorodka Forestry» can be considered fully suitable for game management, taking into account the number of roe deer, wild boar, European hare and wetland animals. An important aspect is the implementation of biotechnical measures for the conservation and reproduction of game animal resources at the established level.

Key words: hunting animal species, natural environment, forest fauna, population, optimal species number, biotechnical measures.



Copyright: Ключка С.І., Чемерис І.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:

Ключка С.І.


Чемерис І.А.

<https://orcid.org/0000-0001-5702-6840>

<https://orcid.org/0000-0002-0664-8508>

УДК 582.675.1:581.41

Онтогенез *Helleborus foetidus* L. за умов інтродукції в Національному дендрологічному парку «Софіївка» НАН України

Бойко І.В.¹ , Іщук Л.П.¹ , Усольцева О.Г.¹ , Іщук Г.П.² , Вегера Л.В.¹ ¹ Національний дендрологічний парк «Софіївка» НАН України² Уманський національний університет садівництва Іщук Л.П. E-mail: ishchuk29@gmail.com

Бойко І.В., Іщук Л.П., Усольцева О.Г., Іщук Г.П., Вегера Л.В. Онтогенез *Helleborus foetidus* L. за умов інтродукції в Національному дендрологічному парку «Софіївка» НАН України. «Агробіологія», 2024. № 1. С. 62–69.

Boiko I., Ishchuk L., Usoltseva O., Ishchuk H., Vegeera L. Ontogenesis of *Helleborus foetidus* L. upon introduction in the National Dendrological Park «Sofiyivka» of the National Academy of Sciences of Ukraine. «Agrobiology», 2024. no. 1, pp. 62–69.

Рукопис отримано: 29.02.2024 р.

Прийнято: 15.03.2024 р.

Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-62-69

У статті наведено біоморфологічні особливості *Helleborus foetidus* L. на різних етапах онтогенезу. Досліджено латентний, віргінільний та частково генеративний періоди розвитку за умов інтродукції виду в Національному дендрологічному парку «Софіївка» НАН України. Встановлено індикаторні ознаки вікових станів, з'ясовано їх тривалість та основні характеристики. В умовах інтродукції плоди дозрівають у середині червня. Насіння (sm) коричневого кольору, бобоподібної форми, $4,8 \pm 0,5$ мм завдовжки, $2,1 \pm 0,3$ мм завширшки, маса 1000 насінин – $13,4 \pm 0,3$ г. Індикаторними ознаками настання ювенільного вікового стану (j) у *H. foetidus* є поява справжніх листків та утворення бічних коренів. Тривалість цього вікового стану близько трьох місяців. Індикаторною ознакою переходу до іматурного вікового стану (im) є початок галуження пагонів. Ознаки базитонії, характерної для *H. foetidus*, проявляються на початкових етапах онтогенезу. У віргінільному віковому стані (v) галуження пагонів зростає до третього порядку, у місцях дотику базальних ділянок бічних пагонів до поверхні субстрату утворюються додаткові корені. У генеративному періоді виділено прихованогенеративний віковий стан (g_0), індикаторними ознаками якого є поява перехідного типу листків (з короткими широкими черешками та пластинкою значно меншою за розміром ніж у типових листків серединної формації) та характерне потовщення на верхівці пагона із зачатковим суцвіттям всередині. Загальна тривалість віргінільного періоду онтогенезу *H. foetidus* в умовах інтродукції становить 18 місяців. Генеративний період перевищує за тривалістю віргінільний.

Ключові слова: чемерник смердючий, вікові стани, проростки, віргінільний період, генеративні.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Пошук перспективних декоративних видів для масового виробництва садивного матеріалу без залучення високовартісного обладнання та значних затрат праці є одним з пріоритетних завдань, які стоять перед вітчизняними фахівцями. *Helleborus foetidus* L. (*Ranunculaceae* Juss.) – багаторічна трав'яниста рослина, широко розповсюджена в Західній та Південно-Західній Європі [1, 2]. На нашу думку, вид є досить перспективним, але в Україні, на жаль, поки ще не набув популярності і поза межами ботанічних установ є маловідомим. Як і більшість представників роду *Helleborus*

Tournefortii L. він має лікарські властивості. Використання чемерника смердючого з лікувальною метою має досить тривалу історію, однак на сьогодні популярність рослин дещо знизилась через доведений вміст буфадієнолідів – речовин, що мають кардіотоксичний вплив [3]. Вид характеризується довготривалим цвітінням, початок якого припадає на ранню весну, коли квітучих трав'янистих рослин ще зовсім обмаль. Тривалість життя однієї квітки становить близько 20 діб [4, 5]. Особливої цінності рослинам надає належність до групи сциогеліофітів та малочисельних в кліматичних умовах Правобережного Лісостепу України весняно-

літньо-осінньо-зимовозелених трав'яних полікарпиків.

Вивчення індивідуального розвитку рослин є важливою складовою популяційних досліджень, водночас з'ясування особливостей перебігу онтогенезу конкретного виду в умовах інтродукції також є актуальним. Це один з найбільш перспективних методів дослідження адаптаційних можливостей рослин. Результати онтогенетичних досліджень є основою для подальшої розробки рекомендацій з розмноження, вони допоможуть у виборі найкращого комплексу агротехнічних заходів у процесі вирощування. Більшість досліджень *H. foetidus* виконували *in situ*. Роботи присвячені з'ясуванню особливостей запилення [4, 5], морфології пилку [6], кореляційних взаємозв'язків морфометричних показників та умов оселища [7, 8], поширенню рослин та розповсюдженню насіння [9], морфології [10] тощо. Проте онтогенетичні дослідження представлені фрагментарно і потребують деталізації та уточнення.

Мета дослідження – з'ясувати особливості онтогенезу *H. foetidus* за умов інтродукції в Національному дендрологічному парку «Софіївка» НАН України, навести біоморфологічну характеристику особин на кожному з його етапів, встановити індикаторні ознаки настання вікових станів, їх перебіг та тривалість.

Матеріал і методи досліджень. У роботі використано насінний матеріал з колекції відділу трав'янистих рослин Національного дендрологічного парку «Софіївка» НАН України. Дослідження проводили впродовж 2016–2023 рр. на колекційній та «Тиньовій» ділянках дендропарку. Особливості росту і розвитку

рослин вивчали згідно із загальноприйнятими методиками [11–16]. Морфологічні описи різновікових особин проводили з використанням довідників з морфології [17–18]. Онтогенез вивчали методом довготривалих спостережень за процесом розвитку 30-ти фіксованих особин, біометричні характеристики рослин на різних етапах онтогенезу з'ясовували під час фенологічних спостережень з фіксацією результатів за допомогою фотографування та описів. Характеристика біоморфологічних особливостей висвітлена для кожного з періодів відповідно до конкретного вікового стану із встановленням індикаторних ознак. На основі біоморфологічного аналізу різновікових особин *H. foetidus* описано вісім вікових станів, досліджено латентний, прегенеративний (віргінільний) та частково генеративний періоди онтогенезу. Для морфологічних досліджень використовували лупу Levenhuk Zeno Gem M11. Статистичну обробку – з використанням програм Microsoft Excel 7.0.

Результати дослідження та обговорення.

У результаті виконаної роботи з'ясували, що в Національному дендропарку «Софіївка» особини *H. foetidus* послідовно проходять основні періоди та етапи онтогенезу. Латентний період (первинного спокою), представлений насінням (sm) коричневого кольору, бобоподібної форми, $4,8 \pm 0,5$ мм завдовжки та $2,1 \pm 0,3$ мм завширшки (рис. 1). Маса 1000 насінин – $13,4 \pm 0,3$ г. *H. foetidus* є комахозапильним видом, здатним до факультативної автогамії [19]. У дендропарку «Софіївка» плоди дозрівають у другій–третьій декаді червня. Спосіб розкриття плодів – барохорний, насінини з елайосомою, спосіб поширення – міркекохорія.



Рис. 1. Насіння *H. foetidus*.

Морфологічний спокій, пов'язаний із недорозвиненістю зародка, характерний багатьом представникам родини *Ranunculaceae* [20–22], зокрема *H. foetidus*. На час дисемінації насіння перебуває у стані спокою, маючи недорозвинені зародки 0,54 мм завдовжки. Проростання не розпочинається, доки зародок не сформується повністю, сягнувши довжини 3,6 мм [23]. Прискорити цей процес можна за допомогою стратифікації, чергуванням високих та низьких температур [23]. Без примусового припинення спокою насіння може не проростати досить тривалий час. Зокрема, з висіяного у відкритий ґрунт наприкінці жовтня нестратифікованого насіння, перші сходи отримали лише через 18 місяців та фіксували появу нових проростків ще впродовж 4-х наступних років. Такий довготривалий спокій із збереженням життєздатності насіння є одним з найважливіших пристосувань у стратегії виживання видів [20–22].

Віргінійний (прегенеративний) період в онтогенезі *H. foetidus* представлений віковими станами проростків, іматурних та віргінійних особин. Проростки (р) мають дві сім'ядолі 1,8–1,9 см завдовжки та 0,5–0,6 см завширшки з продовгувато-ланцетними пластинками та загостреними верхівками, тривалість їх життя близько двох місяців. Гіпокотиль завдовжки 1,6–3,9 см, у верхній частині світло-коричневого кольору, у нижній – кремового, епікотиль – 0,9–1,2 см. Корінь ниткоподібний, 6–8 см завдовжки. Проростання епігеальне. Індикаторними ознаками переходу ювенільного вікового стану (j) вважаємо появу справжніх листків та початок галузнення головного кореня. Перший та другий листки трійчасто-роздільні з ромбічно-продовгуватими сегментами та гостро-зубчастим краєм. Вони мають черешки 1,2±0,2 см завдовжки та листові пластинки 1,1±0,2 см завдовжки і 2±0,3 см завширшки. Починаючи з третього-четвертого листка, ступінь розчленування листових пластинок зростає (рис. 2.) За час перебування у ювенільному стані, на особинах розвивається 6–8 типових листків серединної формації, у пазухах кількох нижніх листків закладаються бруньки. Ознаки базитонії, характерної для *H. foetidus*, проявляються на цьому етапі розвитку. У ювенільному стані рослини перебувають близько трьох місяців. До його завершення сіянці досягають висоти у 10–12 см та мають досить потужну кореневу систему з чітко вираженим головним коренем та бічними у кількості 15–25 шт., 15–18 см завдовжки, які галузяться до 3-го порядку.

Індикаторною ознакою переходу особин *H. foetidus* до іматурного вікового стану (im)

вважаємо розвиток бічних пагонів (рис. 3.). Силептичні пагони базитонного галузнення у кількості 1–2, розгортаються в акропетальній послідовності. Нижній пагін, що розгорнувся із бруньки закладеної в пазусі першого справжнього листка, завдовжки 4,1±1 см, має 5–6 сформованих листків та ще 3–4 перебувають у процесі формування. Другий бічний пагін (за наявності) завжди меншого розміру. До завершення першого року життя рослини досягають висоти у 14–18 см та мають досить потужну кореневу систему. Листкова серія головного пагона представлена листками серединної формації у кількості 12–15 шт., ще 8–9 перебувають у процесі формування. Ступінь розчленування лопатей листових пластинок зростає, кількість сегментів збільшується до дев'яти. Довжина черешків 8–10 см, довжина листових пластинок – 8–10 см, ширина листків – 10–12 см, ширина окремих їх сегментів – 1,2±0,2 см. Листкорозміщення спіральне.

За феноритмотипом *H. foetidus* належить до весняно-літньо-осінньо-зимовозелених рослин. Надземні органи взимку не відмирають, бруньки відкритого типу, без захисних лусок, апікальна меристема захищена широкими основами черешків. Вегетація рослин в умовах дендропарку «Софіївка» триває до встановлення стабільно низьких температур, у зимовий період пагони призупиняють ріст.



Рис. 2. Особина *H. foetidus* в ювенільному віковому стані.

У віргінільному віковому стані (v), початком якого вважаємо вихід рослин із зимового спокою, вони втрачають ознаки ювенільності та набувають вигляду, характерного дорослим особинам. Галуження пагонів зростає до третього порядку. Стебло у базальній частині часто дещо викривлене та полегло. У місцях дотику базальних ділянок бічних пагонів до поверхні субстрату утворюються додаткові корені. Перший бічний пагін другого порядку сягає за висотою головного, але його не переростає.

Довжина черешків у листків весняної генерації сягає 9–11 см, довжина листкових пластинок – 11–13 см, ширина окремих її сегментів – $1,1 \pm 0,3$ см, кількість сегментів – 9 (іноді 10). Листки у базальній частині стебла поступово відмирають в акропетальному напрямку, залишаючи характерні рубці, стебло оголюється (рис. 4). Ріст головного кореня сповільнюється, проте прискорюється ріст бічних коренів другого та третього порядків. Основна їх маса розташовується у ґрунті на глибині 8–15 см, значна частина бічних коренів відходить майже під прямим кутом від головного. Загальна тривалість віргінільного періоду онтогенезу у *H. foetidus* за вирощування в дендропарку «Софіївка» становить близько 18 місяців.

Для *H. foetidus*, як і для більшості рослин, притаманна пластичність та варіабільність онтогенезу за низкою ознак, зокрема розмірна,

ритмологічна, морфологічна, часова. У песимальних умовах розвиток особин сповільнюється, збільшується тривалість віргінільного періоду онтогенезу (кияк), відбуваються зміни у структурі пагонової системи та морфопараметрах окремих органів.

В умовах інтродукції генеративний період *H. foetidus* перевищує за тривалістю прегенеративний (віргінільний). Більшість сіяньців *H. foetidus* зацвітають вже на третьому році життя і перебувають у генеративному стані ще декілька років.

Іноді відповідно до концепції дискретного опису онтогенезу диференціюють віргінільний віковий стан, виділивши новий прихованогенеративний стан (g_0), як перехідний від віргінільного до молодого генеративного [24]. У сіяньців *H. foetidus* вже наприкінці другого року життя з'являються візуально помітні ознаки початку настання генеративного періоду, такі як поява перехідного типу листків (з короткими широкими черешками та пластинкою значно меншою за розміром ніж у типових листків середньої формації) (рис. 5.) та характерне потовщення на верхівці пагона із зачатковим суцвіттям всередині (рис. 6). У такому вигляді рослини перебувають досить тривалий проміжок часу, з початку листопада до закінчення лютого, до початку фенофази бутонізації.



Рис. 3. Особина *H. foetidus* в іматурному віковому стані.



Рис. 4. Особина *H. foetidus* у віргінільному віковому стані.



Рис. 5. Листок перехідного типу.

Рис. 6. Особина *H. foetidus* у прихованогенеративному віковому стані (g_0).

Враховуючи наявність специфічних макроморфологічних індикаторних ознак, вважаємо за доцільне цей проміжок часу виокремлювати у прихованогенеративний віковий стан (g_0) та розглядати у межах дослідження генеративного періоду.

Із середини лютого починається активний ріст генеративних органів і рослини переходять у віковий стан молодих генеративних особин (g_1). Зазвичай суцвіття розгортається на головному пагоні, іноді цвітіння відбувається одночасно на головному та нижньому бічному пагоні першого порядку. Точний початок фази бутонізації встановити складно, оскільки бутони не змінюють колір та не зафарбовуються. Фенофаза цвітіння починається у першій декаді березня, завершується у третій декаді травня, загальна її тривалість становить 85 ± 10 діб. Суцвіття цимоїдного типу з базипетальним порядком розкриття квіток. Після дисемінації пагони відмирають до зони поновлення. Бічні вегетативні пагони несуть шкірясті темно-зелені трійчасті пальчато-розсічені листки, що мають 9 (іноді 10) продовгувато-ромбічних сегментів з дрібнозубчастим краєм (рис. 7).

Рис. 7. Молода генеративна особина *H. foetidus*.

Чітких візуально помітних ознак, що демонструють належність до вікового стану середньовікових генеративних особин (g_2) не виявлено. Їх можна встановити за більш детального морфологічного аналізу: за ступенем галуження пагонів, здерев'янінням та ознаками початку партикуляції базальної частини стебла. Для цього вікового стану характерна наявність базальної частини осевого пагона не вище зони поновлення, базисимподіальне галуження бічних пагонів, наявність на особині решток відмерлих минулорічних пагонів та листків. Цвітіння відбувається на 1–3 бічних пагонах другого та вищих порядків. Довжина суцвіття 15–35 см, діаметр – 15–45 см, кількість квіток в одному суцвітті – 15–75 шт. Чаши листики після запилення та запліднення не опадають, а тримаються до завершення дозрівання плодів та дисемінації. Час перебування рослин у цьому віковому стані, їх морфопараметри та подальший процес онтогенезу значною мірою визначається умовами оселища. Загальну тривалість середньовікового генеративного стану в умовах дендрологічного парку «Софіївка» за період досліджень не встановлено за відсутності особин більше 6-річного віку.

Висновки. За умов інтродукції в дендропарку «Софіївка», особини *H. foetidus* послідовно проходять періоди та етапи онтоморфогенезу. Для насіння характерний морфологічний спокій, пов'язаний із недорозвиненістю зародка та низькою енергією проростання. Тривалість віргінільного (прегенеративного) періоду становить 18 місяців. За перший рік рослини проходять стан проростків, ювенільний та іматурний вікові стани. Індикаторними ознаками ювенільного стану є початок галуження кореня та поява справжніх листків; іматурного – початок відмирання ювенільних листків у базальній частині стебла та поява бічних пагонів що розгорнулись із бруньок, закладених у їх пазухах; віргінільного – зростання порядку галуження пагонів, поява додаткових коренів на базальних ділянках бічних пагонів. У генеративному періоді виділено прихованогенеративний віковий стан, індикаторними ознаками якого є поява перехідного типу листків (з короткими широкими черешками та пластинкою значно меншою за розміром ніж у типових листків серединної формації) та характерне потовщення на верхівці пагона із зачатковим суцвіттям всередині. Віковий стан молодих генеративних рослин розпочинається розгортанням суцвіття навесні і триває не більше року. Тривалість вікового стану дорослих (середньовікових) генеративних рослин, а отже і загальну тривалість генеративного

періоду за час проведення досліджень встановити не вдалося.

Подяки. Дослідження виконані в межах наукової теми «Еколого-біологічні основи збагачення, збереження та ефективного використання флористичного різноманіття *ex situ* Правобережного Лісостепу України» (номер держреєстрації 0120U100165).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Werner K., Ebel F. Zur Lebensgeschichte der Gattung *Helleborus* L. (Ranunculaceae). *Flora*. 1994. No 189. P. 97–130.
2. Ethnobotanical, historical and histological evaluation of *Helleborus* L. genetic resources used in veterinary and human ethnomedicine / V.L. Balázs et al. *Genet Resour Crop Evol*. 2020. Vol. 67. P. 781–797. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10722-019-00876-5>
3. Бойко І.В. Лікарські властивості *Helleborus foetidus* L. PLANTA+. Наука практика та освіта: матеріали IV Науково-практичної конференції з міжнародною участю, до 20-річчя кафедри фармакогнозії та ботаніки Національного медичного університету імені О.О. Богомольця. Київ, 2023. Т. 1. С. 154–156.
4. Herrera C.M., Xim Cerdá, Maria B. García, Javier Guitian. Floral integration, phenotypic covariance structure and pollinator variation in bumblebee-pollinated *Helleborus foetidus*. *J. Evol. Biol*. 2002. No 15. P. 108–121. DOI: 10.1046/j.1420-9101.2002.00365.x
5. Geographical variation in autonomous self-pollination levels unrelated to pollinator service in *Helleborus foetidus* (Ranunculaceae) / C.M. Herrera et al. *American journal of botany*. 2001. Vol. 88. No 6. P. 1025–1032.
6. Plant traits, environmental factors, and pollinator visitation in winter-flowering *Helleborus foetidus* (Ranunculaceae) / A.M. Sanchez-Lafuente et al. *Annals of Botany*. 2005. Vol. 96. Issue 5. P. 845–852. DOI: 10.1093/aob/mci236
7. Herrera C.M., Medrano M., Bazaga P. Continuous within-plant variation as a source of intraspecific functional diversity: Patterns, magnitude, and genetic correlates of leaf variability in *Helleborus foetidus* (Ranunculaceae). *American journal of botany*. 2015. No 102. P. 225–232. DOI: 10.3732/ajb.1400437
8. Ramírez J.M., Rey P.J., Alcántara J.M., Sánchez-Lafuente A.M. Altitude and woody cover control recruitment of *Helleborus foetidus* in a Mediterranean mountain area. *Ecography*. 2006. Vol. 29. No 3. P. 375–378. doi: 10.1111/j.2006.0906-7590.04544.x
9. Garrido J.L., Rey J.P., Herrera C.M., Cereda X. Geographical variation in diaspore traits of an ant-dispersed plant (*Helleborus foetidus*): are ant community composition and diaspore traits correlated. *Journal of Ecology*. 2002. Vol. 90. P. 446–455. DOI: 10.1046/j.1365-2745.2002.00675.x
10. Van Huylenbroeck J. *Ornamental Crops, Handbook of Plant Breeding*. 2018. 11 p. DOI: 10.1007/978-3-319-90698-0_18

11. Dermago D. Plant Ontogeny: Studies, Analyses and Evolutionary Implications. Nova Science Publishers, Hauppauge. 2020. 291 p.

12. Pangtey Y.P.S. Anatomy, embryology and elementary morphogenesis. Published By: Uttarakhand Open University, Haldwani, Nainital-263139. 2021.

13. Ontogenetic shifts in plant ecological strategies / R.L.C. Dayrell et al. Functional Ecology. 2018. No 32 (12). P. 2730–2741.

14. Фельбаба-Клушина Л.М., Комендар В.І. Фітоценологія з основами синфітосозології. Ужгород: Ужгород. ун-т, 2001. 212 с.

15. Абдулоєва О.С., Соломаха В.А. Фітоценологія. Київ: Фітосоціоцентр, 2011. 450 с.

16. Григора І.М., Соломаха В.А. Основи фітоценології. Київ: Фітосоціоцентр, 2000. 240 с.

17. Ілюстрований довідник з морфології квіткових рослин / С.М. Зиман та ін. Ужгород: Медіум, 2004. 156 с.

18. Перерва В.В. Ілюстрований термінологічний словник з ботаніки (генеративні органи рослин). Кривий Ріг: КДПУ, 2019. 71 с.

19. Vesprini J., Pacini E. Temperature-dependent floral longevity in two *Helleborus* species. Plant Syst. Evol. 2005. No 252. P. 63–70. DOI: 10.1007/s00606-004-0261-9

20. Kołodziejek J. Seed Dormancy in Cereal Weed *Adonis flammea* Jacq. (Ranunculaceae). Journal of Agricultural Science and Technology. 2018. 20(1). P. 109–120.

21. Nursery manual for native plants: A guide for tribal nurseries / T. Luna et al. Nursery management. Agriculture Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 2008. Vol. 1. Handbook 730. P. 133–151.

22. Walck J.L., Baskin C.C., Baskin J.M. Seeds of *Thalictrum mirabile* (Ranunculaceae) require cold stratification for loss of nondeep simple morphophysiological dormancy. Canadian Journal of Botany. 2000. Vol. 77. No 12. P. 1689–SI-16. DOI: <https://doi.org/10.1139/b99-149>

23. Ferrer R.H., Carreno M.A.C., Carreno E.C. Influence of environmental conditions on embryo growth, dormancy breaking, and germination in seeds of *Helleborus foetidus* (Ranunculaceae). Acta Physiol Plant. 2023. No 45. 137 p. DOI: 10.1007/s11738-023-03617-5.

24. Надрага М.Д., Прокопів А.І. Особливості онтоморфогенезу *Rumex scutatus* L. у природних популяціях. Біологічні Студії. 2013. Т. 7. № 3. С. 179–188.

REFERENCES

1. Werner, K., Ebel, F. (1994). Life history of the genus *Helleborus* L. (Ranunculaceae). Flora. no. 189(2), pp. 97–130.

2. Balazs, V.L., Filep, R., Ambrus, T., Kocsis M., Farkas Á., Stranczinger S., Papp N. (2020). Ethnobotanical, historical and histological evaluation of *Helleborus* L. genetic resources used in veterinary and human ethnomedicine. Genet Resour Crop Evol. no. 67, pp. 781–797. DOI: 10.1007/s10722-019-00876-5

3. Boiko, I.V. (2023). Likarski vlastyvoosti *Helleborus foetidus* L. PLANTA+. Nauka praktyka ta osvita: materialy IV Naukovo-praktychnoi' konferencii' z mizhnarodnoju uchastju, do 20-richchja kafedry farmakognozii' ta botaniky Nacional'nogo medychnogo universytetu imeni O.O. Bogomol'cja [Medicinal properties *Helleborus foetidus* L. «PLANTA+. Science, practice and education»: the proceedings of the Fourth Scientific and Practical Conference with International participation, dedicated to the 20th anniversary of Pharmacognosy and Botany Department Bogomolets National Medical University]. Kyiv, Vol. 1, pp. 154–156.

4. Herrera, C.M., Cerdá, X., García, M.B., Guitián, J., Medrano, M., Rey, P.J. Sánchez-Lafuente, A.M. (2002). Floral integration, phenotypic covariance structure and pollinator variation in bumblebee-pollinated *Helleborus foetidus*. J. Evol. Biol. no. 15, pp. 108–121. DOI: 10.1046/j.1420-9101.2002.00365.x

5. Herrera, C.M., Sánchez-Lafuente, A.M., Medrano, M., Guitián, J., Cerdá, X., Rey, P. (2001). Geographical variation in autonomous self-pollination levels unrelated to pollinator service in *Helleborus foetidus* (Ranunculaceae). American journal of botany. no. 88(6), pp. 1025–1032.

6. Alfonso, M. Sanchez-Lafuente, Guitian, J., Medrano M., Herrera, M. C., Rey J. P., Cerda, X. (2005). Plant Traits, Environmental Factors, and Pollinator Visitation in Winter-flowering *Helleborus foetidus* (Ranunculaceae). Annals of Botany. no. 96(5), pp. 845–852. DOI: 10.1093/aob/mci236

7. Herrera, C.M., Medrano, M., Bazaga, P. (2015). Continuous within-plant variation as a source of intraspecific functional diversity: Patterns, magnitude, and genetic correlates of leaf variability in *Helleborus foetidus* (Ranunculaceae). American journal of botany. no. 102(2), pp. 225–232. DOI: 10.3732/ajb.1400437

8. Ramírez, J.M., Rey, P.J., Alcántara, J.M., Sánchez Lafuente, A.M. (2006). Altitude and woody cover control recruitment of *Helleborus foetidus* in a Mediterranean mountain area. Ecography. Vol. 29(3), pp. 375–384.

9. Garrido, J.L., Rey, P.J., Cerdá, X., Herrera, C.M. (2002). Geographical variation in diaspore traits of an ant-dispersed plant (*Helleborus foetidus*): are ant community composition and diaspore traits correlated. Journal of Ecology. Vol. 90, pp. 446–455. DOI: 10.1046/j.1365-2745.2002.00675.x

10. Van Huylenbroeck, J. (2018). Ornamental crops. Springer International Publishing Springer Nature. 11 p. DOI: 10.1007/978-3-319-90698-0_18

11. Dermago, D. (2020). Plant Ontogeny: Studies, Analyses and Evolutionary Implications. Nova Science Publishers, Hauppauge, 291 p.

12. Pangtey, Y.P.S. (2021). Anatomy, embryology and elementary morphogenesis. Published By: Uttarakhand Open University, Haldwani, Nainital-263139.

13. Dayrell, R.L.C., Arruda, A.J., Pierce, S., Negreiros, D., Meyer, P. (2018). Ontogenetic shifts in plant ecological strategies. Functional Ecology. no. 32 (12), pp. 2730–2741.

14. Felbaba-Klushyna, L.M., Komendar, V.I. (2001). Fitotsenolohiia z osnovamy synfitosozolohii:

navchalnyi posibnyk [Phytocenology with the basics of synphytosozology: a study guide]. Uzhhorod, Uzhhorod. un-ty, 212 p.

15. Abduloieva, O.S., Solomakha, V.A. (2011). Fitotsenolohiia [Phytocenology]. Kyiv, Fitosotsiotsentr, 450 p.

16. Hryhora, I.M., Solomakha, V.A. (2000). Osnovy fitotsenolohii [Basics of phytocenology]. Kyiv, Fitosotsiotsentr, 240 p.

17. Zyman, S., Mosiak, S., Bulakh, O., Tsarenko, O., Felbaba-Klushyna, L. (2004). Iliustrovanyi dovidnyk z morfolohii kvitkovykh roslin [Illustrated reference book on the morphology of flowering plants]. Uzhgorod, Medium, 156 p.

18. Pererva, V.V. (2019). Iliustrovanyi terminolohichnyi slovnyk z botaniky (heneratyvni orhany roslin) [Illustrated terminology dictionary of botany (generative organs of plants)]. Kryvyi Rih, KDPU, 71 p.

19. Vesprini, J., Pacini, E. (2005). Temperature-dependent floral longevity in two *Helleborus* species. *Plant Syst. Evol.* no. 252, pp. 63–70. DOI: 10.1007/s00606-004-0261-9

20. Kołodziejek, J. (2018). Seed Dormancy in Cereal Weed *Adonis flammea* Jacq. (*Ranunculaceae*). *Journal of Agricultural Science and Technology.* no. 20(1), pp. 109–120.

21. Luna, T., Wilkinson, K., Dumroese, Kasten, R. (2008). Nursery management. Agriculture Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. Vol. 1, Handbook 730, pp. 133–151.

22. Walck, J.L., Baskin, C.C., Baskin, J.M. (2000). Seeds of *Thalictrum mirabile* (*Ranunculaceae*) require cold stratification for loss of nondeep simple morphophysiological dormancy. *Canadian Journal of Botany.* Vol. 77, no. 12, pp. 1689–SI-16. DOI: 10.1139/b99-149

23. Ferrer, R.H., Carreño, M.A.C., Carreno, E.C. (2023). Influence of environmental conditions on embryo growth, dormancy breaking, and germination in seeds of *Helleborus foetidus* (*Ranunculaceae*). *Acta Physiol Plant.* no. 45(12), 137 p. DOI: 10.1007/s11738-023-03617-5

24. Nadruga, M.D., Prokopiv, A.I. (2013). Osoblivosti ontomorfogenezu *Rumex scutatus* L. u prirodnih populacijah [Peculiarities of ontomorphogenesis of *Rumex scutatus* L. in natural populations]. *Biologichni Studii* [Studia Biologica]. Vol. 7, no. 3, pp. 179–188.

Ontogenesis of *Helleborus foetidus* L. upon introduction in the National Dendrological Park «Sofiyivka» of the National Academy of Sciences of Ukraine

Boiko I., Ishchuk L., Usoltseva O., Ishchuk H., Vegera L.

The article presents the biomorphological features of *Helleborus foetidus* L. at different stages of ontogenesis. The latent, virginal, and partially generative periods of development under the conditions of introduction of the species in the National Dendrological Park «Sofiyivka» of the National Academy of Sciences of Ukraine were studied. Indicator signs of age-related states, their duration and main characteristics were established. It was found out that the fruits ripen in the middle of June. Seeds (sm) are brown in color, bean-shaped, 4.8 ± 0.5 mm long, 2.1 ± 0.3 mm wide, weight of 1000 seeds is 13.4 ± 0.3 g. Indicator signs of the onset of juvenile age (j) are the appearance of true leaves and the formation of lateral roots. The duration of this age-related state is about three months. An indicator of the transition of individuals of *H. foetidus* to the immature age state (im) is the beginning of shoots branching. Signs of basitonia characteristic of *H. foetidus* appear at the initial stages of ontogenesis. In the virgin age (v), the branching of the shoots increases to the third order, additional roots are formed in the places where the basal areas of the lateral shoots touch the surface of the substrate. In the generative period, a hidden generative age state (g_0) is distinguished, the indicator signs of which are the appearance of a transitional type of leaves (with short, wide petioles and a blade much smaller in size than typical leaves of the middle formation) and a characteristic thickening at the shoot top with embryonic inflorescence inside. The total duration of the virginal period of the ontogenesis of *H. foetidus* in the introduction conditions is about 18 months. The generative period is longer than the virginal period.

Key words: *Helleborus foetidus*, age states, seedlings, virginal period, generative.



Copyright: Бойко І.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:

Бойко І.В.

Ішук Л.П.

Усольцева О.Г.

Ішук Г.П.

Вегера Л.В.

<https://orcid.org/0000-0002-4643-6315>

<https://orcid.org/0000-0003-2150-0672>

<https://orcid.org/0000-0001-9253-885X>

<https://orcid.org/0000-0002-4969-0933>

<https://orcid.org/0000-0003-2512-2664>


ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО

УДК 712.2:582.091/.097(477.41)

Дендробіотичне різноманіття парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва місцевого значення «Фастівський», його наукова цінність і стан збереження

Левандовська С.М. , Хрик В.М. 

Білоцерківський національний аграрний університет

 svtmzel@gmail.com



Левандовська С.М., Хрик В.М. Дендробіотичне різноманіття парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва місцевого значення «Фастівський», його наукова цінність і стан збереження. «Агробіологія», 2024. № 1. С. 70–81.

Levandovska S., Khryk V. Dendrobiotic diversity of the «Fastivskiy» landscape park of local significance, its scientific value and preservation state. «Agrobiology», 2024. no. 1, pp. 70–81.

Рукопис отримано: 06.03.2024 р.

Прийнято: 21.03.2024 р.

Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-70-81

Висвітлено результати інвентаризації та комплексного аналізу деревно-чагарникових насаджень парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва місцевого значення «Фастівський». Встановлено, що паркова дендрофлора репрезентована 43 видами, які належать до 33 родів, 21 родини, двох класів та двох відділів. До відділу *Pinophyta* належать 7 видів, які об'єднані в 6 родів, 3 родини, 2 порядки, один підклас та один клас. До відділу *Magnoliophyta* належать 36 видів, які об'єднані у 27 родів, 18 родин, 14 порядків, 4 підкласи і один клас. За кількістю видів домінують родини *Rosaceae* (18,6 %) і *Aceraceae* (11,6 %). Найбільше видове різноманіття у роду *Acer* (5 видів).

Більша частина території парку-пам'ятки (94,12 %) вкрита лісом з переважанням насаджень штучного походження. Лісові масиви, здебільшого, сформовані *Quercus robur* L. (50,8 %) та *Pinus sylvestris* L. (21,3 %). Переважання кількості деревних видів рослин над кількістю видів кущів у дендрофлорі свідчить про лісовий тип садово-паркового ландшафту. Парковий ландшафт відповідає другій стадії рекреаційної дигресії.

Особливої природної цінності парк-пам'ятка набуває завдяки дубовим деревостанам 101–106-річного віку та середньовіковим дендроекзам *Catalpa bignonioides* Walt., *Cunninghamia lanceolata* Hook., *Larix decidua* Mill., *Pinus strobus* L., *Phellodendron amurense* Maxim.

Результати комплексного оцінювання насаджень парку-пам'ятки свідчать про його значну дендрологічну цінність. Найнижчою є оцінка за критеріями санітарного стану деревних насаджень. Встановлено, що загальний санітарний стан паркових насаджень незадовільний: частка (46,0 %) ослаблених, дуже ослаблених і всихаючих дерев переважає частку здорових (35,0 %). Виявлено значну кількість сухостійних дерев (19,0 %), що свідчить про необхідність негайного проведення реконструкції заповідного об'єкта та відновлювальних робіт.

Ключові слова: парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва, таксономічний склад дендрофлори, інтродуценти, вікові дерева, стадії рекреаційної дигресії, лісопатологічні обстеження, санітарний стан.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Найефективнішим засобом охорони видів рослинного і тваринного світу, унікальних природних комплексів, збереження їх природно-ресурсного потенціалу є розширення та підвищення репрезентативності мережі природно-заповідного фонду України. Природно-заповідний фонд України є складовою частиною світової системи природних терито-

рій та об'єктів, що перебувають під особливою охороною, і включає території та об'єкти, які мають особливу природоохоронну, наукову, рекреаційну, естетичну цінність, слугують збереженню природної різноманітності, підтриманню загального екологічного балансу [1].

Діяльність лісогосподарських підприємств спрямована не лише на раціональне та ефективне використання лісових ресурсів, а також

на охорону і збереження біорізноманіття заповідних територій, що є важливим засобом в досягненні цілей сталого розвитку лісового господарства. На сьогодні, у підпорядкуванні Державного агентства лісових ресурсів України перебуває 3281 територій та об'єктів природно-заповідного фонду загальнодержавного і місцевого значення загальною площею 1314 тис. га (16,6 %) [2].

Об'єкти природно-заповідного фонду, зокрема парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва, охороняються як національне надбання, щодо яких встановлюється особливий режим охорони, відтворення та використання. Відповідно до Закону України «Про природно-заповідний фонд України» на цих територіях забороняється будь-яка діяльність, що загрожує їх збереженню [1]. Парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва мають важливе значення щодо створення умов для відпочинку [3, 4], збереження та відновлення здоров'я населення [5], збереження цінних рослин (інтродуцентів, вікових дерев), проведення наукових досліджень, спрямованих на розроблення наукових основ охорони, збереження і відновлення біологічного різноманіття [6–12].

Території та об'єкти природно-заповідного фонду – це, насамперед, природні екосистеми, які потребують постійного моніторингу за змінами видового складу насаджень, оцінювання їхнього життєвого стану з метою подальшої оптимізації чи реконструкції. Однією з головних причин реконструкції заповідних парків є природне старіння насаджень та їх незадовільний санітарний стан.

Значний вітчизняний досвід щодо реконструкції парків-пам'яток садово-паркового мистецтва показав, що в основі розроблення проектних пропозицій щодо їх утримання та реконструкції лежать результати досліджень таксономічного складу насаджень, їх вікової структури, санітарного стану тощо [13–16]. Такі дослідження дадуть змогу виявити найбільш цінні компоненти насадження, які підлягатимуть обов'язковому збереженню в процесі реконструкції; малоцінні, дерева із фаутністю, сухостійні дерева, що є осередками поширення шкідників та збудників хвороб. Отже, науково обґрунтовані пропозиції з догляду та цілеспрямованої реконструкції заповідного об'єкта сприятимуть збереженню дендрофлори, розвитку тваринного світу, відновленню його цільового призначення.

Метою дослідження було проведення інвентаризації деревно-чагарникових видів парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва місцевого значення «Фастівський», аналіз так-

сономічної структури дендрофлори, різноманітності життєвих форм рослин, вікового складу, санітарного стану насаджень, визначення стадії рекреаційної дигресії ландшафту парку.

Матеріал і методи дослідження. Об'єктом досліджень слугувало видове різноманіття та життєвий стан насаджень парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва місцевого значення «Фастівський» (далі – Парк-пам'ятка).

Перші дані про видове різноманіття дендрофлори Парку-пам'ятки знаходимо у матеріалах першого лісовпорядкування 1954 р. На сьогодні, ці дані частково застаріли і не відображають сучасний стан зелених насаджень. Зокрема, повного переліку деревно-чагарникових видів, що зростають у зазначеному заповідному об'єкті, немає.

Таксономічний склад дендрофлори визначено на основі результатів польових досліджень маршрутним методом. Ідентифікацію видів здійснено за довідниками «Дендрофлора України» [17–19]. Систематичне положення таксонів *Pinophyta* наведено відповідно до чекліста А. Фаржона [20], *Magnoliophyta* – сучасної таксономічної системи класифікації квіткових рослин APG III [21]. Назву таксонів прийнято за електронною базою The Plant List [22] з урахуванням чинного Міжнародного кодексу ботанічної номенклатури [23].

Дослідження біоморфологічної структури паркової дендрофлори здійснювали за класифікацією І.Г. Серебрякова [24]. Для аналізу географічної структури дендрофлори використали схему ботаніко-географічного районування Земної кулі, розроблену Г. Мойзелем зі співавторами [25].

Стадії рекреаційної дигресії ландшафту парку встановлювали за відповідною методикою [26]. Санітарний стан насаджень визначали на пробних площах, розміщених у типових місцях на всій території заповідного парку. З цією метою використали методику, затверджену Санітарними правилами в лісах України [27]. Під час переліку дерев на пробних площах виділяли шість категорій стану дерев – здорові, ослаблені, дуже ослаблені, всихаючі та сухостій (свіжий і сухий). Аналіз дерев на наявність шкідників і хвороб проводили згідно з «Методичними вказівками з нагляду, обліку та прогнозування поширення шкідників і хвороб лісу для рівнинної частини України» [28].

Результати дослідження та обговорення. Парк-пам'ятка «Фастівський» – один з восьми парків відповідної категорії, що належать до лісового фонду філії «Білоцерківське лісове господарство» ДП «Ліси України» [29]. Загальна площа парків-пам'яток садово-паркового

містечтва становить 159,6 га або 5,9 % від загальної площі природно-заповідного фонду філії.

Парк-пам'ятка заснований у 1950 р. і займає площу 33,0 га. Оголошений як заповідний об'єкт рішенням виконавчого комітету Київської обласної ради від 28 лютого 1972 року № 118 «Про віднесення пам'яток природи місцевого значення за категоріями, згідно з новою класифікацією та затвердження нововиявлених заповідних територій і природних об'єктів в області» та рішенням виконавчого комітету Київської обласної ради народних депутатів від 18 грудня 1984 року № 441 «Про класифікацію і мережу територій та об'єктів природно-заповідного фонду області» [30].

Від початку створення Парк-пам'ятка був розташований в межах Дмитрівського лісництва ДП «Фастівське лісове господарство» [31]. У зв'язку з приєднанням зазначеного господарства (наказ від 21.10.2021 року № 681) до філії «Білоцерківське лісове господарство» ДП «Ліси України» Парк-пам'ятка з 2022 року входить до складу лісового фонду Фастівського лісництва кв. № 39 виділи №№ 24; 26–31; 34; 36; 40–69; 72 – 16,4 га; кв. № 45 виділи №№ 3–10; 12–47; 51–52; 59; 78; 80 – 16,6 га (рис. 1).

Відповідно до фізико-географічного районування, територія Парку-пам'ятки розташована в межах Подільсько-Придніпровського краю і належить до Київської височинної фізико-географічної області [32].

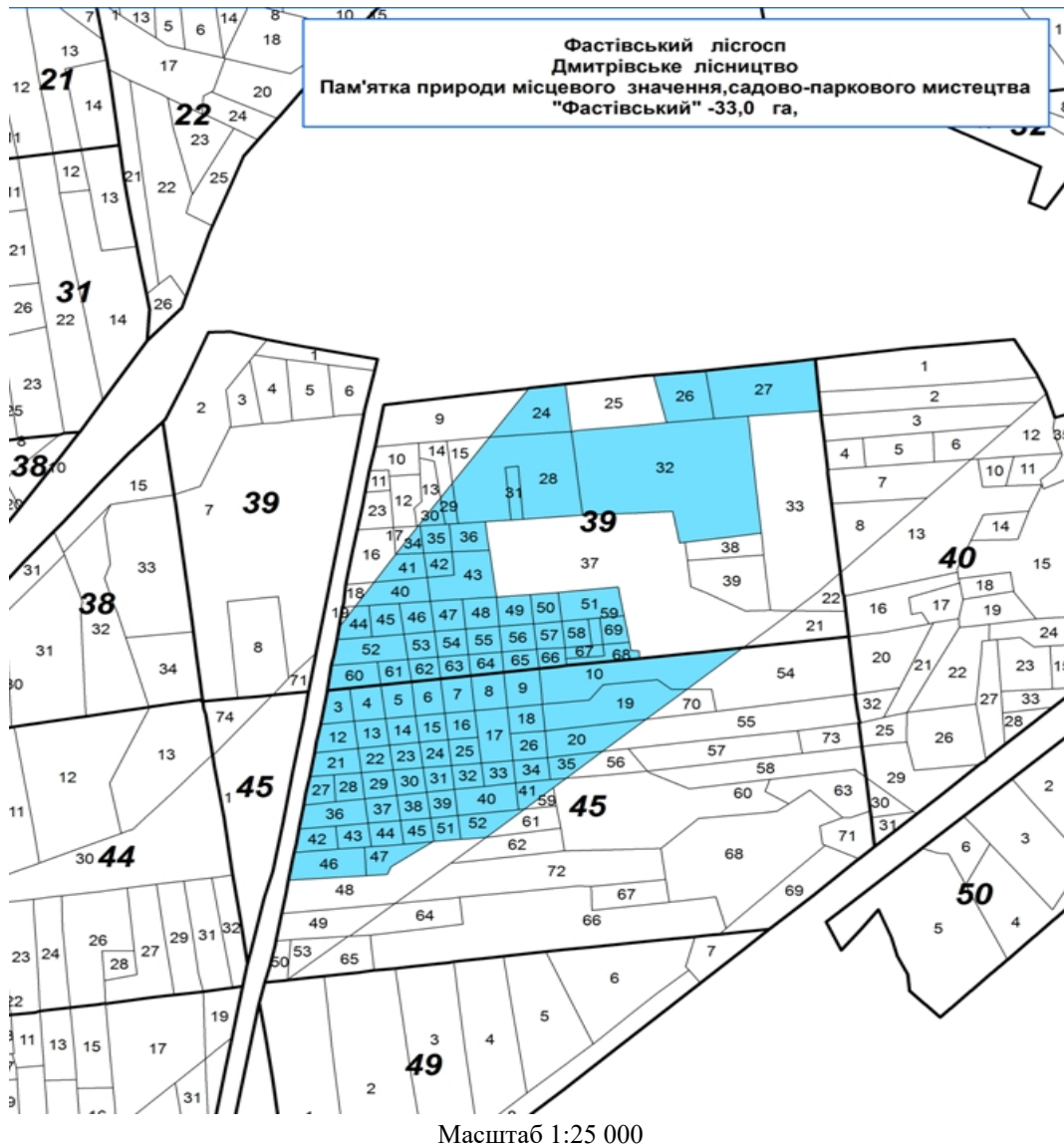


Рис. 1. План-схема парку-пам'ятки садово-паркового містечтва «Фастівський».

Джерело: Проект організації та розвитку лісового господарства Фастівського ДЛГ.

Клімат району розміщення парку помірно континентальний з досить теплим літом та помірно холодною зимою. Його кліматичні ресурси характеризуються такими показниками: кількість опадів за рік близько 521 мм. Сума температур за період із температурою повітря вище +10 °С становить 2750–2950 °С. Щодо середніх багаторічних показників в окремі роки спостерігаються відхилення. Характерні пізні весняні і ранні осінні заморозки.

Опади випадають переважно у теплий період року (травень–червень), після якого часто повторюються тривалі бездошові періоди впродовж 37–42 діб. Річна кількість опадів коливається в межах 550–600 мм, з яких більшість (до 65 %) випадає у теплий період року. Найбільша кількість опадів випадає у червні, а найменша – у жовтні.

Утворення та зникнення снігового покриву суттєво залежать від погодних умов і з року в рік суттєво змінюються.

Середнє багаторічне значення відносної вологості повітря за період 2014–2023 рр. становить 72 %. Найбільші коливання відносної вологості характерні для літа (33–36 %), найменші спостерігаються у зимовий час (5–8 %). Переважно у весняний та пізньолітній періоди відносна вологість може знижуватися до показника 30 % з проявом суховійних явищ і пилових бур. Кількість днів з відносною вологістю повітря понад 80 % становить 84–97.

Грунтовий покрив території Парку-пам'ятки представлений дерново-підзолистими суглинками.

Відповідно до геоботанічного районування територія Парку-пам'ятки належить до Північного Правобережнопридніпровського округу грабово-дубових, дубових лісів, остепнених луків та лучних степів [33]. У межах заповідного об'єкта виділено 4 типи лісу: свіжа грабова судіброва, свіжа грабово-дубово-соснова судіброва, волога грабова судіброва, свіжа грабова діброва. Найбільш поширеним типом лісорослинних умов є свіжі сугруди (D₂).

Майже вся територія заповідного об'єкта зайнята деревно-чагарниковими насадженнями – 94,12 %. Трав'яний покрив представлений широким видовим складом мезотрофів, який під наметом лісу не перевищує 20–35 % покриття. У густих насадженнях він рідкий, збіднілий, а в зріджених деревостанах набуває перегушеного розвитку. У парку зростають типові індикатори найбільш поширених типів лісорослинних умов: *Aegopodium podagraria* L., *Anemone nemorosa* L., *Ajuga reptans* L., *Betonica officinalis* L., *Corydalis solida* (L.) Clairv., *Euphorbia cyparissias* L., *Geranium robertianum* L., *Geum urbanum* L., *Paris quadrifolia* L., *Polygonatum multiflorum* (L.) All., *Pulmonaria*

obscura Dumort, *Stachys sylvatica* L., *Stellaria holostea* L., *Taraxacum officinale* Wigg. та ін.

Дендрофлора Парку-пам'ятки репрезентована 43 видами, які належать до 33 родів, 21 родини, двох класів та двох відділів. Більшість видів (табл. 1) з відділу *Magnoliophyta* – 36 видів (83,7 % від загальної кількості видів), *Pinophyta* – 7 видів (16,3 %).

Із відділу *Pinophyta* виявлено 3 родини та 6 родів. Найчисельнішою виявилася родина *Pinaceae*, яка представлена чотирма родами.

Відділ *Magnoliophyta* має більшу видову репрезентативність, налічує більше родин (18) та родів (27). Домінуючими за видовою різноманітністю є родини *Rosaceae* (8), *Aceraceae* (5), *Betulaceae* (3). Решта родин (15) представлені одним або двома видами. Отже, дендрофлора досліджуваного заповідного об'єкта характеризується небагатим видовим складом.

Корінні деревостани свіжих грабових судібров утворює *Quercus robur* I–Ia класів бонітету та *Pinus sylvestris*. Домішка переважно представлена: *Quercus rubra*, *Fraxinus excelsior*, *Robinia pseudoacacia*, *Carpinus betulus*, *Tilia cordata*, *Acer platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *Betula pendula*, *Cerasus avium*, *Ulmus laevis*. Підлісок, зазвичай, представлений *Swida alba*, *S. sanguinea*, *Corylus avellana*, *Euonymus verrucosa*, *E. europaeus*, *Sambucus nigra*. Значно рідше трапляються *Acer tataricum*, *Rosa canina*, *Crataegus monogyna*, *Viburnum opulus*.

Результати біоморфологічного аналізу складу дендрофлори показали, що життєву форму дерево мають 28 видів (65,1 %), кущ – 8 (18,6 %), проміжну форму дерево-кущ – 6 (14,0 %), ліана – один вид (2,3 %) (рис. 2).

Переважання кількості видів дерев над кількістю видів кущів у дендрофлорі Парку-пам'ятки свідчить про лісовий тип садово-паркового ландшафту. Загальний огляд масивів парку не виявив сформованої структури окремих його компонентів. Паркові насадження утворені змішаними масивами, які сильно заросли самосівом і підростом *Acer campestre*, *A. platanoides*, *Robinia pseudoacacia*, *Carpinus betulus*, менше – *Quercus robur*, *Tilia cordata*, *Ulmus glabra*, що свідчить про природний процес відновлення цих видів і їх паркоутворювальне значення.

Більшість видів дендрофлори Парку-пам'ятки є автохтонними (29 або 67,4 %). Це свідчить про створення значної частини паркової території на основі природних лісових ландшафтів. Значна частина інтродукованих видів (дендроекзотів), які були висаджені під час закладення Парку-пам'ятки, випали зі складу насаджень. Серед цінних екзотичних видів рослин, які збереглися варто відмітити: *Pinus strobus*, *Larix decidua*, *Phellodendron amurense*, *Cunninghamia lanceolata*, *Catalpa bignonioides*.

Таблиця 1 – Таксономічний склад дендрофлори парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва «Фастівський»

№ за/п	Назва виду	Родина	Походження	Життєва форма
Pinophyta				
Pinopsida				
1	<i>Picea abies</i> (L.) Karst.	<i>Pinaceae</i>	А	Д
2	<i>Pinus strobus</i> L.	<i>Pinaceae</i>	І	Д
3	<i>Pinus sylvestris</i> L.	<i>Pinaceae</i>	А	Д
4	<i>Abies alba</i> Mill.	<i>Pinaceae</i>	І	Д
5	<i>Larix decidua</i> Mill.	<i>Pinaceae</i>	І	Д
6	<i>Thuja occidentalis</i> L.	<i>Cupressaceae</i>	І	Д
7	<i>Cunninghamia lanceolata</i> Hook.	<i>Taxodiaceae</i>	І	Д
Magnoliophyta				
Magnoliopsida				
8	* <i>Quercus robur</i> L.	<i>Fagaceae</i>	А	Д
9	* <i>Quercus rubra</i> L.	<i>Fagaceae</i>	І	Д
10	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	<i>Fabaceae</i>	І	Д
11	<i>Betula pendula</i> Roth	<i>Betulaceae</i>	А	Д
12	<i>Betula pubescens</i> Ehrh.	<i>Betulaceae</i>	А	Д
13	<i>Carpinus betulus</i> L.	<i>Betulaceae</i>	А	Д
14	<i>Populus tremula</i> L.	<i>Salicaceae</i>	А	Д
15	<i>Salix caprea</i> L.	<i>Salicaceae</i>	А	Д/К
16	<i>Ulmus carpinifolia</i> Rupp.	<i>Ulmaceae</i>	А	Д
17	<i>Ulmus laevis</i> Pall.	<i>Ulmaceae</i>	А	Д
18	<i>Tilia cordata</i> Mill.	<i>Tiliaceae</i>	А	Д
19	<i>Phellodendron amurense</i> Rupr.	<i>Rutaceae</i>	І	Д
20	<i>Acer campestre</i> L.	<i>Aceraceae</i>	А	Д
21	<i>Acer negundo</i> L.	<i>Aceraceae</i>	І	Д
22	<i>Acer platanoides</i> L.	<i>Aceraceae</i>	А	Д
23	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	<i>Aceraceae</i>	І	Д
24	<i>Acer tataricum</i> L.	<i>Aceraceae</i>	А	Д/К
25	<i>Corylus avellana</i> L.	<i>Corylaceae</i>	А	Д/К
26	<i>Cerasus avium</i> (L.) Moench	<i>Rosaceae</i>	А	Д
27	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	<i>Rosaceae</i>	А	К
28	<i>Malus domestica</i> Borkh.	<i>Rosaceae</i>	А	Д
29	<i>Padus avium</i> Mill.	<i>Rosaceae</i>	А	Д/К
30	<i>Prunus spinosa</i> L.	<i>Rosaceae</i>	А	К
31	<i>Pyrus communis</i> L.	<i>Rosaceae</i>	А	Д
32	<i>Rosa canina</i> L.	<i>Rosaceae</i>	А	К
33	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	<i>Rosaceae</i>	А	Д/К
34	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	<i>Oleaceae</i>	А	Д
35	<i>Euonymus europaeus</i> L.	<i>Celastraceae</i>	А	К
36	<i>Euonymus verrucosa</i> Scop.	<i>Celastraceae</i>	А	К
37	<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	<i>Hippocastanaceae</i>	І	Д
38	<i>Swida alba</i> (L.) Opiz.	<i>Cornaceae</i>	І	К
39	<i>Swida sanguinea</i> (L.) Opiz.	<i>Cornaceae</i>	А	К
40	<i>Sambucus nigra</i> L.	<i>Sambucaceae</i>	А	Д/К
41	<i>Viburnum opulus</i> L.	<i>Viburnaceae</i>	А	К
42	<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch.	<i>Vitaceae</i>	І	Л
43	<i>Catalpa bignonioides</i> Walt.	<i>Bignoniaceae</i>	І	Д

Примітка: І – інтродуцент, А – автохтонний вид, Д – дерево, К – кущ, Д/К – дерево-кущ, Л – ліана, * – наявність вікових дерев.

Джерело: складено авторами цього дослідження.

Аналіз географічної структури дендрофлори за первинними ареалами виявив значне переважання представників Циркумбореальної флористичної області (28 видів, 65,1 %) (рис. 3). Це як автохтонні (*Pinus sylvestris*, *Quercus robur*, *Carpinus betulus*, *Acer campestre*, *A. platanoides*, *Ulmus carpinifolia*, *Tilia cordata*, *Rosa canina*, *Crataegus monogyna* та ін.), так й інтродуковані (*Larix decidua*, *Abies alba*, *Acer pseudoplatanus*, *Swida alba*) види рослин.

Атлантично-Північноамериканська флористична область посідає друге місце за кількістю видів і представлена 12 (27,9 %) видами (*Pinus strobus*, *Thuja occidentalis*, *Robinia pseudoacacia*, *Acer negundo*, *Quercus rubra*, *Parthenocissus quinquefolia*, *Catalpa*

bignonioides). Східноазійська флористична область представлена двома (4,7 %) видами (*Cunninghamia lanceolata*, *Phellodendron amurense*). Лише один вид (2,3 %) походить із Середземноморської флористичної області – *Aesculus hippocastanum*.

Результати вивчення вікової структури дендрофлори Парку-пам'ятки показали, що більша частина деревостану представлена середньовіковими насадженнями (68–85 років). Відмічено екземпляри *Quercus robur* віком 101 (вид. 16, кв. 45) та 106 років (вид. 33 кв. 45) і *Quercus rubra* – 101 рік (вид. 45 кв. 45). Ця група вікових дерев має значну наукову й естетичну цінність, а тому потребує постійного моніторингу та застосування заходів з охорони.

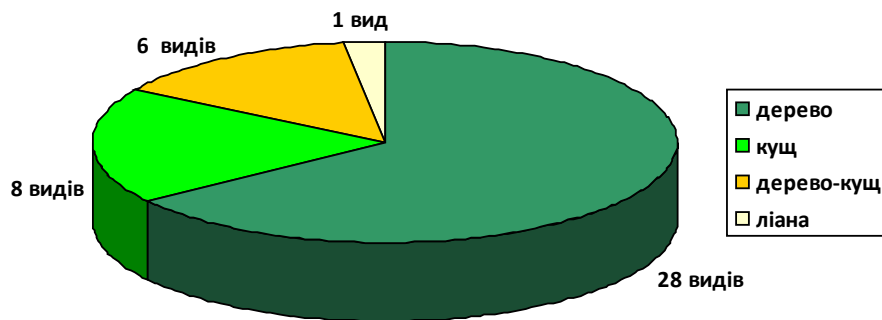


Рис. 2. Розподіл дендрофлори парку-пам'ятки «Фастівський» за життєвими формами.

Джерело: виконано авторами цього дослідження.

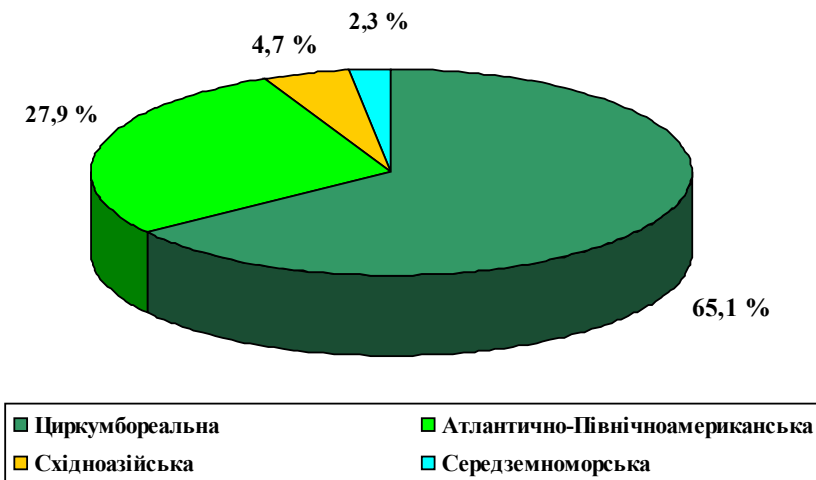


Рис. 3. Географічний спектр дендрофлори парку-пам'ятки «Фастівський».

Джерело: складено авторами цього дослідження.

Цінними для парку є також середньовікові насадження *Picea abies* (93 роки) у вид. 3, 4, 12, 13 кв. 45; *Tilia cordata* (93 роки) у вид. 31 кв. 45; *Pinus sylvestris* (96 років) у вид. 27 і 37 кв. 45; *Pinus strobus* (92 роки) у вид. 29 кв. 45; *Larix decidua* (92 роки) у вид. 35 кв. 45.

Стадії рекреаційної дигресії ландшафту перебувають у прямій залежності від рекреаційних навантажень. Насадження Парку-пам'ятки межують з околицями мікрорайону «Потіївка» м. Фастів, є місцем відвідування та відпочинку його мешканців, тож перебувають під впливом рекреаційного навантаження. Ландшафт Парку-пам'ятки відповідає другій стадії рекреаційної дигресії. Дерев, підріст і підлісок в задовільному та доброму стані. Трав'яний покрив мало пошкоджений, його ярусність збереглася. Підстилка не пошкоджена. Відношення площі стежок до загальної території становить 6–10 %.

Більшість насаджень заповідного об'єкта штучного походження. Стійкість штучних деревостанів до більшості негативних чинників зовнішнього середовища істотно знижена у порівнянні зі стійкістю природних насаджень. Проведено лісопатологічне обстеження насаджень з метою визначення їх санітарного стану, встановлення причин всихання та виявлення діючих осередків шкідників і хвороб.

В результаті візуального огляду насаджень виявлено значну кількість сухостійних дерев головних порід; дерев, пошкоджених збудниками хвороб, стовбуровими шкідниками та комахами-хвоєлистогризами.

Зниження життєздатності насаджень Парку-пам'ятки характеризується розподілом дерев за категоріями санітарного стану (рис. 4).

Розподіл деревостанів за категоріями санітарного стану свідчить, що у парку I категорія становить лише 35 %. Спостерігаємо значний відсоток (16) свіжого сухоостою.

Обстеження соснових деревостанів дозволило схарактеризувати їх стан як хронічно ослаблений, у деяких виділах (40, 41, 61, 64, 68 кв. 39; 4, 9, 13, 27, 29, 30, 37 кв. 45) як дуже ослаблений. Значний обсяг сухостійних дерев утворився внаслідок сніголамів минулих років. Інші причини утворення сухостіїв зумовлені негативним впливом абіотичних і біотичних чинників, зокрема: затяжні атмосферні посухи, зниження рівня ґрунтових вод, екстремальні прояви стихії, розвиток фітопатогенних утворень. Всі ці процеси сприяли формуванню оптимальних умов для зростання чисельності популяції стовбурових шкідників (*Ips acuminatus* Gyllenhal, *Ips sexdentatus* Boern., *Orthotomicus laricis* Fabricius, *Tomicus minor* Hartig, *Tomicus piniperda* L., *Xyleborus eurigraphus* Ratz.), угруповання яких, з часом, набуло ознак комплексних осередків. Під час обстеження виявлено поодинокі характерні ознаки розвитку *Neodiprion sertifer* Geoff.: хвоя верхівкових частин дерев скручена, рудо-жовтого кольору. Підвищення чисельності вторинних шкідників, їх активної життєдіяльності на ослаблених деревах, спричинило погіршення санітарного стану насаджень сосни звичайної, і, відповідно збільшення кількості дерев IV–VI категорій стану.

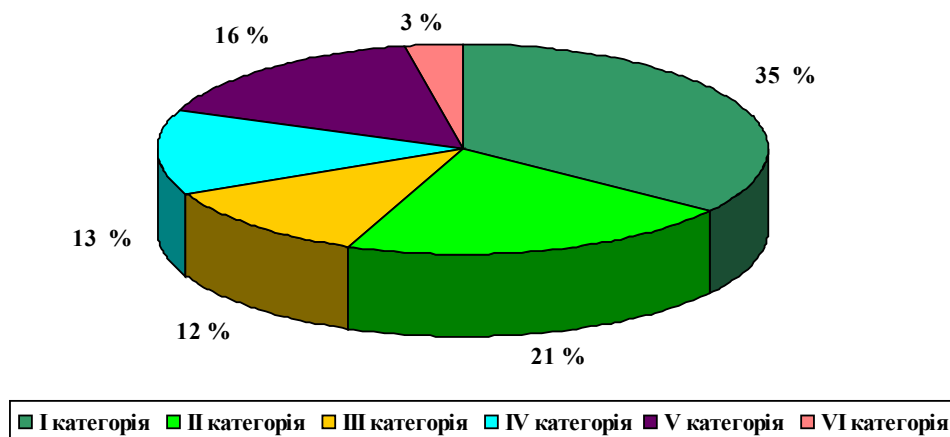


Рис. 4. Розподіл насаджень парку-пам'ятки «Фастівський» за категоріями санітарного стану.

Джерело: складено авторами цього дослідження.

Всихання ялини європейської (вид. 42, 59 кв. 39; вид. 4, 12, 40 кв. 45) пов'язане з негативним впливом загального дефіциту вологи. На фоні цього спостерігається ослаблення і поява кореневих гнилей, збудниками яких є: *Onnia circinata* (Fr.) P. Karst., *Armillariella mellea* (Fr. ex Vahl.) Karst., *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. Найвність постійних вогнищ кореневих гнилей стали причиною інтенсивного заселення ксилофагом *Ips typographus* L. та іншими вторинними видами шкідників, характерними для ялини. На окремих деревах виявлено трутовика облямованого (*Fomitopsis pinicola* (Sw. ex Fr.) Karst.), який спричиняє буру деструктивну гниль стовбура.

Під час обстеження дубових деревостанів виявлено значну кількість дерев дуба звичайного (вид. 50, 69 кв. 39; вид. 6, 7, 16, 23, 33, 44 кв. 45) з ознаками хронічного ослаблення та відмерлих дерев, які досягли кінцевого розвитку патологій. У таких насадженнях повнота знижується до 0,3–0,4. Спостерігається поширений верхівковий тип всихання, за якого відмирають не лише гілки нижніх порядків, а також скелетні пагони. Через поступовий розвиток гнилизни, що виникає внаслідок ураження *Fomitiporia robusta* (P. Karst.) Fiasson et Niemelä та *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Bond, et Sinq формується стовбуровий тип всихання. На окремих деревах спостерігаються ознаки заселення стовбуровими шкідниками, зокрема: *Scolytus intricatus* Ratz., *Chrysobothris affinis* Fabr., *Agrius angustulus* Illig., *A. viridis* L. Стовбурові шкідники перебувають у симбіозі з низкою патогенних грибів, які попадаючи в тканини деревини живих дерев стимулюють їх всихання та швидке зниження товарної якості деревини. Загалом, у насадженні переважають дерева II і III категорій санітарного стану.

У дерев клена гостролистого патологічні процеси проявляються у всиханні крони від слабого ступеня до повного її відмирання (вид. 24 кв. 39; вид. 6, 18, 16, 23, 38 кв. 45). Причинами цього є ураження *Verticillium dahliae* Kleb.

Спостерігається загроза і для *Aesculus hippocastanum* (вид. 30 кв. 45), який у насадженнях України масово пошкоджує *Cameraria ohridella* Deschka et Dimic [34].

Загалом, результати проведених досліджень свідчать, що санітарний стан деревних насаджень парку-пам'ятки «Фастівський» незадовільний. У зв'язку з цим парк втрачає своє цільове призначення як об'єкт природно-заповідного фонду.

Висновки. Дендрофлора парку-пам'ятки «Фастівський» репрезентована 43 видами деревно-чагарникових рослин, які належать до 33 родів, 21 родини, двох класів та двох відділів. З відділу *Pinophyta* виявлено 3 родини та 6 родів. Відділ *Magnoliophyta* представляють 18 родин і 27 родів. Домінуючими за видовою різноманітністю є родини *Rosaceae* (8), *Aceraceae* (5), *Betulaceae* (3). Найбільше видове різноманіття у роду *Acer* (5 видів). Частина видів первинного складу насаджень донині не збереглась.

Встановлено, що сучасні насадження парку формують дерева (65,1 %), кущі (18,6 %), ліани (2,3 %), зустрічається проміжна життєва форма дерево-кущ (14,0 %), які за походженням, переважно, автохтонні (67,4 %). У складі деревостанів мають превагу *Quercus robur* та *Pinus sylvestris*, що доводить їх паркотвірне значення у формуванні насаджень. Серед цінних дендроекзотів, які збереглися, варто відмітити: *Pinus strobus*, *Larix decidua*, *Phellodendron amurense*, *Cuninghania lanceolata*, *Catalpa bignonioides*.

Переважає кількість видів дерев над кількістю видів кущів у дендрофлорі парку свідчить про лісовий тип садово-паркового ландшафту. Парковий ландшафт перебуває на другій стадії рекреаційної дигресії.

Аналіз географічної структури дендрофлори показав, що досліджені види рослин походять із Циркумбореальної, Атлантико-Північно-американської, Східноазійської та Середземноморської флористичних областей Голарктичного флористичного царства, між якими існує зв'язок подібності кліматичних умов.

Встановлено, що загальний санітарний стан паркових насаджень незадовільний: частка здорових дерев (I-ї категорії) становить лише 35 %. Виявлено значну кількість (16 %) свіжих сухостійних дерев (V-ї категорії). Основними причинами погіршення санітарного стану дерев у складі насаджень є пошкодження збудниками хвороб, стовбуровими шкідниками та комахами-хвоєлистогризами.

Вивчення і оцінка сучасного стану дендрофлори парку-пам'ятки «Фастівський» свідчить про необхідність негайного проведення його реконструкції та відновлювальних робіт.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Про природно-заповідний фонд України: Закон України. Відомості Верховної Ради України. 1992. № 34. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-12#Text/>
2. Нарощування природоохоронного потенціалу і збереження біорізноманіття в лісах. URL: <https://forest.gov.ua/napryamki-diyalnosti/lisove-gospodarstvo/naroshchuvannya-prirodoohoronno-go-potencialu-i-zberezhennya-bioriznomanittya-v-lisah>

3. Клименко Ю.О. Насадження старовинних парків-пам'яток садово-паркового господарства Житомирської області. Науковий вісник НЛТУ України. 2009. Вип. 19.7. С. 28–37.
4. Markov F. Comprehensive assessment of Korostyshev park, the monument of landscape art, Zhytomyr district, Ukraine. *Forestry Ideas*. 2014. Vol. 20. No 1 (47). P. 111–117.
5. Левандовська С.М., Олешко О.Г. Парк «Кагарлицький»: сучасний стан екзотичної дендрофлори. Актуальні питання сучасної аграрної науки: матеріали IV міжнар. наук.-практ. конф. Умань, 2016. С. 120–122.
6. Покотилова К.Г. Систематичний та біоморфологічний аналіз дендрофлори штучних заповідних парків Рівненської області. Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Біологічні науки. 2018. № 8 (381). С. 17–22.
7. Михайлович Н.В. Структурний аналіз дендрофлори парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва «Чернівецький парк культури і відпочинку ім. Т.Г. Шевченка». Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Лісівництво та декоративне садівництво. 2014. Вип. 198 (1). С. 175–180.
8. Попова О.М., Абрашкіна І.В. Аналіз дендрофлори парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва «Міський сад» (м. Ізмаїл, Одеська область). Вісник Національного науково-природничого музею. 2015. Т. 13. С. 85–92.
9. Іванченко О.Є. Видове різноманіття та таксаційні показники деревної рослинності центрального парку культури і відпочинку м. Кам'янське. Питання біоіндикації та екології. 2017. Вип. 22. № 1. С. 66–85.
10. Решетюк О.В. Перспективи використання парків природно-заповідного фонду Буковини для збагачення її біорізноманіття. Науковий вісник НЛТУ України. 2017. Т. 27. № 10. С. 42–50.
11. Грицай Н.Б. Таксономічна структура дендрофлори парку молоді м. Рівного. Біологія та екологія. 2018. Т. 4. № 1. С. 27–33.
12. Решетюк О.В. Біологічна оцінка насаджень дендропарку «Нижньостановецький». Науковий вісник НЛТУ України. 2016. Вип. 26.3. С. 151–158.
13. Сучасний стан насаджень дендропарку «Володимирівський» ДП «Гусятинське лісове господарство» та перспективи його розвитку / О.І. Лялін та ін. Науковий вісник НЛТУ України. 2020. Т. 30. № 4. С. 62–66.
14. Оцінка стану зелених насаджень парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва загальнодержавного значення «Скала-Подільський парк» / Д.І. Бідолах та ін. Український журнал лісівництва та деревинознавства. 2021. Ч. 12. № 3. С. 35–44.
15. Немерцалов В.В., Коломійчук В.П., Васильєва Т.В. Сучасний стан дендрофлори парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва місцевого значення «Парк інституту ім. В.П. Філатова». Вісник ОНУ. Біологія. 2021. Т. 26. Вип. 1(48). С. 55–70.
16. Левандовська С.М., Олешко О.Г. Моніторинг стану зелених насаджень заповідного парку «Томилівський». Сучасні виклики і актуальні проблеми лісівничої освіти, науки та виробництва: матеріали II міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. Біла Церква: БНАУ, 2022. С. 103–105.
17. Дендрофлора України. Дикорослі та культивовані дерева й кущі. Голонасінні / за ред. М.А. Кохна, С.І. Кузнецова. Київ: Вища школа, 2001. 207 с.
18. Дендрофлора України: дикорослі і культивовані дерева та кущі. Покритонасінні / за ред. М.А. Кохна. Київ: Фітосоціоцентр, 2002. Ч. 1. 448 с.
19. Дендрофлора України: дикорослі й культивовані дерева і кущі. Покритонасінні / за ред. М.А. Кохна, Н.М. Трофименко. Київ: Фітосоціоцентр, 2005. Ч. 2. 716 с.
20. Farjon A. *World Checklist and Bibliography of Conifers*. Kew: Royal Botanic Gardens. 1998. 298 p.
21. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Bot. J. Linn. Soc.* 2009. Vol. 161. No 2. P. 105–121.
22. The Plant List, 2013, Version 1.1. URL: <http://www.theplantlist.org/>
23. 2018. International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Shenzhen Code) adopted by the Nineteenth International Botanical Congress Shenzhen / N.J. Turland et al. Glashütten: Koeltz Botanical Books. DOI: 10.12705/Code.2018
24. Кучерявий В.П. Екологія. Львів: Світ, 2000. 500 с.
25. Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen Flora Karte / H. Meusel et al. Jena: Veb G. Fischer Verlag, 1978. Bd. 2. 421 p.
26. Методичні рекомендації щодо визначення максимального рекреаційного навантаження природних комплексів і об'єктів у межах природно-заповідного фонду України за зонально-регіональним розподілом. Державна служба заповідної справи Міністерства України. Науковий центр заповідної справи Міністерства України. Київ, 2003. 43 с.
27. Санітарні правила в лісах України: Постанова Кабінету Міністрів України № 555 від 27.07.1995 р. (в ред. Постанови КМ України від 26.10.2016 р. № 756). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-95-%D0%BF#Text>
28. Методичні вказівки з нагляду, обліку та прогнозування поширення шкідників і хвороб лісу для рівнинної частини України / за ред. В.Л. Мешкової. Харків: ТОВ Планета-Прінт, 2020. 92 с.
29. Перелік об'єктів природно-заповідного фонду Київської області. URL: <http://pzf.land.kiev.ua/pzf-obl-10.html>
30. Природно-заповідний фонд Київської області / О. Василюк та ін. Київ: НЕЦУ, 2012. 338 с.
31. Проект організації та розвитку лісового господарства Фастівського ДЛГ державного лісогосподарського об'єднання «Київліс». Том II. Книга I. Ірпінь, 2014. 238 с.
32. Маринич О.М., Пархоменко Г.О., Петренко О.М., Шищенко П.Г. Удосконалена схема фізико-географічного районування України. Український географічний журнал. 2003. № 1. С. 16–20.

33. Карта геоботанічного районування України. URL: <http://геомап.land.kiev.ua/zoning-5.html>.

34. Оцінювання сучасного стану парку села Іванівка Уманського району та проект його реконструкції / В.П. Шлапак та ін. Науковий вісник НЛТУ України. Львів. 2018. Т. 28. № 6. С. 47–52.

REFERENCES

1. Pro pryrodno-zapovidnyi fond Ukrainy: Zakon Ukrainy [On the Nature Reserve Fund of Ukraine: Law of Ukraine]. Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy [Information of the Verkhovna Rada of Ukraine]. 1992, no. 34. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-12#Text/>

2. Naroshchuvannya pryrodookhoronnoho potentsialu i zbrezhennia bioriznomanittia v lisakh [Increasing nature protection potential and preserving biodiversity in forests]. Available at: <https://forest.gov.ua/napryamki-diyalnosti/lisove-gospodarstvo/naroshchuvannya-prirodookhoronogo-potencialu-i-zbrezhennia-bioriznomanittia-v-lisakh>

3. Klymenko, Yu. O. (2009). Nasadzhennia starovynnykh parkiv-pamiatok sadovo-parkovoho hospodarstva Zhytomyrskoi oblasti [Planting of ancient parks-monuments of horticulture in the Zhytomyr region]. Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy [Scientific bulletin of NLTU of Ukraine]. Issue 19.7, pp. 28–37.

4. Markov, F. (2014). Comprehensive assessment of Korostyshev park, the monument of landscape art, Zhytomyr district, Ukraine. Forestry Ideas. Vol. 20, no. 1 (47), pp. 111–117.

5. Levandovska, S.M., Oleshko, O.H. (2016). Park «Kaharlytskyi»: suchasnyi stan ekzotychnoi dendroflory [Kaharlytskyi Park: the current state of exotic dendroflora]. Aktualni pytannia suchasnoi ahrarnoi nauky: materialy IV mizhnar. nauk.-prakt. konf. [Current issues of modern agricultural science: materials of the IV International science and practice conf.]. Uman, pp. 120–122.

6. Pokotylova, K.H. (2018). Systematychnyi ta biomorfolohichnyi analiz dendroflory shtuchnykh zapovidnykh parkiv Rivnenskoï oblasti [Systematic and biomorphological analysis of dendroflora of artificial protected parks of Rivne region]. Naukovyi visnyk Skhidnoievropeiskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky. Biolohichni nauky [Scientific Bulletin of Lesya Ukrainka East European National University. Biological sciences]. Issue 8 (381), pp. 17–22.

7. Mykhailovych, N.V. (2014). Strukturnyi analiz dendroflory parku-pamiatky sadovo-parkovoho mystetstva «Chernivetskyi park kultury i vidpochynku im. T.H. Shevchenka» [Structural analysis of the dendroflora of the park-monument of horticultural art "Chernivetsky Park of Culture and Recreation named after T.G. Shevchenko"]. Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy. Lisivnytstvo ta dekoratyvne sadivnytstvo [Scientific Bulletin of the National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine. Forestry and decorative horticulture]. Issue 198 (1), pp. 175–180.

8. Popova, O.M., Abrashkina, I.V. (2015). Analiz dendroflory parku-pamiatky sadovo-parkovoho

mystetstva «Miskyi sad» (m. Izmail, Odeska oblast) [Analysis of the dendroflora of the park-monument of horticultural art "City Garden" (Izmail city, Odesa region)]. Visnyk Natsionalnoho naukovopriryrodnogo muzeiu [Bulletin of the National Museum of Science and Nature]. Issue 13, pp. 85–92.

9. Ivanchenko, O.Ye. (2017). Vydove riznomanittia ta taksatsiini pokaznyky derevnoi roslynosti tsentralnoho parku kultury i vidpochynku m. Kamianske [Species diversity and tax indicators of woody vegetation of the central park of culture and recreation in the city of Kamianske]. Pytannia bioindykatsii ta ekolohii [Issues of bioindication and ecology]. Vol. 22, no. 1, pp. 66–85.

10. Reshetiuk, O.V. (2017). Perspektyvy vykorystannia parkiv pryrodno-zapovidnoho fondu Bukovyny dlia zbahachennia yii bioriznomanittia [Prospects for using the parks of the nature reserve fund of Bukovyna to enrich its biodiversity]. Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy [Scientific bulletin of NLTU of Ukraine]. Vol. 27, no. 10, pp. 42–50.

11. Hrytsai, N.B. (2018). Taksonomichna struktura dendroflory parku molodi m. Rivnoho [Taxonomic structure of the dendroflora of the Rivne Youth Park]. Biolohiia ta ekolohiia [Biology and ecology]. Vol. 4, no. 1, pp. 27–33.

12. Reshetiuk, O.V. (2016). Biolohichna otsinka nasadzen dendroparku «Nyzhnostanovetskyi» [Biological evaluation of the plantings of the Arboretum "Nizhnyostanovetskyi"]. Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy [Scientific bulletin of NLTU of Ukraine]. Issue 26.3, pp. 151–158.

13. Lialin, O.I., Bondarenko, V.V., Musiienko, S.I., Tarnopilska, O.M., Tkach, L.I., Babenko, A.V. (2020). Suchasnyi stan nasadzen dendroparku «Volodymyrivskyi» DP «Hutianske lisove hospodarstvo» ta perspektyvy yoho rozvytku [Current state of plantations of the Arboretum "Volodymyrivskyi" SE "Hutyian Forestry" and prospects for its development]. Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy [Scientific bulletin of NLTU of Ukraine]. Vol. 30, no. 4, pp. 62–66.

14. Bidolakh, D.I., Kuzovych, V.S., Hryniuk, Yu.H., Pidkhovna, S.M., Tymanska, O.B. (2021). Otsinka stanu zelenykh nasadzen parku-pamiatky sadovo-parkovoho mystetstva zahalnodержавного значення «Skala-Podilskyi park» [Assessment of the condition of the green areas of the park-monument of horticultural art of national significance "Skala-Podilskyi Park"]. Ukrainskyi zhurnal lisivnytstva ta derevynoznavstva [Ukrainian Journal of Forestry and Wood Science]. Part 12, no. 3, pp. 35–44.

15. Nemertsalov, V.V., Kolomiichuk, V.P., Vasylieva, T.V. (2021). Suchasnyi stan dendroflory parku-pamiatky sadovo-parkovoho mystetstva mistsevoho значення «Park instytutu im. V.P. Filatova» [The current state of the dendroflora of the park-monument of horticultural art of local importance "Park of the Institute named after V.P. Filatov"]. Visnyk ONU. Biolohiia [ONU Bulletin. Biology]. Vol. 26, Issue. 1(48), pp. 55–70.

16. Levandovska, S.M., Oleshko, O.H. (2022). Monitoryng stanu zelenykh nasadzen zapovidnoho parku «Tomylivskyi» [Monitoring the condition of

green areas of the protected park "Tomylivskiy". Suchasni vyklyky i aktualni problemy lisivnychoi osvity, nauky ta vyrobnytstva: materialy II mizhnar. nauk.-prakt. internet-konf. [Modern challenges and actual problems of forestry education, science and production: materials of the II international. science and practice internet conference]. Bila Tserkva, pp. 103–105.

17. Kokhna, M.A., Kuznetsova, S.I. (2001). Dendroflora Ukrainy. Dykorosli ta kultyvovani dereva y kushchi. Holonasinni [Dendroflora of Ukraine. Wild and cultivated trees and shrubs. Gymnosperms]. Kyiv, High school, 207 p.

18. Kokhna, M.A. (2002). Dendroflora Ukrainy: dykorosli i kultyvovani dereva ta kushchi. Pokrytonasinni [Dendroflora of Ukraine: wild and cultivated trees and bushes. Angiosperms]. Kyiv, Phytosocial Center, Part 1, 448 p.

19. Kokhna, M.A., Trofymenko, N.M. (2005). Dendroflora Ukrainy: dykorosli y kultyvovani dereva i kushchi. Pokrytonasinni [Dendroflora of Ukraine: wild and cultivated trees and bushes. Angiosperms]. Kyiv, Phytosocial Center, Part 2, 716 p.

20. Farjon, A. (1998). World Checklist and Bibliography of Conifers. Kew: Royal Botanic Gardens. 298 p.

21. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. Bot. J. Linn. Soc. 2009, Vol. 161, no. 2, pp. 105–121.

22. The Plant List. Version 1.1. 2013. Available at: <http://www.theplantlist.org/>

23. Turland, N.J., Wiersema, J.H., Barrie, F.R., Greuter, W., Hawksworth, D.L., Herendeen, P.S., Knapp, S., Kusber, W.-H., Li, D.-Z., Marhold, K., May, T. W., McNeill, J., Monro, A.M., Prado, J., Price, M.J., Smith, G.F. (2018). International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Shenzhen Code) adopted by the Nineteenth International Botanical Congress Shenzhen, China, July 2017. Glashütten: Koeltz Botanical Books. DOI: 10.12705/Code.

24. Kucheriavyi, V.P. (2000). Ekolohiia [Ecology]. Lviv, World, 500 p.

25. Meusel, H., Jager, E., Rauschert, S. (1978). Vergleichende Chorologie der Zentraleuropaischen Flora Karten. Jena: Veb G. Fischer Verlag. Bd. 2. 421 p.

26. Metodichni rekomendatsii shchodo vyznachennia maksimalnogo rekreatsiynoho navantazhennia pry rodnnykh kompleksiv i ob'ektiv u mezhakh pryrodno-za povidnogo fondu Ukrainy za zonalno-rehionalnym rozpodilom. Derzhavna sluzhba zapovidnoi spravy Minekoresursiv Ukrainy [Methodological recommendations for determining the maximum recreational load at native complexes and objects within the natural protection fund of Ukraine according to zonal and regional distribution]. Derzhavna sluzhba zapovidnoi spravy Minekoresursiv Ukrainy [State Service of Conservation Affairs of the Ministry of Natural Resources of Ukraine]. 2003, 43 p.

27. Sanitarni pravyla v lisakh Ukrainy. Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy № 555 vid 27.07.1995 r. (v red. Postanovy KM Ukrainy vid 26.10.2016 r. № 756) [Sanitary regulations in the forests of Ukraine. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No.

555 dated 27.07.1995 (as amended by Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 756 dated 26.10.2016)]. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-95-%D0%BF#Text>

28. Metodichni vkazivky z nahliadu, obliku ta prohnozuvannia poshyrennia shkidnykiv i khvorob lisu dlia rivnynoi chastyny Ukrainy [Methodological guidelines for monitoring, recording and forecasting the spread of forest pests and diseases for the plain part of Ukraine]. Kharkiv, LLC Planeta-Print, 2020, 92 p.

29. Perelik ob'ektiv pryrodno-zapovidnogo fondu Kyivskoi oblasti [List of objects of the natural reserve fund of the Kyiv region]. Available at: <http://pzf.land.kiev.ua/pzf-obl-10.html>

30. Vasyliuk, O., Kostyushyn, V., Norenko, K., Plyha, A., Prekrasna, Ye., Kolomytsev, H., Fatikova, M. (2012). Pryrodno-zapovidnyi fond Kyivskoi oblasti [Nature reserve fund of Kyiv region]. Kyiv, NETSU, 338 p.

31. Proekt orhanizatsii ta rozvytku lisovoho hospodarstva Fastivskoho DLH derzhavnogo lisohospodarskoho ob'iednannia «Kyivlis» [The project of the organization and development of forestry of the Fastivsky DLH of the state forestry association "Kyivlis"]. Irpin, 2014, Vol. II, Book I, 238 p.

32. Marynych, O.M., Parkhomenko, H.O., Petrenko, O.M., Shyshchenko, P.H. (2003). Udoskonalena skhema fizyko-heohrafichnogo raionuvannia Ukrainy [Improved scheme of physical and geographical zoning of Ukraine]. Ukrainskyi heohrafichnyi zhurnal [Ukrainian Geographical Journal]. no. 1, pp. 16–20.

33. Karta heobotanichnogo raionuvannia Ukrainy [Map of geobotanical zoning of Ukraine]. Available at: <http://geomap.land.kiev.ua/zoning-5.html>

34. Shlapak, V.P., Kodzhebash, A.V., Kozachenko, I.V., Parubok, M.I., Maslovata, S.A. (2018). Otsiniuvannia suchasnoho stanu parku sela Ivanivka Umanskoho raionu ta proekt yoho rekonstruktsii [Assessment of the current state of the Ivanivka village park in the Uman district and its reconstruction project]. Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy [Scientific bulletin of NLTU of Ukraine]. Lviv, Vol. 28, no. 6, pp. 47–52.

Dendrobiotic diversity of the «Fastivskiy» landscape park of local significance, its scientific value and preservation state

Levandovska S., Khryk V.

The inventory results and comprehensive analysis of tree and shrub plantations of the park-monument of horticultural art of local importance «Fastivskiy» are highlighted. It was established that the park dendroflora is represented by 43 species belonging to 33 genera, 21 families, two classes and two divisions. The division *Pinophyta* includes 7 species, which are grouped into 6 genera, 3 families, 2 orders, one subclass and one class. The department *Magnoliophyta* includes 36 species, which are grouped into 27 genera, 18 families, 14 orders, 4 subclasses, and one class. The families *Rosaceae* (18,6%) and *Aceraceae* (11,6%) dominate by the number of species. The genus *Acer* has the greatest species diversity (5 species).

Most of the territory of the landmark park (94,12%) is covered with forest, with the predominance of plantations of artificial origin. Forest massifs are mainly formed by *Quercus robur* L. (50,8 %) and *Pinus sylvestris* L. (21,3 %). The predominance of woody plant species number over the number of shrub species in the dendroflora indicates the forest type of the park landscape. The park landscape corresponds to the second stage of recreational digression.

The landmark park acquires a special natural value due to the oak stands of 101-106 years old and medieval dendroexotics *Catalpa bignonioides* Walt., *Cunninghamia lanceolata* Hook., *Larix decidua* Mill., *Pinus strobus* L., *Phellodendron amurense* Maxim.

The results of a comprehensive assessment of the park's plantings indicate its significant dendrological value. The lowest is the assessment based on the criteria of the sanitary condition of tree plantations. It was established that the general sanitary condition of park plantations is unsatisfactory: the share (46,0%) of weakened, very weakened and drying trees outweighs the share of healthy ones (35,0%). A significant number of dead trees (19,0%) was found, which indicates the need for immediate reconstruction of the protected object and restoration works.

Key words: park-monument of horticultural art, taxonomic composition of dendroflora, introducers, ancient trees, stages of recreational digression, forest pathology examinations, sanitary condition.



Copyright: Левандовська С.М., Хрик В.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:

Левандовська С.М.

Хрик В.М.

<https://orcid.org/0000-0002-8485-6134>


<https://orcid.org/0000-0003-1912-3476>

УДК 634.23:631.52

Хімічний склад перспективних сортів черешні *Cerasus avium* (L.) Moench, вирощених в Лісостепу України

Кіщак О.А. , Слободянюк А.В. 

Інститут садівництва НААН України

 E-mail: cherry0308@ukr.net

Кіщак О.А. Слободянюк А.В. Хімічний склад перспективних сортів черешні *Cerasus avium* (L.) Moench, вирощених в Лісостепу України. «Агробіологія», 2024. № 1. С. 82–89.

Kishchak O., Slobodianiuk A. Chemical composition of promising sweet cherry varieties «*Cerasus avium* (L.) Moench» grown in the Forest-Steppe of Ukraine. «Agrobiologia», 2024. no. 1, pp. 82–89.

Рукопис отримано: 29.03.2024 р.

Прийнято: 15.04.2024 р.

Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-82-89

В Україні черешня є традиційною культурою раннього строку достигання, плоди якої за високі споживчі та дієтичні властивості користуються необмеженим попитом на ринку свіжої продукції. Основні площі її промислових насаджень сконцентровані переважно в зоні Степу. Водночас вагомі здобутки українських вчених у створенні адаптованих великоплідних сортів, високопродуктивних зимостійких підщеп та ефективних типів насаджень сприяють активному поширенню культури черешні в зоні Лісостепу, яка донедавна вважалася обмежено придатною для її вирощування. Це потребує ретельного вивчення та добору промислового сортименту з високими споживчими якість плодів. Для оцінки хімічного складу, зокрема вмісту сухих розчинних речовин, цукрів, органічних кислот та вітаміну С за загальноприйнятими методиками відбирали плоди 27 перспективних сортів різних строків достигання, які вирощено в насадженнях Інституту садівництва НААН на середньорослій клоновій підщепі Krymsk 5.

Встановлено різну сортову мінливість за показниками хімічного складу плодів, зокрема, низьку – за вмістом сухих розчинних речовин, цукрів і кислот та високу – за вмістом вітаміну С. За сприятливих погодних умов серед сортів раннього строку достигання кращою цукристістю відзначалися плоди сорту Джерело (17,66 %), середнього – Василіса Прекрасна (18,73 %) та пізнього – Аннушка і Донецька красуня (16,58–16,93 %), а в середньому за роки досліджень вони накопичували цукрів 13,17–14,41 %. Ці ж сорти, а також Stark Hardy Giant, Новинка Туровцева та Етика в середньому за роки досліджень накопичували найбільшу кількість сухих розчинних речовин – 17,6–20,5 %.

За роки досліджень плоди усіх сортів черешні незалежно від строків достигання накопичували в середньому 0,79 % органічних кислот. Найменші показники кислотності (0,61–0,66 %) відмічено у жовтоплідних сортів Ніжність, Любава і Дончанка, які також відрізнялися нижчим вмістом вітаміну С – 4,58–5,5 мг/100 г. Сорти раннього строку достигання характеризуються вищою здатністю до його накопичення (10,4–10,7 мг/100 г). В групі пізніх за цим показником виділяється Новинка Туровцева (10,1 мг/100 г), а серед сортів середнього строку достигання – Василіса Прекрасна (11,71 мг/100 г), який за органолептичною оцінкою та комплексом показників виділився як найкращий серед досліджуваних сортів.

Дослідженнями встановлено, що за показниками хімічного складу зазначені плоди черешні не поступалися вирощеним в зоні Південного Степу України.

Ключові слова: черешня, сорти, сухі розчинні речовини, цукри, органічні кислоти, цукрово-кислотний індекс, вітамін С.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Черешня є однією з найбільш поширених кісточкових культур в сучасних промислових насадженнях. Висока зацікавленість бізнесу до цієї породи пов'язана із значною рентабельністю виробництва плодів та їх високою споживчою і дієтичною цінністю.

За хімічним складом плоди черешні різняться між собою. Залежно від зони вирощування, погодних умов під час їх досягання вони містять 12–27 % сухих речовин, основу яких становлять цукри (8–12 %), а також в невеликій кількості наявні вітаміни С, В₁, В₂, Е. Кількість органічних кислот становить від 0,3 до 2 % [1–3].

Дієтична цінність плодів черешні полягає у великій кількості органічних лужних сполук, які нейтралізують харчові продукти з надлишком вмісту кислот в процесах обміну речовин в організмі людини. Тому, для профілактики травної системи, стабілізації кислотно-лужного обміну і оздоровлення організму необхідно споживати не менше 2 кг її плодів [4].

Багатий за спектром та вмістом склад фенольних сполук в плодах черешні обумовлює їх високу антиоксидантну активність [5–8].

Для кожного сорту характерний певний генетично обумовлений їх хімічний склад [9–12], який, зокрема, залежить від забарвлення шкірочки та м'якоти. Найбільшу цінність за біохімічними показниками мають сорти з темним забарвленням плодів [13–16].

Переважаючий вплив на сукупність показників споживчої якості мають погодні чинники. Під час досягання плодів за високої температури повітря та незначних опадів в плодах черешні підвищується накопичення цукрів та сухих розчинних речовин і знижується вміст титрованих кислот та аскорбінової кислоти [17–20].

Тому, в Південному Степу за таких умов вони характеризуються високим вмістом сухих розчинних речовин – 13,5–16,6 %, цукрів – 10,5–15,2 %, органічних кислот – 0,6–1 % та вітаміну С – 6,3–10,2 мг/100 г [2, 18]. У Східному Степу плоди черешні відрізняються меншим вмістом цукрів (8,65 % – 9,85 %), але вищим – аскорбінової кислоти (10,2–16,19 мг/100 г) [21], а вирощені в зоні Центрального Лісостепу України, накопичують 0,45–0,75 % органічних кислот, 14,5–17 % сухих розчинних речовин, 6–11 % цукрів та 3,16–6,11 мг/100 г вітаміну С [22].

До останнього часу зона Південного Степу вважалася однією з основних для вирощування черешні, проте з появою нових адаптованих вітчизняних сортів, підщеп і технологій вирощування,

розроблених в Інституті садівництва НААН, промислова культура черешні переміщується в більш північні регіони України, зокрема зону Лісостепу та Полісся [4, 23].

У зв'язку з цим, для добору оптимального промислового сортименту для зони Лісостепу, важливим критерієм є оцінка споживчих якостей нових великоплідних сортів черешні, що і обумовлює актуальність проведених досліджень.

Мета досліджень полягала у визначенні особливостей формування хімічного складу плодів великоплідних сортів черешні в інтенсивних насадженнях на середньорослій клоновій підщепі Кrumsk 5 в умовах правобережної частини Лісостепу України.

Матеріал та методика дослідження. Дослідження проводили в Інституті садівництва НААН впродовж 2022–2023 рр. в лабораторних умовах відділу зберігання, переробки та аналітичних досліджень. Для дослідів було відібрано плоди 27 великоплідних сортів черешні різних строків досягання, з яких 25 – української селекції та два – іноземної. За контроль взято сорти, які внесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні, зокрема із групи ранніх – сорт Валерій Чкалов, середніх – сорт Талісман та з групи середньопізніх і пізніх – сорт Любава. Насадження черешні закладено у 2018 р. за схемою садіння 4,5x2,5 м. Система утримання ґрунту – чорний пар, зрошення відсутнє.

Відбір зразків та аналітичні дослідження проводили згідно з «Методикою оцінки якості плодово-ягідної продукції». Вміст сухих розчинних речовин у плодах визначали рефрактометричним методом, цукрів – спектрофотометричним, вітаміну С і загальну кислотність – титрометричним. Статистичну обробку даних проводили за загальноприйнятими методами з використанням програми «Excel» [24]. Експериментальні результати представлені у вигляді середнього значення (X) і стандартної похибки середнього значення ($\pm m$).

Результати дослідження та обговорення. Загалом за роки досліджень склалися сприятливі погодні умови для формування високої споживчої якості плодів. Кількість опадів у травні 2022 та 2023 рр. була на 49,8 і 99,9 % меншою за середню багаторічну норму (53 мм), а в червні – в 3,2 і 2 рази нижчою від середнього багаторічного показника (76 мм). Водночас, в першій декаді червня 2023 р. під час досягання плодів основної кількості досліджуваних сортів черешні спостерігалася прохолодна дощова погода з середньою температурою повітря +19,4 °С та кількістю опадів

10,6 мм, що вплинуло на зниження в них загального вмісту цукрів.

Лабораторними дослідженнями встановлено сортову мінливість за всіма компонентами хімічного складу плодів черешні. Найнижча варіабельність спостерігалася за сухими розчинними речовинами, де значення цього показника становить 8,2 %, тимчасом найбільший ступінь варіабельності відмічений за вітаміном С – 22,25 %.

Плоди черешні сортів раннього строку досягання накопичували від 14,9 % (Валерія) до 19,1 % (Джерело) сухих розчинних речовин. В середньому цей показник становить 17,0 % і є високим для цієї групи сортів [2] (табл. 1).

Найбільшою концентрацією титрованих кислот у групі ранніх сортів характеризувалися плоди сортів Казка, Рубінова рання та Джерело – 0,89 %, дещо нижчий показник мали плоди сорту Валерія – 0,78 %.

Значний вміст цукрів у плодах черешні надає їм десертного смаку, тому їх споживають переважно в свіжому вигляді. В наших дослідках найбільшу кількість цукрів накопичували плоди сорту Джерело (14,41 %), тимчасом у сортів Валерій Чкалов та Валерія їх вміст становив лише 9,64–9,82 % (табл. 2).

Вищу концентрацію вітаміну С відмічено в плодах сортів Казка та Валерія – 10,65–10,73 мг/100 г, тимчасом у сорту Рубінова рання цей показник становив 9,33 мг/100 г (рис. 1).

Таблиця 1 – Вміст сухих розчинних речовин та титрованих кислот у плодах черешні різних строків досягання, за роками

Сорт	Сухі розчинні речовини, %			Органічні кислоти, %		
	2022	2023	середнє	2022	2023	середнє
Сорти раннього та середньораннього строку досягання						
Валерій Чкалов (к)	17,77	15,07	16,42 ±0,95	0,83	0,90	0,87 ±0,02
Казка	16,57	17,78	17,18 ±0,43	0,99	0,78	0,89 ±0,07
Рубінова рання	18,31	16,29	17,30 ±2,02	0,88	0,90	0,89 ±0,02
Джерело	21,50	16,67	19,09 ±1,71	0,99	0,78	0,89 ±0,07
Валерія	16,73	13,07	14,90 ±1,29	0,83	0,73	0,78 ±0,04
Сорти середнього строку досягання						
Талісман (к)	14,81	19,74	17,28 ±1,74	0,90	1,02	0,96 ±0,04
Дилема	18,29	18,93	18,61 ±0,23	0,86	0,93	0,90 ±0,02
Простір	17,53	19,54	18,54 ±0,71	0,83	0,93	0,88 ±0,04
Електра	17,53	14,07	15,80 ±1,22	0,66	0,75	0,71 ±0,03
Мелітопольська мирна	15,53	15,07	15,30 ±0,16	0,73	0,73	0,73 ±0,00
Ярославна	15,75	14,67	15,21 ±0,38	0,83	0,73	0,78 ±0,04
Василіса Прекрасна	20,30	20,74	20,52 ±0,16	0,63	0,87	0,75 ±0,08
Сорти середньопізннього та пізннього строку досягання						
Любава (к)	18,62	16,57	17,60 ±0,72	0,69	0,60	0,65 ±0,03
Крупноплідна	14,61	16,37	15,49 ±0,62	0,70	0,75	0,73 ±0,02
Темпоріон	16,41	14,97	15,69 ±0,51	0,69	0,98	0,84 ±0,10
Зодіак	18,21	15,37	16,79 ±1,00	0,69	0,78	0,74 ±0,03
Удівительна	17,61	17,38	17,50 ±0,08	0,83	0,87	0,85 ±0,01
Анонс	18,01	15,17	16,59 ±1,00	0,76	0,75	0,76 ±0,00
Ніжність	19,22	19,18	19,20 ±0,01	0,63	0,58	0,61 ±0,02
Аншлаг	18,62	15,57	17,10 ±1,08	0,69	0,66	0,68 ±0,01
Новинка Туровцева	17,41	18,73	18,07 ±0,47	0,92	1,07	1,00 ±0,05
Етика	18,62	18,38	18,50 ±0,08	0,63	0,98	0,81 ±0,12
Аннушка	18,62	16,57	17,60 ±0,72	0,79	0,75	0,77 ±0,01
Донецька красуня	18,62	17,37	18,00 ±0,44	0,73	0,75	0,74 ±0,01
Дончанка	16,61	15,37	15,99 ±0,44	0,59	0,72	0,66 ±0,05
Stark Hardy Giant	18,42	20,38	19,40 ±0,69	0,83	0,87	0,85 ±0,01
Regina	17,21	17,17	17,19 ±0,01	0,83	0,75	0,79 ±0,03
Середнє по сортах, X	17,66	16,90	17,25	0,77	0,81	0,79
Похибка, m	±0,30	±0,38	±0,27	±0,02	±0,02	±0,02
Мінімальне	14,61	13,07	14,90	0,59	0,58	0,61
Максимальне	21,50	20,74	20,52	0,99	1,07	1,00
Коефіцієнт варіації, V, %	8,66	11,75	8,20	14,07	14,93	12,01

Таблиця 2 – Вміст цукрів та цукрово-кислотний індекс у плодах черешні різних строків достигання, за роками

Сорт	Цукри, %			ЦКІ		
	2022	2023	середнє	2022	2023	середнє
Сорти раннього та середньораннього строку достигання						
Валерій Чкалов (к)	12,04	7,60	9,82 ±1,57	14,50	8,44	11,47 ±2,14
Казка	13,14	9,52	11,33 ±1,28	13,28	12,21	12,74 ±0,38
Рубінова рання	12,12	10,31	11,22±0,64	13,77	11,46	11,46 ±0,82
Джерело	17,66	11,16	14,41 ±2,30	17,84	14,31	16,08 ±1,25
Валерія	13,19	6,09	9,64 ±2,51	15,89	8,34	12,12 ±2,67
Сорти середнього строку достигання						
Талісман (к)	12,96	9,63	11,3 ±1,18	14,56	9,44	12,00 ±1,81
Дилема	14,23	9,66	11,95 ±1,62	16,54	10,39	13,46 ±2,17
Простір	12,85	8,68	10,76 ±1,48	15,48	9,33	12,40 ±2,17
Електра	14,44	7,36	10,90 ±2,50	21,88	9,82	15,85 ±4,26
Мелітопольська мирна	12,76	7,12	9,94 ±1,99	17,48	9,76	13,62 ±2,73
Ярославна	12,63	8,10	10,37 ±1,60	15,22	11,10	13,16 ±1,46
Василіса Прекрасна	18,73	9,72	14,23 ±3,18	29,72	11,17	20,45 ±6,56
Сорти середньопізнього та пізнього строку достигання						
Любава (к)	15,08	7,87	11,47 ±2,55	21,85	13,11	17,48 ±3,09
Крупноплідна	12,13	8,10	10,12 ±1,42	16,61	10,80	13,71 ±2,05
Темпоріон	12,96	7,93	10,45 ±1,78	18,79	8,10	13,44 ±3,78
Зодіак	14,49	7,70	11,09 ±2,40	21,00	9,87	15,43 ±3,94
Удівительна	13,43	8,30	10,87 ±1,81	16,19	9,54	12,87 ±2,35
Анонс	15,03	7,83	11,43 ±2,55	19,78	10,44	15,11 ±3,30
Ніжність	15,50	9,31	12,41 ±2,19	24,6	16,06	20,33 ±3,02
Аншлаг	15,41	8,07	11,74 ±2,60	22,33	12,22	17,28 ±3,57
Новинка Туровцева	11,54	9,01	10,28 ±0,89	12,54	8,42	10,48 ±1,46
Етика	13,56	9,45	11,50 ±1,45	21,53	9,64	15,58 ±4,20
Аннушка	16,93	9,90	13,41 ±2,49	21,43	13,19	17,31 ±2,91
Донецька красуня	16,58	9,76	13,17 ±2,41	22,71	13,02	17,86 ±3,43
Дончанка	14,16	7,63	10,90 ±2,31	24,00	10,60	17,30 ±4,74
Stark Hardy Giant	11,04	9,66	10,35 ±0,49	13,30	11,11	12,20 ±0,78
Regina	13,69	8,03	10,86 ±20	16,50	10,71	13,61 ±2,05
Середнє	14,01	8,65	11,33	18,49	10,84	14,66
Похибка	0,36	0,22	0,24	0,80	0,36	0,50
Мінімальне	11,04	6,09	9,64	12,54	8,10	10,48
Максимальне	18,73	11,16	14,41	29,72	16,06	20,45
Коефіцієнт варіації, V, %	13,22	13,13	10,86	22,39	17,35	17,67

У групі сортів середнього строку достигання найвищий вміст сухих розчинних речовин виявлено в плодах сорту Василіса Прекрасна – 20,5 %, що є рекордним серед всіх досліджуваних сортів, а Мелітопольська мирна та Ярославна відрізнялися дещо нижчим відсотком сухих розчинних речовин (15,2–15,3 %). В середньому по сортах зазначеної групи цей показник також був високим і становив 17,3 %. Крім цього, плоди цих сортів, а також Електра характеризувалися меншою концентрацією титрованих кислот (0,71–0,78 %). Для черешні

позитивною властивістю вважається підвищена кислотність плодів. Вищий її показник мали сорти Дилема та Талісман – 0,9–0,96 %. За високим вмістом цукрів виділився сорт Василіса Прекрасна (14,23 %), що позитивно вплинуло на найвище значення показника цукрово-кислотного індексу (20,5). У плодах цього сорту також відмічено найбільший вміст вітаміну С – 11,71 мг/100 г. Аналогічні результати по сорту Василіса Прекрасна отримано в Східному Степу (Бахмутська ДСР), де показник рівня аскорбінової кислоти в них становив 16,2 % [21].

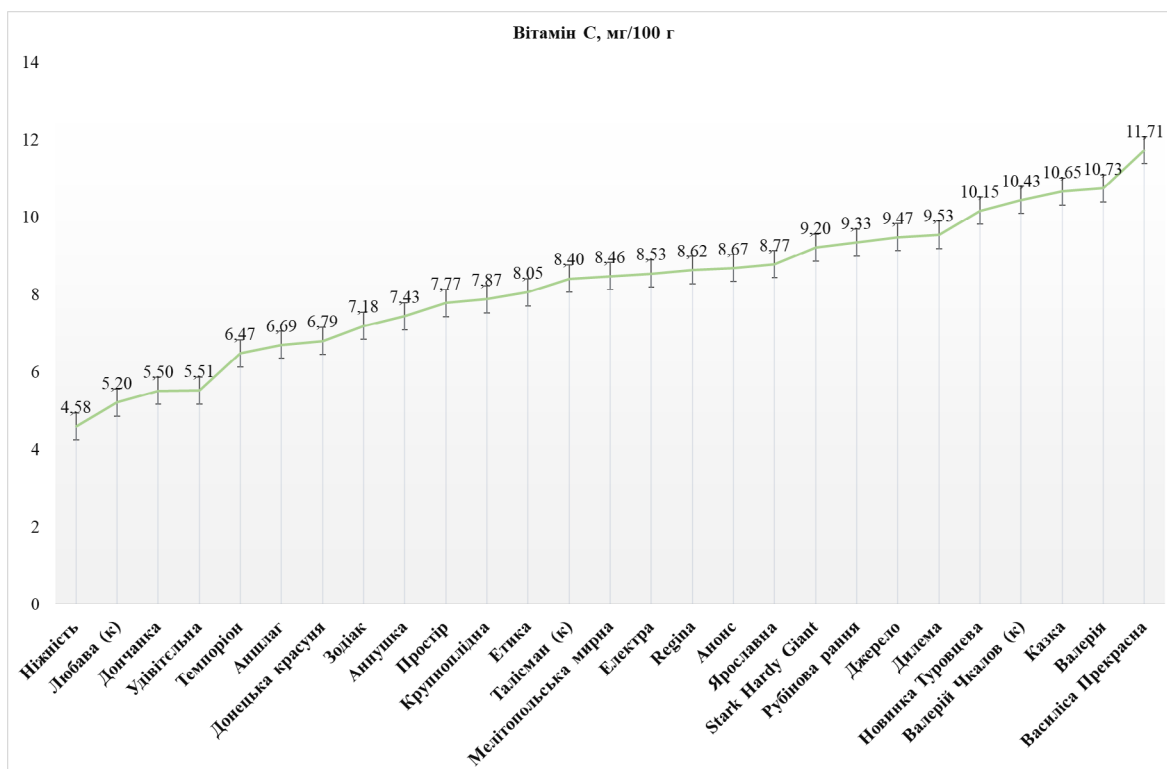


Рис. 1. Вміст вітаміну С в плодах досліджуваних сортів черешні (середнє за 2022–2023 рр.).

У групі сортів середньопізнього та пізнього строку досягання кількість сухих розчинних речовин також була високою і знаходилась в межах від 15,5 до 19,4 % з найвищим показником у сортів Ніжність та Stark Hardy Giant (19,2–19,4 %). У сортів з жовтим забарвленням плодів, зокрема, Дончанка, Любава та Ніжність відмічено найнижчий вміст титрованих кислот (0,61 і 0,66 %), а у останнього з цих сортів – підвищену цукристість (12,41 %).

Від співвідношення вмісту цукрів та кислот залежить смак плодів. Вважається, що найбільш гармонійним смаком відрізняються плоди з ЦКІ в діапазоні від 15 до 30 умовних одиниць [25]. У процесі досліджень встановлено, що сорти Електра, Василіса Прекрасна, Зодіак, Анонс, Аншлаг, Етика, Аннушка, Донецька красуня, Ніжність, Любава та Дончанка відзначалися діапазоном показника ЦКІ з інтервалом 15,11–20,45 умовних одиниць, що дає можливість віднести їх до групи сортів з оптимальними параметрами за цим інтегрованим показником. Крім цього, три останні жовтоплідні сорти мали найнижчий показник вітаміну С – 4,6–5,5 мг/ 100 г, тимчасом у сортів із темним забарвленням Новинка Туровцева та Василіса Прекрасна він був у 1,8–2,2 рази вищим (10,2–11,7 мг/100 г). Найбільшим умістом

цукрів у групі середньопізніх сортів характеризувалися плоди Аннушки та Донецької красуні (13,17–13,41 %).

Загалом показник цукристості досліджуваних плодів черешні був високим і становив у середньому 11,3 %, що аналогічно результатам, отриманих в умовах Південного Степу [2, 18].

За результатами дегустації високу оцінку смакових якостей отримали плоди сортів Новинка Туровцева, Валерій Чкалов, Мелітопольська мирна, Електра, Stark Hardy Giant, Казка, Ярославна та Василіса Прекрасна – 8,8–9 балів. Сорти Дилема, Дончанка, Рубінова рання, Удівительна, Зодіак мали оцінку в 8,3–8,4 бали. Найвищий показник цукрово-кислотного індексу відмічено у сорту Василіса Прекрасна (20,5), що обумовило найвищу оцінку смаку під час проведення зазначеної дегустації.

Висновки. Оцінка хімічного складу 27 перспективних сортів черешні, вирощених в умовах правобережної частини Західного Лісостепу показала, що, незалежно від строків досягання, в їх плодах накопичувалася висока кількість сухих розчинних речовин (15,0–20,5 %), укрів (9,6–14,4 %) з оптимальним вмістом кислот (0,6–1,1 %), що загалом забезпечувало приємний гармонійний смак плодів.

Виявлено, що плоди жовтоплідних сортів черешні відрізнялися найменшим вмістом аскорбінової кислоти (4,58–5,50 мг/100 г), тимчасом у сортів з темним забарвленням плодів цей показник сягав 10,17–11,71 мг/100 г.

Отже, хімічний склад плодів досліджуваних сортів знаходився на рівні вирощених в умовах Південного Степу, що свідчить про придатність зони Лісостепу для вирощування цієї продукції високих споживчих якостей.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Попович В.П., Упир Л.В., Кисличенко В.С. Фітохімічне вивчення біологічно активних речовин ліпофільних фракцій вишні й черешні. Запорозький медичний журнал. 2010. Т. 12. № 4. С. 87–89.
2. Толстолік Л.М. Біохімічний склад і технологічні властивості плодів елітних форм та сортів черешні. Нац. виробництво й економіка в умовах реформування: Стан і персп. іннов. розвитку та міжрегіон. інтегр.: зб. наук. праць 2 міжнар. наук.-практ. конф. Тернопіль: Крок, 2016. С. 64–65.
3. Єжов В.М., Гриник І.В. Біохімія плодів культур. Київ: ПП «Санспарель», 2020. 364 с.
4. Кіщак О.А. Основи промислової культури черешні в Лісостепу України: монографія. Київ: Аграрна наука, 2017. 240 с.
5. Melgarejo Journal of Food and Nutrition Research / A. Legua et al. 2017. Vol. 5. Issue 11. P. 844–851. DOI: 10.12691/jfnr-5-11-8
6. Phenotypic and biochemical parameters of four sweet cherry (*Prunus Avium* L.) cultivars grown in agro-ecological conditions of middle Atlas of Morocco / M. Baji et al. Lebanese Science Journal. 2019. Vol. 20. P. 363–379. DOI: 10.22453/LSJ-020.3.363-379
7. Jia C., Waterhouse G., Sun W. Variety–compound–quality relationship of 12 sweet cherry varieties by HPLC chemometric analysis. International Journal of Food Science & Technology. 2019. DOI: 10.1111/ijfs.14154.
8. Biochemical characterization of seven sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars in Chile / S. Reyes-Manríquez et al. Italus Hortus. 2022. Vol. 29. Issue 3. P. 25–35. DOI: 10.26353/j.itahort/2022.3.2535
9. Physical Parameters, Total Phenolics, Flavonoids and Vitamin C Content of Nine Sweet Cherry Cultivars / S. Sirbu et al. Revista de Chimie -Bucharest- Original Edition. 2018. Vol. 69. Issue 1. P. 125–129. DOI: 10.37358/RC.18.1.6057
10. Skrzyński J., Leja M., Gonkiewicz A., Banach P. Cultivar effect on the sweet cherry antioxidant and some chemical attributes. Folia Horticulturae. 2016. Vol. 28. Issue 1. P. 95–102.
11. Comparison of old cherry cultivars grown in Czech Republic by chemical composition and bioactive compounds / A. Nawirska-Olszańska et al. Food Chem. 2017. Vol. 228. Issue 1. P. 136–142. DOI: 10.1016/j.foodchem.2017.01.154.
12. Blažková J., Hlušíčková I., Blažek J. Fruit weight, firmness and soluble solids content during ripening of Karešova cv. sweet cherry. Horticultural Science. 2018. Vol. 29. P. 92–98. DOI: 10.17221/4470-HORTSCI.
13. Margareta C., Iurea E., Sirbu S. Romanian wild cherry genotypes (*Prunus avium* var. *sylvestris* Ser.) suitable for processing. Horticultural Science. 2022. Vol. 49. P. 95–101. DOI: 10.17221/73/2021-HORTSCI.
14. Karlidag H., Ercisli S., Sengul M., Tosun M. Physico-Chemical Diversity in Fruits of Wild-Growing Sweet Cherries (*Prunus Avium* L.). Biotechnology & Biotechnological Equipment. 2009. Vol. 23. Issue 3. P. 1325–1329. DOI: 10.1080/13102818.2009.10817663
15. Hayaloglu A.A., Demir N. Physicochemical Characteristics, Antioxidant Activity, Organic Acid and Sugar Contents of 12 Sweet Cherry (*Prunus Avium* L.) Cultivars Grown in Turkey. Journal of Food Science. 2015. Vol. 80. DOI: 10.1111/1750-3841.12781
16. İlhan G. Wild sweet cherry (*Prunus avium* L.) genotypes: morphological, biochemical, and antioxidant diversity. Research in Agricultural Sciences. 2023. Vol. 54. Issue 3. P. 124–129. DOI: 10.5152/AUAF.2023.23151
17. Formation of flavoring qualities of sweet cherry fruits under the influence of weather factors / I. Ivanova et al. Scientific Horizons. 2020. Vol. 89. Issue 4. P. 72–81. DOI: 10.33249/2663-2144-2020-89-4-72-81
18. Ivanova I.Ye., Serdyuk M.Ye., Tymoshchuk T.M., Marenych M.M. The formation of vitamin C fund in sweet cherry fruits under the effect of weather factors. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy. 2021. Vol. 2. P. 59–66. DOI: 10.31210/visnyk2021.02.07
19. Vávra R., Blažková J., Danková V. Fruit characteristics of sweet cherry cultivars bred in the Czech Republic. Acta Hort. 2021. Vol. 1307. P. 91–96. DOI: 10.17660/ActaHortic.2021.1307.14
20. Туровцев М.І., Туровцева В.І. Районовані сорти плодів і ягідних культур селекції Інституту зрошувального садівництва. Київ: Аграрна наука, 2002. 148 с.
21. Чигрин Н., Можаяева Л., Тонконоженко А. Якість врожаю Бахмутська ДСР ІС НААН. Садівництво по-українськи. 2020. Вип. 5. 41 с.
22. Вміст основних хімічних елементів у плодах черешні різних строків досягання / Л.А. Шубенко та ін. Агробіологія. 2021. № 1. С. 173–179. DOI: 10.33245/2310-9270-2021-163-1-173-179
23. Кіщак О.А. Товарна якість та біохімічний склад плодів черешні залежно від типу насаджень. Вісник аграрної науки. 2012. № 4. С. 37–41.
24. Кондратенко П.В., Шевчук Л.М., Левчук Л.М. Методика оцінки якості плодово-ягідної продукції. Київ, 2008. 80 с.
25. Методи дослідження плодоовочевої та ягідної продукції: підручник для здобувачів ступеня вищої освіти закладів вищої освіти / М.Є. Сердюк та ін. Дослідницький практикум. Мелітополь, 2020. Частина 1. 370 с. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/tpzpsg/wp-content/uploads/sites/18/dokument-microsoft-word.pdf>.

REFERENCES

1. Popovych, V.P., Upyr, L.V., Kyslychenko, V.S. (2010). Fitokhimichne vyvchennia biolohichno aktyvnykh rehovyn lipofilnykh fraktsii vyshni y chereszni [Phytochemical study of biologically active substances of lipophilic fractions of cherries and sweet cherries]. Zaporozhskiy medytsynskiy zhurnal [Zaporozhye medical journal]. Vol. 12, no. 4, pp. 87–89.
2. Tolstolik, L. (2016). Biokhimichni sklad i tekhnolohichni vlastyivosti plodiv elitnykh form ta sortiv chereszni [Biochemical composition and technological properties of fruits of elite forms and varieties of cherries]. Nats. vyrobnytstvo y ekonomika v umovakh reformuvannya: Stan i persp. innov. rozvytku ta mizhrehion. intehr.: zb. nauk. prats 2 mizhnar. nauk.-prakt. konf. [Nat. production and economy in terms of reform: Status and persp. innov. development and interregion. integral: coll. Science. works 2 international. scientific-practical conf.]. Ternopil, Krok, pp. 64–65.
3. Yezhov, V.M., Hrynyk, I.V. (2020). Biochemistry of fruit crops [Biokhimiia plodovykh kultur]. Kyiv, Sansparel, 364 p.
4. Kishchak, O.A. (2017). Osnovy promyslovoi kultury chereszni v Lisostepu Ukrainy: monohrafiia [Fundamentals of cherry industrial culture in the Forest-Steppe of Ukraine]. Kyiv, Agricultural science, 240 p.
5. Legua, A., Domenech, J.J., Martínez, L., Sánchez-Rodríguez, F., Hernández, A.A., Carbonell-Barachina, P. (2017). Melgarejo. Journal of Food and Nutrition Research. Vol. 5(11), pp. 844–851. DOI: 10.12691/jfnr-5-11-8
6. Baji, M., Ossama, K., Hanine, H., En-nahli, Said, Ait-Oubahou, A. (2019). Phenotypic and biochemical parameters of four sweet cherry (*Prunus Avium L.*) cultivars grown in agro-ecological conditions of middle Atlas of Morocco. Lebanese Science Journal. Vol. 20, pp. 363–379. DOI: 10.22453/LSJ-020.3.363-379
7. Jia, C., Waterhouse, G., Sun-Waterhouse, D., Sun, Yu., Wu, P. (2019). Variety–compound–quality relationship of 12 sweet cherry varieties by HPLC chemometric analysis. International Journal of Food Science & Technology. Vol. 54(10), pp. 2897–2914. DOI: 10.1111/ijfs.14154.
8. Reyes-Manríquez, S., Yuri, J.A., Neira, A., Fuentes, M., Palma, M., Moya, M., Sánchez-Contreras, J. (2022). Biochemical characterization of seven sweet cherry (*Prunus avium L.*) cultivars in Chile. Italus Hortus. Vol. 29(3), pp. 25–35. DOI: 10.26353/j.italus-hort/2022.3.2535
9. Sirbu, S., Oprica, L., Poroch, V., Iurea, E., Margareta, C., Grigore, M. (2018). Physical Parameters, Total Phenolics, Flavonoids and Vitamin C Content of Nine Sweet Cherry Cultivars. Revista de Chimie-Bucharest- Original Edition. Vol. 69(1), pp. 125–129. DOI: 10.37358/RC.18.1.6057
10. Skrzyński, J., Leja, M., Gonkiewicz, A., Banach, P. (2016). Cultivar effect on the sweet cherry antioxidant and some chemical attributes Folia Horticulturae. Vol. 28(1), pp. 95–102. DOI: 10.1515/fhort-2016-0011
11. Nawirska-Olszańska, A., Kolniak-Ostek, J., Oziębłowski, M., Ticha, A., Hyšpler, R., Zadak, Z., Židová, P., Paprstein, F. (2017). Comparison of old cherry cultivars grown in Czech Republic by chemical composition and bioactive compounds. Food Chem. Vol. 228 (1), pp. 136–142. DOI: 10.1016/j.foodchem.2017.01.154
12. Blažková, J., Hlušíčková, I., Blažek, J. (2018). Fruit weight, firmness and soluble solids content during ripening of Karešova cv. sweet cherry. Horticultural Science. Vol. 29, pp. 92–98. DOI: 10.17221/4470-HORTSCI.
13. Margareta, C., Iurea, E., Sirbu, S. (2022). Romanian wild cherry genotypes (*Prunus avium var. sylvestris Ser.*) suitable for processing. Horticultural Science. Vol. 49, pp. 95–101. DOI: 10.17221/73/2021-HORTSCI.
14. Karlıdag, H., Ercisli, S., Sengul, M., Tosun, M. (2009). Physico-Chemical Diversity in Fruits of Wild-Growing Sweet Cherries (*Prunus Avium L.*). Biotechnology & Biotechnological Equipment. Vol. 23(3), pp. 1325–1329. DOI: 10.1080/13102818.2009.10817663
15. Hayaloglu, A.A., Demir, N. (2015). Physico-chemical Characteristics, Antioxidant Activity, Organic Acid and Sugar Contents of 12 Sweet Cherry (*Prunus Avium L.*) Cultivars Grown in Turkey. Journal of Food Science. Vol. 80. DOI: 10.1111/1750-3841.12781
16. İlhan, G. (2023). Wild sweet cherry (*Prunus avium L.*) genotypes: morphological, biochemical, and antioxidant diversity. Research in Agricultural Sciences. Vol. 54(3), pp. 124–129. DOI: 10.5152/AUAF.2023.23151
17. Ivanova, I., Serdyuk, M., Kryvonos, I., Yermenko, O., Tymoshchuk, T. (2020). Formation of flavoring qualities of sweet cherry fruits under the influence of weather factors. Scientific Horizons. Vol. 4(89), pp. 72–81. DOI: 10.33249/2663-2144-2020-89-4-72-81
18. Ivanova, I.Ye., Serdyuk, M.Ye., Tymoshchuk, T.M., Marenych, M.M. (2021). The formation of vitamin C fund in sweet cherry fruits under the effect of weather factors. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy. Vol. (2), pp. 59–66. DOI: 10.31210/visnyk2021.02.07
19. Vávra, R., Blažková, J., Danková, V. (2021). Fruit characteristics of sweet cherry cultivars bred in the Czech Republic. Acta Hort. Vol. 1307, pp. 91–96. DOI: 10.17660/ActaHortic.2021.1307.14
20. Turovtsev, M.I., Turovtseva, V.O. (2002). Zoned varieties of fruit and berry crops selected by the Institute of Irrigated Horticulture [Raionovani sorty plodovykh i yahidnykh kultur selektsii Instytutu zroshuvanoho sadivnytstva]. Kyiv, Agrarian science, 148 p.
21. Chygrin, N., Mozhaeva, L., Tonkonozhenko, A. (2020). Crop quality Bakhmutsk DSR IS NAAN [Yakist vrozhaiu Bakhmutska DSR IS NAAN]. Sadivnytstvo po-ukrai'ns'ky [Gardening in Ukrainian]. Issue 5, 41 p.
22. Shubenko, L.A., Shokh, S.S., Fedoruk, Yu.V., Mykhailiuk, D.V., Vuyko, A.M. (2021). Vmist osnovnykh khimichnykh elementiv u plodakh chereszni riznykh strokiv dostyhannia [The content of the main chemical elements in cherry fruits of different ripening periods]. Agrobiologija [Agrobiology]. no. 1, pp. 173–179.

23. Kishchak, O.A. (2012). Tovarna yakist ta biokhimichniy sklad plodiv chereszni zalezno vid typu nasadzhen [Commodity quality and the biochemical composition of the sweet cherry fruits depending on the type of plantation]. Visnyk aharnoї nauky [Bulletin of agricultural science]. no. 4, pp. 37–41.

24. Kondratenko, P.V., Shevchuk, L.M., Levchuk, L.M. (2008). Metodyka otsinky yakosti plodovo-yahidnoi produktsii [Methods for assessing the quality of fruit and berry products]. Kyiv, SPD Zhyteliev S.I., 80 p.

25. Serdiuk, M.E., Priss, O.P., Hapriindashvili, N.A., Ivanova, I.Ye. (2020). Metody doslidzhennia plo-dooovochevoi ta yahidnoi produktsii [Research methods of fruit, vegetable and berry products]. Melitopol, Part 1, 370 p. Available at: <http://www.tsatu.edu.ua/tpzpsg/wp-content/uploads/sites/18/dokument-micro-soft-word.pdf>.

Chemical composition of promising sweet cherry varieties «*Cerasus avium* (L.) Moenh» grown in the Forest-Steppe of Ukraine

Kishchak O., Slobodianiuk A.

In Ukraine sweet cherries is a traditional early-ripening crop, the fruits of which due to their high consumer and dietary properties are in unlimited demand in the fresh produce market. The main areas of its industrial plantations are concentrated mainly in the Steppe zone. At the same time, significant achievements of Ukrainian scientists in the creation of adapted large-fruited varieties, highly productive winter-resistant rootstocks and effective types of plantings contribute to the active spread of culture in the forest-steppe zone, which until recently was considered limitedly suitable for its cultivation. This requires careful study and selection of an industrial assortment with high consumer qualities of fruits. To assess the chemical composition, including the content of dry soluble substances, sugars, organic acids and vitamin C, fruits of 27 promising varieties of different ripening periods, grown in the plantings of the Institute of Horticulture of the National Acad-

emy of Sciences of Ukraine on a medium-sized clonal rootstock «Krymsk 5», were selected using generally accepted methods.

Different variety changeability was established in terms of the chemical fruits composition, in particular, low – for the content of dry soluble substances, sugars and acids, and high – for the content of vitamin C. Under favorable weather conditions among the varieties of the early ripening period, the fruits of the «Dzherelo» variety were noted for their best sugar content (17.66%), medium – «Vasylysa Prekrasna» (18.73%) and late – «Annushka» and «Donetska Krasunya» (16.58-16.93%) and on average during the research years they accumulated sugars of 13.17-14.41%. The same varieties, as well as «Stark Hardy Giant», «Novynka Turovtseva» and «Etyka», on average during the research years accumulated the largest amount of dry soluble substances – 17.6-20.5%.

Over the research years the fruits of all cherry varieties, regardless of the ripening period, accumulated an average of 0.76-0.86% of organic acids. The lowest acidity indicators (0.61-0.66%) were noted in the yellow-fruited varieties «Nizhnist», «Lyubava» and «Donchanka», which also differ in the lower content of vitamin C – 4.58-5.5 mg/100g. Early ripening varieties are characterized by a higher ability to accumulate it (10.4-10.7 mg/100g). In the group of late ripening varieties «Novynka Turovtseva» (10.1 mg/100g) stands out according to this indicator, among the medium-ripening varieties – «Vasylysa Prekrasna» (11.71 mg/100g), which according to organoleptic evaluation and a set of indicators stood out as the best among the studied varieties.

The research has established that in terms of chemical composition these sweet cherry fruits were not inferior to those grown in the Southern Steppe zone of Ukraine.

Key words: sweet cherry, varieties, dry soluble substances, sugars, organic acids, sugar-acid index, vitamin C.



Copyright: Кіщак О.А., Слободянюк А.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:

Кіщак О.А.


Слободянюк А.В.

<https://orcid.org/0000-0001-8935-7652>

<https://orcid.org/0000-0002-9366-4329>

УДК 631.811.98: 582.688.2

Особливості формування кореневої системи і надземної частини у живців самшиту вічнозеленого з дворічною й однорічною деревиною

Коваль С.А.¹ , Вітенко В.А.¹ , Адаменко С.А.¹ , Баюра О.М.¹ ,Курка С.С.¹ , Діденко І.П.² ¹ Уманський національний університет садівництва² Національний дендропарк «Софіївка» НАН України Коваль С.А. E-mail: sergiy.koval124@ukr.net

Коваль С.А., Вітенко В.А., Адаменко С.А., Баюра О.М., Курка С.С., Діденко І.П. Особливості формування кореневої системи і надземної частини у живців самшиту вічнозеленого з дворічною й однорічною деревиною. «Агробіологія», 2024. № 1. С. 90–99.

Koval S., Vitenko V., Adamenko S., Bayura O., Kurka S., Didenko I. Peculiarities of root system and aerial part formation in evergreen boxwood cuttings with two-year-old and one-year-old wood. «Agrobiology», 2024. no. 1, pp. 90–99.

Рукопис отримано: 01.03.2024 р.

Прийнято: 18.03.2024 р.

Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-90-99

Викладено результати вивчення особливостей укорінення живців самшиту вічнозеленого (*Buxus sempervirens* L.) із дворічною деревиною, проходження регенераційних процесів у яких станом на сьогодні досліджено недостатньо, та живців із однорічною деревиною, а також аналіз і порівняння біометричних показників живцевих саджанців, одержаних із живців обох цих типів. Утворення й формування кореневої системи та ріст надземної частини живців самшиту вивчали в Уманському національному університеті садівництва в теплиці, обладнаній пристроєм для дрібнодисперсного зволоження. Досліджено, що найефективнішим для стимулювання регенераційних процесів у живців самшиту із дворічною деревиною є розчин β-індолілмасляної кислоти (β-ІМК) з концентрацією 60 мг/л. У живців із однорічною деревиною ці процеси найефективніше стимулює розчин β-ІМК з концентрацією 40 мг/л. Виявлено, що живці першого типу утворюють більшу кількість коренів порівняно з живцями другого типу, вони також розвивають більшу за довжиною та розгалужену кореневу систему. В оптимальному варіанті живці першого типу регенерували 71,3 штук основних коренів, тимчасом у живців другого типу коренів сформувалося 44,5 штук. У живців самшиту вічнозеленого першого типу утворюється коренева система найбільшої довжини – 365,6 см, тимчасом у живців із однорічною деревиною – 159,7 см у середньому за 2019–2021 рр. досліджень. Обробка живців самшиту як з дворічною, так і однорічною деревиною розчинами β-ІМК виявила також істотний позитивний вплив на висоту їх надземної частини, яка в оптимальному варіанті переважала контрольний варіант відповідно в 1,3 раза або на 5,8 см і в 1,2 раза або на 3,5 см у середньому за період досліджень. Найкращі показники економічної ефективності: найвищий рівень рентабельності – 126,17 %, найбільший прибуток – 3246,76 грн за найменшої собівартості саджанця – 13,26 грн у перерахунку на 1 м² теплиці з устаткуванням для дрібнодисперсного зволоження, одержано після дорошування вкоріненних живців самшиту першого типу у варіанті з використанням β-ІМК з концентрацією 60 мг/л. Отже, вивчення впливу роторегулятивної речовини на формування кореневої системи й надземної частини в обох типів живців самшиту вічнозеленого та вдосконалення технологічних заходів вирощування саджанців нині є актуальною проблемою, вирішення якої забезпечить розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для виробників високоякісного садивного матеріалу цієї цінної декоративної рослини.

Ключові слова: живцювання, кількість і довжина коренів, укорінення, дорошування, саджанець.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Нині однією з найпоширеніших рослин в озелененні та садово-парковому будівництві є самшит вічнозелений (*Buxus sempervirens* L.), який належить до роду Самшит (*Buxus* L.) родини Самшитові (*Buxaceae* Dumort.) порядку Самшитоцвіті (*Buxales* L.) [1]. Види Самшиту – невеликі дерева або кущі з супротивними, цілокраїми, шкірястими листками. Самшитам властивий досить повільний ріст. Зрідка вони досягають близько 10 м у висоту. П'ятисотрічні екземпляри сягають до 20 м висоти і до 50 см у діаметрі. Приріст деревини за діаметром у рік становить не більше одного міліметра. Щільність сухої деревини становить 0,94–0,97 г/см³. Незважаючи на дрібні непомітні квітки, блискучі, темні листки роблять самшит незамінним в озелененні [2]. Самшит вічнозелений або звичайний є найрозповсюдженішим видом роду Самшит і має найбільший ареал – Західна Азія, Південна Європа, Північна Африка. Теплолюбний, повільнорослий, середньовибагливий до родючості ґрунту, один з найбільш тінновитривалих видів. В озелененні його використовують з часів Давнього Риму. Відомо багато садових різновидів, які відрізняються переважно за розміром і забарвленням листя та формою росту рослин. Особливо декоративні його форми: «Плакуча» ('Pendula' Dallimore) – деревоподібна рослина з повислими тонкими гілками; «Круглолиста» ('Rotundifolia' Baill.) з широкоовальними листками; «Сріблясто-облямкована» ('Argenteo-marginata' hort.) з листками зі сріблясто-білою облямівкою різної ширини; «Золотисто-пістрява» ('Aureo-variegata' West.) з жовто-пістрявими листками [2–4]. Самшит – цінний розсадницький товар, щороку в Сполучених Штатах продають понад 11 млн рослин за ринковою вартістю 126 млн доларів [5].

Самшиту властиве насіннєве й вегетативне розмноження: поділом куща, живцюванням, відсадками, щепленням, мікроклонально в культурі «in vitro». Проте, найрозповсюдженішим способом його розмноження, за якого зберігається форма та забарвлення листя, форма куща маточної рослини та інші важливі ознаки, є живцювання. За розмноження живцями вегетативному потомству передаються всі властивості й ознаки материнської особини [6].

Аналіз наукових досліджень з укорінювання живців і виробництва садивного матеріалу самшиту із стеблових живців як із здрев'янілих, так і напівздрев'янілих виявив, що більшість дослідників вивчають швидкість і особливості проходження процесу адвентивного коренотворення, досліджують біометричні показники кореневласних рослин самшиту: висоту

надземної частини й кількість новоутворених додаткових коренів та їхню довжину [6–12, 17]. С.А. Коваль [6], А. Машевська, Т. Єрмейчук [7], В.М. Прокопчук, В.І. Циганський, О.І. Циганська [8], В.Ю. Жемчужин, Р.А. Ярошук [9], П.П. Яворовський [10], П.П. Яворовський і О.А. Калініченко [11], Odusanya et al. [12] проводили дослідження з вивчення строків живцювання залежно від стану маточних рослин, типу живців, умов зволоження й освітлення, температури повітря, складу субстрату, стимулювання процесу ризогенезу рістрегулятивними речовинами (стимуляторами росту) та їх впливу на вихід укорінених живців і їх біометричні показники. П.П. Яворовський [10] опрацював заходи щодо поліпшення технології вирощування та скорочення термінів одержання стандартних живцевих саджанців самшиту. LeBlanc et al. [13], Shishkoff et al. [14], Guo et al. [15], Kramer et al. [5] вивчали стійкість до ушкодження та захист від збудників самшитового опіку (фітофторозу), проводили дослідження для виявлення резистентності до нього серед культиварів. А.Б. Марченко [16] виявила досить стрімкий розвиток інвазійної популяції самшитової вогнівки *Cydalima perspectalis* в умовах урбо-екосистеми м. Біла Церква, за якого спостерігалось повне локальне об'їдання самшиту на урбанізованих територіях у 2022 році. Kaviani, Negahdar [17] проводили дослідження з розмноження та мікроклонального розмноження самшиту в культурі «in vitro».

Водночас, за умов ринкової економіки актуальною проблемою є виробництво високоякісного садивного матеріалу за якомога коротший період часу та з найменшими витратами. Особливо актуальне це питання для приватних розсадників і виробників з огляду на те, що самшит вічнозелений є повільнорослим видом.

Особливості вкорінення живців, які мають більші розміри та старший вік, а саме – дворічних, нині фактично не досліджені. Порівняння біометричних параметрів і економічних показників вирощування саджанців, одержаних із живців різних типів також потребує подальшого опрацювання з метою розроблення обґрунтованих рекомендацій для впровадження у виробництво садивного матеріалу.

Отже, у досліджуваному напрямку необхідно сформулювати такі основні завдання, які нині є невирішеними: виявити оптимальний для одержання високоякісного садивного матеріалу за найкоротший період часу тип живця самшиту вічнозеленого, встановити оптимальну для стимулювання утворення та формування кореневої системи й надземної частини концентрацію β-індолілмасляної кислоти.

Мета дослідження – вивчити особливості формування кореневої системи та надземної частини у живців з дворічною й однорічною деревиною, виявити оптимальний тип живця і встановити оптимальні концентрації рістрегуляторної речовини (β -ІМК) для стимулювання формування розвинутої кореневої системи та надземної частини, а також якнайшвидшого одержання високоякісного стандартного садивного матеріалу самшиту вічнозеленого.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили в Уманському національному університеті садівництва згідно з методичними вказівками з розмноження деревних та кущових рослин А.Ф. Балабака [18], І.С. Маринича, В.К. Балабушки і Л.В. Ібрагіма [19]. Використовували живці з 14–15-річних маточних рослин самшиту вічнозеленого, які росли в розсаднику. Укорінення здійснювали в теплиці ангарного типу ТП 810-25 з обладнанням для дрібнодисперсного зволоження впродовж 2019–2021 років. Укорінювали живці двох типів: з дворічною деревиною – перший тип (рис. 1) та з однорічною деревиною – другий тип (рис. 2).

Пагони самшиту нарізували зранку, з сьомої до восьмої години, за максимального насичення водою тканин листків і стебла. Зрізували пагони з верхньої частини куща. Живці з дворічною деревиною заготовлювали 1–5 квітня, під час набубнявіння бруньок, але до початку росту пагонів. Живці з однорічною деревиною заготовлювали 1–5 червня після того, як листки набули темно-зеленого забарвлення й заверши-

лася перша хвиля росту пагонів, але вони ще не здерев'яніли повністю. Із верхньої частини погону нарізували живці довжиною 12–15 см, зв'язували шпагатом у пучки по 25 штук згідно з повтореннями варіантів досліду та витримували у водних розчинах β -індолілмасляної кислоти з концентраціями 0, 20, 40, 60, 80 мг/л, занурюючи базальну частину живців у робочий розчин на 3–5 см. Експозиція обробки становила 24 години. Контрольний варіант – обробка водою. Після промивання живців під струменем проточної води їх висаджували на вкорінення в гряди теплиці у субстрат із низового мінералізованого торфу і промитого річкового піску (співвідношення 1:1), заглиблюючи на 5 см, за схемою 10 x 5 см.

Після завершення вегетаційного періоду (перша декада листопада) обліковували вкорінені живці, обраховували кількість основних коренів, визначали їх довжину та висоту надземної частини живцевих рослин.

Дорошування вкорінених живців до саджанців стандартних розмірів здійснювали на дослідних ділянках науково-виробничого відділення Уманського національного університету садівництва. Досліди виконували з чотириразовою повторністю, у повторенні – 25 живців. Статистичну обробку одержаних даних виконували за В.О. Єщенком [20] методом однофакторного дисперсійного аналізу на комп'ютері. Достовірність різниці між варіантами досліду і контролем перевіряли на 5 % рівні значущості.



Рис. 1. Живці самшиту вічнозеленого з дворічною деревиною.



Рис. 2. Живці самшиту вічнозеленого з однорічною деревиною.

Результати дослідження та обговорення.

Якщо проаналізувати вплив досліджуваних розчинів β -ІМК на стимулювання регенерації адвентивних коренів живцями самшиту з дворічною деревиною та висоту їх надземної частини, можна стверджувати, що він виявився істотним порівняно з контрольним варіантом (табл. 1).

За даними таблиці 1, у варіантах досліду, де живці самшиту обробляли розчинами β -ІМК, зафіксовано достовірне зростання кількості новоутворених коренів на 16,1–34,9 штук порівняно з контролем упродовж 2019–2021 рр. досліджень. За впливом на регенерацію додаткових коренів варіант із використанням для обробки живців самшиту вічнозеленого розчину β -ІМК із концентрацією 60 мг/л виявився оптимальним, оскільки у ньому спостерігалося істотне перевищення за цим показником над контрольним варіантом, а також над варіантами з використанням розчинів із концентраціями 20, 40 і 80 мг/л.

Встановлено значний вплив досліджуваного чинника – концентрація β -ІМК на цей показник, який сягав 99 %.

Визначена довжина основних коренів та обраховані середні значення цього показника для всіх варіантів досліду, які також наведені у табл. 1, показують, що обробка живців самшиту вічнозеленого з дворічною деревиною розчинами досліджуваних концентрацій β -ІМК

привела до його істотного збільшення порівняно з контролем, де він становив у середньому за період досліджень 150,1 см. Варіант досліду, де проводили обробку живців розчином β -ІМК із концентрацією 60 мг/л виявився оптимальним, оскільки у ньому зафіксовано найбільшу довжину коренів – 365,6 см, яка перевищує контрольний варіант на 215,5 см у середньому за 2019–2021 роки.

Чинник концентрація β -ІМК мав 100 % силу впливу на цей показник у живців самшиту вічнозеленого першого типу.

Висота надземної частини живців достовірно перевищувала контрольний варіант завдяки застосуванню концентрацій β -ІМК 20, 40, 60 і 80 мг/л. Для стимулювання формування надземної частини живців самшиту цього типу впродовж досліджень оптимальною виявилася обробка розчином β -ІМК з концентрацією 60 мг/л, за якої зафіксовано істотне збільшення цього показника порівняно з контрольним варіантом на 5,8 см. Крім того, цей варіант достовірно перевищував інші варіанти досліду.

Вплив чинника концентрація β -ІМК на висоту надземної частини живців самшиту вічнозеленого першого типу становив 74 %.

Показники, які наведені у таблиці 2, вказують на істотний вплив досліджуваних розчинів β -ІМК на стимулювання регенерації коренів живцями самшиту з однорічною деревиною та ріст їх надземної частини.

Таблиця 1 – Вплив обробки β -ІМК на біометричні показники вкорінених стеблових живців самшиту з дворічною деревиною (середнє за 2019–2021 рр.)

Концентрація β -ІМК, мг/л	Кількість коренів, шт.	Довжина коренів, см	Висота надземної частини, см
0 (вода, контроль)	36,4	150,1	17,3
20	52,5	231,3	19,5
40	61,5	271,6	21,2
60	71,3	365,6	23,1
80	53,6	204,9	19,6
<i>НІР</i> _{0,05}	1,73	3,83	1,29
Сила впливу чинника, %	99	100	74

Таблиця 2 – Вплив обробки β -ІМК на біометричні показники вкорінених стеблових живців самшиту з однорічною деревиною (середнє за 2019–2021 рр.)

Концентрація β -ІМК, мг/л	Кількість коренів, шт.	Довжина коренів, см	Висота надземної частини, см
0 (вода, контроль)	23,1	82,9	15,6
20	32,1	113,3	17,3
40	44,5	159,7	19,1
60	38,4	144,0	17,2
80	34,4	113,9	16,6
<i>НІР</i> _{0,05}	1,45	1,10	0,91
Сила впливу чинника, %	98	99	86

Дані таблиці 2 демонструють, що кількість коренів у живців самшиту вічнозеленого другого типу істотно збільшувалась у всіх варіантах досліду, де застосовували розчини β -ІМК. У цих варіантах виявлено достовірне перевищення над контрольним варіантом за досліджуваним показником на 9,0–21,4 штук у середньому за 2019–2021 роки. Найбільше перевищення за кількістю коренів (на 21,4 штук або в 1,9 раза) зафіксоване в оптимальному варіанті з концентрацією β -ІМК 40 мг/л.

Чинник концентрація β -ІМК виявив значну силу впливу на цей показник, яка досягала 98 % у середньому за 2019–2021 роки.

Дослідженнями показників довжини коренів, які регенерували живці самшиту з однорічною деревиною, виявлено стимулюючий вплив досліджуваних концентрацій на цей процес. Найбільшу за довжиною кореневу систему, яка досягала в середньому за період досліджень 159,7 см і на 76,8 см перевищувала контрольний варіант, зафіксовано у варіанті з використанням розчину з концентрацією β -ІМК 40 мг/л.

Вплив чинника концентрація β -ІМК на довжину коренів у живців самшиту другого типу становив у середньому 99 %.

Результати вивчення стимулюючої дії досліджуваних концентрацій β -індолілмасляної кислоти на висоту надземної частини виявили (табл. 2), що оптимальним для її формування у живців самшиту вічнозеленого другого типу був варіант із обробкою розчином β -ІМК з концентрацією 40 мг/л. Збільшення цього параметра в порівнянні з контрольним варіантом становило 3,5 см у середньому за період досліджень і було істотним.

Вплив досліджуваного чинника концентрація β -ІМК на висоту надземної частини живців самшиту другого типу становив у середньому 86 %.

Отже, порівняльним аналізом впливу розчинів β -ІМК на стимулювання регенерації додаткових коренів живцями самшиту з дворічною та однорічною деревиною встановлено, що більшу кількість коренів регенерували живці першого типу – 71,3 штук в оптимальному варіанті, тимчасом у контролі (обробка водою) утворилося 36,4 штук у середньому за 2019–2021 роки. Виявлено, що найефективнішою для стимулювання адвентивного коренеутворення у живців самшиту першого типу є концентрація β -ІМК 60 мг/л, у живців другого типу – концентрація β -ІМК 40 мг/л. На нашу думку, регенерування живцями з дворічною деревиною більшої кількості коренів відбулося завдяки тому, що вони мали більшу за роз-

міром надземну частину та кількість листків, а тому, відповідно, й більшу площу фотосинтезуючої листової поверхні та більший запас пластичних речовин, ніж живці з однорічною деревиною.

Стимулююча дія β -індолілмасляної кислоти на довжину регенованої кореневої системи живців самшиту першого і другого типів була подібною, хоча у живців першого типу вона формувалася потужніша та розгалуженіша. Це, на нашу думку, пояснюється тим, що живці першого типу висаджували на вкорінення в першій декаді квітня і вони мали триваліший (на 45 діб) період часу на вкорінення і ріст кореневої системи, тимчасом укорінення живців з однорічною деревиною розпочиналося в другій декаді червня.

Дослідженнями доведено, що обробка розчинами β -ІМК мала стимулюючий вплив на висоту надземної частини живців самшиту першого й другого типів. В оптимальному варіанті з використанням розчину β -ІМК із концентрацією 60 мг/л у живців самшиту з дворічною деревиною зафіксоване істотне перевищення контролю за цим показником у 1,3 раза (на 5,8 см) у середньому за 2019–2021 роки. Живці другого типу в оптимальному варіанті (β -ІМК – 40 мг/л) мали істотне збільшення висоти надземної частини на 3,5 см або в 1,2 раза порівняно з контролем у середньому за період досліджень.

Дорощування вкорінених живців самшиту вічнозеленого проводили в умовах відкритого ґрунту на дослідних ділянках навчально-виробничого відділення Уманського національного університету садівництва.

Обробіток ґрунту здійснювали механізовано за зяблевою системою. Живцеві рослини висаджували у попередньо нарізані культиватором і політі борозни. Відстань між рядами становила 90 см, а між рослинами в ряду 30 см. Догляд за саджанцями полягав у систематичному механізованому рихленні ґрунту, підживленні, зрошенні та виполюванні бур'яну. Формування крони не проводили, за потреби секатором видаляли сухі пагони. Впродовж першого вегетаційного періоду саджанці одержані з живців із дворічною деревиною формували добре розвинений куц і сягали висоти 30–35 см (рис. 3), саджанці отримані з живців із однорічною деревиною утворювали куц і сягали висоти 20–25 см (рис. 4).

Найвищі показники економічної ефективності одержано в результаті дорощування живців самшиту вічнозеленого з дворічною деревиною, отриманих після обробки розчи-

нами β -ІМК, тому що в цих варіантах вихід укорінених живців з одиниці площі був найвищим, а їхні біометричні показники були найкращими. Отже, після дорошування було одержано більшу кількість стандартних саджанців із гуртовою ціною реалізації 30 грн за штуку. Застосування розчинів β -ІМК для стимулювання вкорінення живців цього типу дало змогу збільшити прибуток, підвищити рентабельність вирощування та зменшити собівартість саджанців порівняно з контролем.

У перерахунку на 1 м² теплиці з устаткуванням дрібнодисперсного зволоження найбільший прибуток – 3246,76 грн, найвищий рівень рентабельності – 126,17 % за найменшої собівартості саджанця – 13,26 грн одержано у варіанті з обробкою живців з дворічною деревиною розчином β -ІМК із концентрацією 60 мг/л. Порівняно з контролем прибуток збільшився на 315 грн, рівень рентабельності зріс на 8,82 %, собівартість саджанця знизилася

на 0,54 грн. Решта варіантів досліду також переважала контроль за цими показниками.

Дворічні саджанці самшиту вічнозеленого, вирощені з стеблових живців із дворічною деревиною (рис. 5), цілком придатні для висаджування у бордюрах і створення стрижених огорож та ландшафтних композицій.

Ландшафтними дизайнерами та працівниками національного дендропарку «Софіївка» НАН України створені чудові композиції з таких дворічних саджанців самшиту вічнозеленого (рис. 6), які завдяки належному догляду впродовж одного–двох років стали яскравим оздобленням «Долини туманів» у всі пори року.

Дослідники В.Ю. Жемчужин, Р.А. Ярошук [9] також зафіксували позитивний вплив β -індолілоцтової, β -індолілмасляної кислоти та препаратів на їх основі щодо вкорінення стеблових живців самшиту вічнозеленого в умовах захищеного ґрунту.



Рис. 3. Однорічний саджанець самшиту, вирощений із живця з дворічною деревиною.



Рис. 4. Однорічний саджанець самшиту, вирощений із живця з однорічною деревиною.



Рис. 5. Дворічний саджанець самшиту вічнозеленого, вирощений із стеблового живця з дворічною деревиною.



Рис. 6. Самшит вічнозелений у ландшафтних композиціях дендропарку «Софіївка».

Науковці А. Машевська, Т. Єрмейчук [7] встановили, що «...кращу укоріненість (100,0 %) виявили нездерев'янілі верхівкові живці за обробки водним розчином ІМК, за обробки спиртовим розчином ІМК укоріненість здерев'янілих бічних живців становила 93,3 %. Коренева система нездерев'янілих верхівкових живців була досить розгалуженою (з коренями I–II порядків) із загальною довжиною коренів $337,20 \pm 0,19$ см, живці мали приріст надземних пагонів». Ці дослідники також вказують, що «...оптимальним терміном живцювання самшиту вічнозеленого (*Buxus sempervirens* L.) є весна (II–III декада квітня) із початком пробудження рослин й активною камбіальною діяльністю».

У дослідженні В.М. Прокопчук, В.І. Циганський, О.І. Циганська [8] виявили, «...що такі стимулювальні препарати як Гетероауксин, Корневін та Епін, мають високий позитивний вплив на інтенсивність процесу ризогенезу, зокрема максимальну ефективність забезпечив органічний стимулятор росту рослин Гетероауксин на основі β -індолілоцтової кислоти. На варіантах із його застосуванням рівень укорінення живців становив 95 %, а також зафіксовано найкращі біометричні показники вкорінення рослин». На жаль, оптимальних концентрацій або норм витрати цих препаратів дослідники не наводять.

Отже, результати наших досліджень за переважною більшістю показників відповідають результатам досліджень ряду українських науковців, хоча зустрічаються й деякі відмінності.

Висновки. На підставі результатів досліджень з укорінення стеблових живців самшиту вічнозеленого та їх статистичної обробки, а також досліджень з дорощування вкорінених живців до стандартних саджанців цілком правомірно зробити такі висновки.

1. Утворення і формування кореневої системи та ріст надземної частини живців самшиту вічнозеленого (*Buxus sempervirens* L.) залежить від типу живця й обробки розчинами рістрегулятивної речовини (β -індолілмасляної кислоти).

2. Позитивний стимулюючий вплив на кількість новоутворених коренів у живців самшиту як із дворічною, так і однорічною деревиною виявляє обробка розчинами β -ІМК. Оптимальною концентрацією розчину β -ІМК для живців із дворічною деревиною є концентрація 60 мг/л, у варіанті з її застосуванням утворюється 71,3 штук коренів; для живців із однорічною деревиною – концентрація β -ІМК 40 мг/л, де з'являється 44,5 штук коренів. Живці самшиту першого типу формують більшу за дов-

жиною кореневу систему (в середньому 365,6 см у оптимальному варіанті) порівняно з живцями другого типу (159,7 см).

3. Живці самшиту вічнозеленого з дворічною деревиною в оптимальному варіанті (β -ІМК – 60 мг/л) мають висоту надземної частини 23,1 см, тимчасом живці з однорічною деревиною в оптимальному варіанті (β -ІМК – 40 мг/л) сягають висоти 19,1 см.

4. Найвищий рівень рентабельності – 126,17 %, найбільший прибуток – 3246,76 грн на 1 м² теплиці з обладнанням дрібнодисперсного зволоження за найменшої собівартості саджанця – 13,26 грн одержано у варіанті з обробкою живців самшиту із дворічною деревиною розчином β -ІМК з концентрацією 60 мг/л.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Заячук В.Я. Дендрологія. Львів: Априорі, 2008. 656 с.
2. Калініченко О.А. Декоративна дендрологія. Київ: Вища школа, 2003. 199 с.
3. Кучерявий В.П. Озеленення населених місць. Львів: Світ, 2005. 456 с.
4. Білоус В.І. Садово-паркове мистецтво: Коротка історія розвитку та методи створення художніх садів. Київ: Наук. Світ, 2001. 299 с.
5. Kramer M., Guo Y., Pooler M. Ranking Resistance of *Buxus* Cultivars to Boxwood Blight – an Integrated Analysis. *J. Environ. Hort.* 2020. 38(2). P. 50–55.
6. Коваль С.А. Вплив росторегулятивної речовини на вихід обкорінених стеблових живців самшиту вічнозеленого. *Науковий вісник НЛТУ України*, 2013. Вип. 23.5. С. 54–57.
7. Машевська А., Єрмейчук Т. Біологічні основи розмноження самшиту вічнозеленого *Buxus sempervirens* L. в умовах закритого ґрунту. *Науковий бюлетень Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Ботаніка*. 2015. 2. Розділ I. С. 33–38.
8. Прокопчук В.М., Циганський В.І., Циганська О.І. Вплив стимуляторів росту на вкорінення живців самшиту вічнозеленого *Buxus sempervirens* L. в умовах закритого ґрунту. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. 28(7). С. 57–59. DOI: 10.15421/40280712
9. Жемчужин В.Ю., Ярошук Р.А. Особливості вегетативного розмноження самшиту вічнозеленого. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Агронія і біологія*. 2014. 3(27). С. 82–85.
10. Яворовський П.П. Удосконалення агротехніки вирощування садивного матеріалу декоративних деревних рослин: автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.03.01. Київ: Нац. аграр. ун-т., 2004. 20 с.
11. Яворовський П.П., Калініченко О.А. Ефективність дії стимулятора росту «Триман-1» на ріст укорінених живців туї західної (*Thuja occidentalis* L.) і самшиту вічнозеленого (*Buxus sempervirens* L.). *Науковий вісник Українського державного лісотехнічного університету (Збірн. наук.-техн. праць)*. 2002. Вип. 12.4. С. 268–271.

12. Propagation and seedling growth of some species used as ornamental hedges in landscape design / T.I. Odusanya et al. *Ornamental Horticulture*. 2019. Vol. 25. No 4. P. 383–389. DOI: 10.1590/2447-536X.v25i4.2053.

13. LeBlanc N., Salgado-Salazar C., Crouch J.A. Boxwood blight: an ongoing threat to ornamental and native boxwood. *Appl Microbiol Biotechnol*. 2018. 102(10). P. 4371–4380. DOI: 10.1007/s00253-018-8936-2.

14. Shishkoff N., Daughtrey M., Aker S., Olsen R.T. Evaluating boxwood susceptibility to *Colonectria pseudonaviculata* cuttings from the National Boxwood Collection. *Plant Health Progress*. 2015. Vol. 16. No 1. P. 11–15. DOI: 10.1094/PHP-RS-14-0033.

15. Guo Y.H., Olsen R.T., Kramer M., Pooler M. Effective bioassays for evaluating boxwood blight susceptibility using detached stem inoculations. *Hort Science*. 2015. 50. P. 268–271.

16. Марченко А.Б. Екологічні аспекти прояву інвазійного виду *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) в урбанізованих екосистемах. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2022. № 2. С. 153–160. DOI: 10.33245/2310-9270-2022-174-2-153-160.

17. Kaviani B., Negahdar N. Propagation, micropropagation and cryopreservation of *Buxus hircana* Pojark., an endangered ornamental shrub. *South African Journal of Botany*. 2017. 111. P. 326–335. DOI: 10.1016/j.sajb.2017.04.004.

18. Балабак А.Ф. Кореневласне розмноження садових рослин в Лісостепу України: автореф. дис... д-ра с.-г. наук. Київ, 1995. 46 с.

19. Маринич І.С., Балабушка В.К., Ібрагім Л.В. Методичні рекомендації з розмноження деревних та кущових рослин. Голонасінні / за ред. С.І. Кузнецова. Київ: Фітосоціоцентр, 2004. Ч. I. 23 с.

20. Основи наукових досліджень в агрономії / за ред. В.О. Єщенко. Київ: Дія, 2005. 288 с.

REFERENCES

1. Zayachuk, V.Ya. (2008). *Dendrolohiya* [Dendrology]. Lviv, Apriori, 656 p.

2. Kalinichenko, O.A. (2003). *Dekoratyvna dendrolohiya* [Decorative dendrology]. Kyiv, Higher School, 199 p.

3. Kucheryavyy, V.P. (2005). *Ozelenennya naselenykh mist' [Landscaping of populated areas]*. Lviv, World, 456 p.

4. Bilous, V.I. (2001). *Sadovo-parkove mystetstvo: Korotka istoriya rozvytku ta metody stvorennia khudozhnykh sadiv* [Garden and park art: A brief history of development and methods of creating artistic gardens]. Kyiv, Scientific World, 299 p.

5. Kramer, M., Guo, Y., Pooler, M. (2020). Ranking Resistance of *Buxus* Cultivars to Boxwood Blight – an Integrated Analysis. *J. Environ. Hort.* no. 38(2), pp. 50–55.

6. Koval', S.A. (2013). Vplyv rostorehulyatyvnoyi rechovyny na vykhid obkorinenykh steblovykh zhyvtsiv samshytu vichnozelenoho [The effect of a root-regulatory substance on the yield of rooted stem cuttings of evergreen boxwood]. *Naukovyy visnyk NLTU Ukray-*

iny [Scientific bulletin of NLTU of Ukraine]. Lviv, no. 23.5, pp. 54–57.

7. Mashevska, A., Yermeichuk, T. (2015). Biologichni osnovy rozmnozhennia samshytu vichnozelenoho *Buxus Sempervirens* L. v umovakh zakrytoho gruntu [Biological bases of boxwood reproduction of the evergreen *Buxus Sempervirens* L. in closed soil conditions]. *Scientific Bulletin Skhidnoievropeiskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky* [Scientific bulletin of Lesya Ukrainka East European National University]. Section I, Botany 2, pp. 33–38.

8. Prokopchuk, V.M., Tsyhans'kyy, V.I., Tsyhans'ka, O.I. (2018). Vplyv stymulyatoriv rostu na vkorinennya zhyvtsiv samshytu vichnozelenoho *Buxus sempervirens* L. v umovakh zakrytoho gruntu [The effect of growth stimulants on the rooting of boxwood cuttings of the evergreen *Buxus sempervirens* L. in closed soil conditions]. *Naukovyy visnyk NLTU Ukrayiny* [Scientific bulletin of NLTU of Ukraine]. Lviv, no. 28(7), pp. 57–59. DOI: 10.15421/40280712

9. Zhemchuzhyn, V.Yu., Yaroshchuk, R.A. (2014). Osoblyvosti vehetatyvnoho rozmnozhennia samshytu vichnozelenoho [Peculiarities of vegetative reproduction of evergreen boxwood]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahromoho universytetu. Ahronomiya i biolohiya* [Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Agronomy and Biology]. no. 3(27), pp. 82–85.

10. Yavorovs'kyy, P.P. (2004). *Udoskonalennya ahrotekhniki vyroshchuvannya sadyvnoho materialu dekoratyvnykh derevnykh roslyn: avtoref. dys... kand. s.-h. nauk: 06.03.01* [Improvement of agricultural techniques for growing planting material of ornamental woody plants: abstract of the dissertation of the candidate of agricultural sciences: 06.03.01]. Kyiv, National Agrarian Univ., 20 p.

11. Yavorovs'kyy, P.P., Kalinichenko, O.A. (2002). Efektyvnist' diyi stymulyatora rostu «Tryman-1» na rist ukorinenykh zhyvtsiv tuyi zakhidnoyi (*Thuja occidentalis* L.) i samshytu vichnozelenoho (*Buxus sempervirens* L.) [The effectiveness of the growth stimulator "Triman-1" on the growth of rooted cuttings of western thuja (*Thuja occidentalis* L.) and evergreen boxwood (*Buxus sempervirens* L.)]. *Naukovyy visnyk Ukrayins'koho derzhavnogo lisotekhnichnoho universytetu (Zbirn. nauk.-tekhn. prats')* [Scientific Bulletin of the Ukrainian State Forestry University (Collection of scientific and technical works)]. Lviv, no. 12.4, pp. 268–271.

12. Odusanya, T.I., Owolabi, C.O., Olosunde, O.M., Bodunde, G.J., Odedina, J.N. (2019). Propagation and seedling growth of some species used as ornamental hedges in landscape design. *Ornamental Horticulture*. Vol. 25, no. 4, pp. 383–389. DOI: 10.1590/2447-536X.v25i4.2053.

13. LeBlanc, N., Salgado-Salazar, C., Crouch, J.A. (2018). Boxwood blight: an ongoing threat to ornamental and native boxwood. *Appl Microbiol Biotechnol*. no. 102(10), pp. 4371–4380. DOI: 10.1007/s00253-018-8936-2.

14. Shishkoff, N., Daughtrey, M., Aker, S., Olsen, R.T. (2015). Evaluating boxwood susceptibility to *Colonectria pseudonaviculata* cuttings from the

National Boxwood Collection. Plant Health Progress. Vol. 16, no. 1, pp. 11–15. DOI: 10.1094/PHPRS-14-0033.

15. Guo, Y.H., Olsen, R.T., Kramer, M., Pooler, M. (2015). Effective bioassays for evaluating boxwood blight susceptibility using detached stem inoculations. Hort Science. no. 50, pp. 268–271.

16. Marchenko, A.B. (2022). Ekolohichni aspekty proyavu invazyinoho vydu *Sudalima perspectalis* (Walker, 1859) v urbanizovanykh ekosystemakh [Ecological aspects of the manifestation of the invasive species *Sudalima perspectalis* (Walker, 1859) in urbanized ecosystems]. Zbirnyk naukovykh prats' «Ahrobiolohiya» [Agrobiology]. no. 2, pp. 153–160. DOI: 10.33245/2310-9270-2022-174-2-153-160.

17. Kaviani, B., Negahdar, N. (2017). Propagation, micropropagation and cryopreservation of *Buxus hyrcana* Pojark., an endangered ornamental shrub. South African Journal of Botany. no. 111, pp. 326–335. DOI: 10.1016/j.sajb.2017.04.004.

18. Balabak, A.F. (1995). Korenevlasne rozmnozheniya sadovykh roslyn v Lisostepu Ukrayiny: avtoref. dys... d-ra s.-h. nauk [Root propagation of garden plants in the forest-steppe of Ukraine: abstract of the dissertation of the doctor of agricultural sciences]. Kyiv, 46 p.

19. Marynych, I.S., Balabushka, V.K., Ibrahim, L.V. (2004). Metodichni rekomendatsiyi z rozmnozheniya derevnykh ta kushchovykh roslyn. Holonasinni [Methodical recommendations for the propagation of tree and shrub plants. Gymnosperms]. Kyiv, Phytosocial Center, Part 1, 23 p.

20. Yeshchenko, V.O. (2005). Osnovy naukovykh doslidzen' v ahronomiyi [Fundamentals of scientific research in agronomy]. Kyiv, Diya, 288 p.

Peculiarities of root system and aerial part formation in evergreen boxwood cuttings with two-year-old and one-year-old wood

Koval S., Vitenko V., Adamenko S., Bayura O., Kurka S., Didenko I.

The study results of the peculiarities of evergreen boxwood rooting (*Buxus sempervirens* L.) cuttings with two-year wood were presented, regeneration processes in which are insufficiently studied. Also the cuttings with one-year wood, as well as analysis and

comparison of biometric indicators of cutting seedlings obtained from the cuttings of both types are presented. The formation and formation of the root system and the growth of the above-ground part of boxwood cuttings were studied at the Uman National University of Horticulture in a greenhouse equipped with a device for finely dispersed moistening. It was investigated that the most effective for stimulating regeneration processes in boxwood cuttings with two-year wood is a solution of β -indolylbutyric acid (β -IMK) with a concentration of 60 mg/l. In cuttings with one-year wood these processes are most effectively stimulated by β -IMK solution with a concentration of 40 mg/l. It was found that cuttings of the first type form more roots compared to cuttings of the second type, they also develop a longer and branched root system. In the optimal version, the cuttings of the first type regenerated 71.3 pieces of main roots, while the cuttings of the second type of roots formed 44.5 pieces. Evergreen boxwood cuttings of the first type form the longest root system – 365.6 cm, while cuttings with one-year wood – 159.7 cm on average for the 2019–2021 research years. Treatment of boxwood cuttings with both two-year-old and one-year-old wood with β -IMK solutions also revealed a significant positive effect on the height of their above-ground part, which in the optimal version exceeded the control version by 1.3 times or by 5.8 cm, and by 1.2 times or by 3.5 cm on average during the research period. The best indicators of economic efficiency are the following: the highest level of profitability – 126.17%, the largest profit – 3246.76 UAH. for the lowest cost of a seedling – UAH 13.26. in terms of 1 m² of a greenhouse with equipment for fine-dispersed humidification, obtained after growing rooted boxwood cuttings of the first type in the variant using β -IMK with a concentration of 60 mg/l. Thus, the study of the effect of a growth-regulatory substance on the formation of root system and the above-ground part in both types of evergreen boxwood cuttings and the improvement of technological measures for growing seedlings is currently an urgent problem, the solution of which will be provided by the development of scientifically based recommendations for producers of high-quality planting material of this valuable decorative plant.

Key words: grafting, number and length of roots, rooting, growing, seedling.



Copyright: Коваль С.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:

Коваль С.А.

Вітенко В.А.

Адаменко С.А.

Баюра О.М.

Курка С.С.

Діденко І.П.

<https://orcid.org/0000-0002-5897-9376>

<https://orcid.org/0000-0001-5762-9238>

<https://orcid.org/0000-0003-4656-1180>

<https://orcid.org/0000-0003-1679-5840>


<https://orcid.org/0000-0002-7722-2483>

<https://orcid.org/0000-0002-4198-3432>

УДК 635.262"324":631.523.3(292.485:477.4)

Характеристика господарсько цінних ознак часнику озимого в посушливих умовах Правобережного Лісостепу УкраїниСич З.Д. , Кубрак С.М. , Велика К.А. 

Білоцерківський національний аграрний університет

 Кубрак С.М. E-mail: kubraksyweta@ukr.net

Сич З.Д., Кубрак С.М., Велика К.А. Характеристика господарсько цінних ознак часнику озимого в посушливих умовах Правобережного Лісостепу України. «Агробіологія», 2024. № 1. С. 100–108.

Sych Z., Kubrak S., Velyka K. The characteristics of the economically profitable winter garlic traits under the Ukrainian Right Forest Steppe dry weather conditions. «Agrobiology», 2024. no. 1, pp. 100–108.

Рукопис отримано: 29.03.2024 р.

Прийнято: 15.04.2024 р.

Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-100-108

Метою досліджень було виділити кращі сорти та місцеві форми часнику озимого за тривалістю вегетаційного періоду, масою головки та кількістю зубків, товарністю, урожайністю в посушливих умовах Правобережного Лісостепу України. В результаті досліджень встановлено особливості дії чинників навколишнього середовища на тривалість вегетаційного періоду, масу головок та кількість зубків, товарність і урожайність часнику. Виділено ранньостиглий зразок 8 (Запорізька обл.) з тривалістю вегетаційного періоду 103 доби. Найкращою за масою головки (61 г) виявилася місцева форма 9 із Запорізької області. Найвищою врожайністю характеризувався зразок 9 (Запорізька обл.) – 12,7 т/га. У сорту-контролю Ірен цей показник становив 11,4 т/га. Найнижча вона за вирощування зразків 1 (7,4 т/га), 2 (8,4 т/га), 3 (6,9 т/га), 5 та 11 (7,9 т/га), 12 (8,6 т/га), 13 (6,8 т/га). Найкраще пристосованими до умов навколишнього середовища Правобережного Лісостепу України виявилися два зразки із Київської області – 1 та 3. Коефіцієнт стабільності Левіса у них дорівнював 1,2. Найгірше адаптувалися місцеві форми 10 та 14 із Чернігівської і Черкаської областей, в яких цей показник становив 1,6. Отже, у результаті проведених досліджень виділено зразки часнику озимого з коротким вегетаційним періодом, великою масою головки і кількістю зубків та врожайністю культури в посушливих умовах Правобережного Лісостепу України. Найкращі результати за масою головки (61 г) та врожайністю (12,7 т/га) отримали від вирощування зразка походженням із Запорізької області під номером 9. Однак за тривалістю вегетаційного періоду він виявився середньостиглим (106 діб), а у головці формувалося в середньому лише 7 зубків. Товарна урожайність становила 75 %. Найбільш ранньостиглим (103 доби) була місцева форма 8 із Запорізької області. Найменше зубків у головці формувалося у зразка 4 (Кіровоградська обл.) – 4 шт., а найбільше – в місцевій формі 10 (Чернігівська обл.) – 10 шт. Високою урожайністю характеризувалися варіанти 6 (Дніпропетровська обл.) та 8 (Запорізька обл.), де показник становив 10,3 і 10,5 т/га. Однак істотної різниці щодо цього показника не спостерігали.

Ключові слова: часник озимий, сорти, урожайність, місцева форма, вегетаційний період, маса головки.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. На сьогодні відсутність достатньої кількості сортів озимого часнику в Держреєстрі України для впровадження у виробництво можливо компенсувати завдяки культивуванню місцевих форм. Однак, культивари часнику, які створювали і вирощували в інших умовах, можуть по-різному реагувати на чинники на-

вколишнього середовища і не давати бажаних результатів. Тому, вивчення господарсько цінних ознак озимого часнику під дією чинників навколишнього середовища є актуальним питанням і потребує додаткового вивчення.

Часник озимий (*Allium sativum* L.) є близьким родичем цибулі ріпчастої. Його культивують і споживають в усьому світі як овоч або

приправу. Більшу частину його продукції імпортують із Китаю, де він є основною економічною культурою [17–19].

Озимий часник, окрім харчових, має лікувальні та профілактичні властивості. Одним із способів використання є оброблення головок за допомогою високих температур (65–90 °С) і вологості (60–80 %) впродовж двох місяців [10, 12]. У такий спосіб отримують чорний або ферментований часник. Він має коричнево-чорне забарвлення і характеризується високими антиоксидантними властивостями [22]. В зубках чорного часнику містяться фенольні сполуки, алкалоїди β-карболіни [2], меланоїдини [20], органічні кислоти та органічні сполуки сірки [11]. Загальний вміст фенолів у чорному часнику збільшується в 4–10 разів порівняно із свіжим. Він діє як антимікробний засіб [1].

Оскільки озимий часник розмножується переважно вегетативним способом, то у зубках збільшується накопичення патогенів (грибних, бактеріальних і вірусних), що знижує його продуктивність і якість. Використання зубків як садивного матеріалу має кілька проблем: потрібна велика кількість (до 3,0 т/га), що дороге, та потребує тривалого зберігання. Значної шкоди завдають сисні шкідники – нематоди, трипси, кліщі, які впродовж періоду зберігання зимують між сухими і соковитими лусками, а весною переходять на листки. Саме вони, окрім прямої шкоди рослинам, є векторами-переносниками багатьох вірусних та бактеріальних хвороб [17].

Для цієї культури використання хімічних протруйників садивного матеріалу на сьогодні є обмеженим унаслідок відсутності офіційно дозволених препаратів. Однак для знищення інфекції фермери використовують препарати, дозволені для захисту від хвороб на цибулі або інших сільськогосподарських рослинах [17].

Постійне збільшення виробництва часнику та попит на часникову продукцію зі специфічними характеристиками потребують селекції цієї культури та її адаптації до різних кліматичних умов [14]. Зарубіжним селекціонерам вдалося створити сорти, які мають генеративний спосіб розмноження [6]. За останні 20 років плодючість часнику була відновлена, а дослідження та селекція зазнали швидкого прогресу. Нині зарубіжна селекція часнику розвивається в трьох основних напрямках: традиційна вегетативна селекція з мінливих колекцій зародкової плазми, селекція з популяцій, що розмножуються статевим способом, і використання біотехнологічних засобів [7–9].

Фермери вибирають сорти часнику озимого для висаджування залежно від низки чин-

ників, які враховують виробничий потенціал, ринковий попит, здатність адаптуватися до середовища, наявність насіння та ціни [15, 18]. Деякі сільськогосподарські господарства продовжують вирощувати місцеві форми власної селекції, які добре пристосовані до екологічних умов регіону. Бракує високоврожайних сортів, придатних для поширення в Україні і в Державному Реєстрі. Зокрема, у 2021 та 2022 рр. у Державний реєстр було занесено 16, а в 2023 р. – 21 сорт [4, 5, 13].

Вирощування часнику озимого, завезеного з іншого регіону, без належного розсадництва садивного матеріалу і оздоровлення, призводить до швидкого виродження і зниження урожайності в 2–3 репродукції [17]. Отже, проблема виділення кращих та більш адаптованих сортів і місцевих форм часнику озимого за господарсько цінними ознаками потребує додаткового вивчення.

Мета дослідження. Виявити кращі сорти та місцеві форми часнику озимого за тривалістю вегетаційного періоду, масою головки, кількістю зубків, товарністю, урожайністю для посушливих умов Правобережного Лісостепу України.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили впродовж 2022–2023 рр. в умовах Правобережного Лісостепу України на дослідному полі Білоцерківського НАУ. У колекції озимого часнику було близько 48 сортів та місцевих форм з різних областей України: Київської, Дніпропетровської, Запорізької, Житомирської, Кіровоградської, Чернігівської і Черкаської. Оцінювання сортозразків здійснювали згідно з «Методикою дослідної справи в овочівництві і баштанництві» [21]. За контроль використано сорт Ірен, створений у 2018 р., господарство “Чистий продукт”. Грунт дослідної ділянки належить до чорноземів типових малогумусних середньосуглинкових.

Дослідження проводили в умовах природного зволоження. Посушливі явища спостерігали у другій–третьій декадах квітня і особливо впродовж травня і червня у вигляді зменшення кількості опадів, зниження відносної вологості повітря, підвищення середньодобових температур, збільшення швидкості вітру і зменшення хмарності. Зокрема, у 2022 р. сума опадів за травень була меншою на 10,9 мм і у 2023 р. – на 38,1 мм, порівняно з середніми багаторічними показниками. Аналогічні явища спостерігали у червні – менше на 54,4 мм і 13,1 мм відповідно за роками. Ці посушливі періоди прискорювали досягання та були критичними для формування величини головок і зубків.

Вирощування здійснювали за загально-прийнятою технологією [21]. Сорти озимого часнику висаджували широкорядним способом за схемою 45x8 см (густота 278 тис. рослин/га). Головки часнику починали збирати за появи ознак всихання листків. Головки часнику озимого після викопування сортували на товарні і нетоварні та зважували окремо згідно з чинним стандартом [3].

Коефіцієнт фенотипової стабільності Левіса (SF) вираховували за формулою $SF = HE/LE$, де HE і LE відповідно високе та низьке значення врожаю в різні роки досліджень [21]. Його наближення до 1 свідчило про високу стабільність, а віддалення від 1 – навпаки, про нестабільність. Отримані дані аналізували за допомогою статистичних методів дисперсійного аналізу, з використанням комп'ютерної програми “Statistica-7” [16].

Результати дослідження та обговорення.

В результаті проведених досліджень було виявлено, що тривалість вегетаційного періоду у зразків часнику озимого впродовж 2022 р. коливалася від 104 до 117 діб (табл. 1). Найменше його значення спостерігали у зразка 8, походженням із Запорізької області. Найбільшим він був у сорту, що завезений з Черкащини. У контрольного варіанта Ірен цей показник становив 107 діб. Причому на рівні або майже однаково з контролем спостерігали досягання головок часнику у зразків 3 (Київська обл.), 5 (Кіровоградська обл.), 6 (Дніпропетровська обл.), 9 (Запо-

різька обл.). Тривалість вегетаційного періоду становила відповідно 106, 108, 107 і 107 діб.

У 2023 р. тривалість вегетаційного періоду серед сортів та місцевих форм часнику озимого була порівняно меншою ніж в 2022 р. Причиною цього стали більш посушливі погодні умови. Найменше його значення спостерігали в контролю Ірен (102 доби) та зразка 8 із Запорізької області (102 доби). Найдовшою тривалістю вегетаційного періоду характеризувалися два зразка (14 і 13) із Черкаської (відповідно 114 та 111 діб) та два (10, 11) із Чернігівської області (110 і 110 діб).

У середньому за два роки проведених досліджень виявили зразки часнику озимого, головки яких достигали раніше за інші. Зокрема, найменшим вегетаційним періодом характеризувався варіант 8, завезений із Запорізької області, де цей показник становив 103 доби. У контролю, сорту Ірен, тривалість вегетаційного періоду становила 105 діб. Таке ж значення цього показника як і у контролю спостерігали за вирощування місцевої форми 3 із Київської області.

Найтривалішим вегетаційним періодом характеризувалися такі місцеві форми із Черкаської області як 13 та 14. Значення цього показника становило відповідно 114 і 116 діб. На 1–2 доби пізніше за сорт-контроль Ірен достигали головки в зразків 1 (Київська обл.), 5 (Кіровоградська обл.), 6 (Дніпропетровська обл.) та 9 (Запорізька обл.).

Таблиця 1 – Тривалість вегетаційного періоду сортів та місцевих форм часнику озимого

Зразок	Походження	Тривалість вегетаційного періоду, діб		
		2022 р.	2023 р.	середнє за 2022–2023 рр.
Ірен, St	Черкаська обл., UKR	107	102	105
1	Київська обл., UKR	109	104	107
2	Київська обл., UKR	112	108	110
3	Київська обл., UKR	106	104	105
4	Кіровоградська обл., UKR	114	109	112
5	Кіровоградська обл., UKR	108	106	107
6	Дніпропетровська обл., UKR	107	105	106
7	Дніпропетровська обл., UKR	113	109	111
8	Запорізька обл., UKR	104	102	103
9	Запорізька обл., UKR	107	104	106
10	Чернігівська обл., UKR	114	110	112
11	Чернігівська обл., UKR	113	110	112
12	Житомирська обл., UKR	110	108	109
13	Черкаська обл., UKR	116	111	114
14	Черкаська обл., UKR	117	114	116
НІР ₀₅				1,9

Урожайність сортів і місцевих форм часнику озимого впродовж 2022–2023 рр. була різною (табл. 2). Цьому сприяли погодні умови, генетична спадковість кожного зразка та інші чинники.

У 2022 р. урожайність головок серед варіантів коливалася від 7,5 до 14,5 т/га. Найбільше значення спостерігали за вирощування зразка 9 (Запорізька обл.), де цей показник становив 14,5 т/га. Найнижчим він був у варіанта 13, який походив із Черкаської області. Причому, урожайність у контролю знаходилася на рівні 13,1 т/га. Високу урожайність спостерігали також за культивування зразків 4 (Кіровоградська обл.), 6 та 7 (Дніпропетровська обл.), 8 (Запорізька обл.), 10 (Чернігівська обл.), 14 (Черкаська обл.). Урожайність головок часнику для них становила відповідно 10,5; 12,4; 11,3; 12,4; 11,2 і 11,3.

Погодні умови 2023 р. були менш сприятливими для росту, розвитку та формування врожаю часнику озимого. Особливо негативно позначилася на формуванні головок відсутність опадів у травні та червні. Порівняно з 2022 р. у 2023 р. спостерігали зменшення врожайності на 15–31 %.

Найвищою врожайністю серед різних сортів та місцевих форм часнику озимого характеризувався варіант 9, завезений із Запорізької області. Значення цього показника станови-

ло 10,9 т/га. Найменшу урожайність головок (6 т/га) вдалося отримати за вирощування зразка 13 (Черкаська обл.). У сорту-контролю Ірен цей показник становив 9,6 т/га.

У середньому за два роки проведених досліджень було встановлено, що високою урожайністю характеризувалися зразки 6 (Дніпропетровська обл.), 8 та 9 (Запорізька обл.). Її значення становило відповідно 10,3; 10,5 і 12,7 т/га. Однак, істотної різниці щодо цього показника не виявили.

Важливе значення у посушливих умовах має показник пристосованості кожного сорту та місцевої форми. Найкраще пристосувалися місцеві зразки, які раніше росли і розвивалися в регіонах Київської області – 1 і 3. Коефіцієнт стабільності Левіса у яких становив 1,2. Найгірше пристосувалися такі зразки як 10 (Чернігівська обл.), 14 (Черкаська обл.) та 6 (Дніпропетровська обл.). Показник Левіса становив у них відповідно 1,6; 1,6 та 1,5.

Частка товарних головок з діаметром понад 4 см у різних сортів та місцевих форм часнику озимого впродовж 2022 р. була невисокою і коливалася в межах 62–78 % (табл. 3).

Найнижчу товарність головок часнику спостерігали у варіанта 3 із Київської області – 62 %, а найвищу – у двох місцевих форм 6 (Дніпропетровська обл.) та 9 (Запорізька обл.) – 78 %.

Таблиця 2 – Урожайність місцевих форм часнику озимого (середнє за 2022–2023 рр.)

Зразок	Походження	Урожайність, т/га			Коефіцієнт стабільності Левіса (S. F.)
		2022 р.	2023 р.	середнє за 2022–2023 рр.	
Ірен, St	Черкаська обл., UKR	13,1	9,6	11,4	1,4
1	Київська обл., UKR	8,0	6,8	7,4	1,2
2	Київська обл., UKR	9,8	6,9	8,4	1,4
3	Київська обл., UKR	7,6	6,1	6,9	1,2
4	Кіровоградська обл., UKR	10,5	8,0	9,3	1,3
5	Кіровоградська обл., UKR	9,1	6,7	7,9	1,4
6	Дніпропетровська обл., UKR	12,4	8,1	10,3	1,5
7	Дніпропетровська обл., UKR	11,3	7,8	9,6	1,4
8	Запорізька обл., UKR	12,4	8,6	10,5	1,4
9	Запорізька обл., UKR	14,5	10,9	12,7	1,3
10	Чернігівська обл., UKR	11,2	7,1	9,2	1,6
11	Чернігівська обл., UKR	8,9	6,9	7,9	1,3
12	Житомирська обл., UKR	9,6	7,6	8,6	1,3
13	Черкаська обл., UKR	7,5	6,0	6,8	1,3
14	Черкаська обл., UKR	11,3	7,1	9,2	1,6
НІР ₀₅				1,6	

Упродовж 2023 р. товарність головок у сортів та місцевих форм погіршилася через несприятливі погодні умови. Зокрема, найбільше значення (71 %) цього показника спостерігали за вирощування двох зразків (6 і 9), які походили із Дніпропетровської та Запорізької областей. Найменшою товарністю головок характеризувалися варіанти 3 (Київська обл.) та 11 (Чернігівська обл.), показник становив відповідно 56 та 58 %.

У середньому за 2022–2023 рр. товарність головок часнику озимого знаходилася на рівні від 59 до 75 %. Найбільше значення її спостерігали у місцевих форм 6 (Запорізька обл.), 9 (Дніпропетровська обл.), а найменше – характерне для зразка 3 із Київської області.

Маса головки у сортів та місцевих форм часнику озимого була різною, як у 2022 р. так і 2023 р. Погодні умови, особливо через відсутність опадів у травні та червні 2023 р., мали значний вплив на формування головки та зубків.

У результаті проведених досліджень встановлено, що впродовж 2022 р. найбільші головки були у зразків 9 (Запорізька обл.) і 10 (Чернігівська обл.), де показник становив відповідно 67 та 60 г. У контролю, сорту Ірен, цей показник дорівнював 63 г. Водночас, непоганими результатами характеризувалися варіанти 6 і 7 (Дніпропетровська обл.), 8 (Запорізька обл.), 14 (Черкаська обл.). Маса головки у них становила 57; 54; 58 та 55 г.

Невеликі головки формували рослини місцевої форми 13 (Черкаська обл.), 1 та 3 (Київська обл.), 5 (Кіровоградська обл.). Маса яких становила відповідно 41; 43; 44 і 46 г.

Відсутність опадів впродовж травня та червня 2023 р. негативно вплинуло на формування головок у різних зразків часнику озимого, зменшивши їх масу. Невеликими вони були у трьох зразків з Київської області (1, 2 і 3), одного із Кіровоградської (5) та двох з Черкаської області (13 та 14). Середня маса головки для них становила відповідно 40, 38 і 39 г (Київська обл.); 37 г (Кіровоградська обл.); 36 та 38 г (Черкаська обл.).

Найбільші за масою головки часнику збирали із зразка 9 (Запорізька обл.). У сорту-контролю Ірен цей показник становив 51 г.

У середньому за два роки проведених досліджень встановлено, що середня маса головки часнику озимого різних зразків коливалася від 39 до 61 г. Найменше значення цього показника спостерігали за культивування місцевих форм 13 (Черкаська обл.), 1 (Київська обл.) та 5 (Кіровоградська обл.) – відповідно 39, 40 та 42 г. Найбільшою масою головок характеризувалися два зразка із Запорізької (8 та 9) та один з Чернігівської області (10). Середня маса головки у них становила відповідно 51, 61 та 51 г. У контролю Ірен вона становила 57 г. Однак, істотну різницю щодо цього показника спостерігали лише у варіанта 9 (Запорізька обл.).

Таблиця 3 – Частка товарних головок у різних місцевих форм та сортів часнику озимого (середнє за 2022–2023 рр.)

Зразок	Походження	Частка товарних головок, %		
		2022 р.	2023 р.	середнє за 2022–2023 рр.
Ірен, St	Черкаська обл., UKR	75	68	72
1	Київська обл., UKR	67	61	64
2	Київська обл., UKR	72	65	69
3	Київська обл., UKR	62	56	59
4	Кіровоградська обл., UKR	74	67	71
5	Кіровоградська обл., UKR	71	65	68
6	Дніпропетровська обл., UKR	78	71	75
7	Дніпропетровська обл., UKR	75	68	72
8	Запорізька обл., UKR	77	70	74
9	Запорізька обл., UKR	78	71	75
10	Чернігівська обл., UKR	67	61	64
11	Чернігівська обл., UKR	64	58	61
12	Житомирська обл., UKR	72	65	69
13	Черкаська обл., UKR	66	60	63
14	Черкаська обл., UKR	74	67	71
НІР ₀₅				0,8

Таблиця 4 – Маса головки та кількість зубків у різних місцевих форм і сортів часнику озимого (середнє за 2022–2023 рр.)

Зразок	Походження	Середня маса головки, г			Кількість зубків у головці, шт.
		2022 р.	2023 р.	середнє за 2022–2023 рр.	
Ірен, St	Черкаська обл., UKR	63	51	57	7
1	Київська обл., UKR	43	40	40	6
2	Київська обл., UKR	49	38	44	6
3	Київська обл., UKR	44	39	42	6
4	Кіровоградська обл., UKR	51	43	47	5
5	Кіровоградська обл., UKR	46	37	42	7
6	Дніпропетровська обл., UKR	57	41	49	6
7	Дніпропетровська обл., UKR	54	41	48	6
8	Запорізька обл., UKR	58	44	51	7
9	Запорізька обл., UKR	67	55	61	7
10	Чернігівська обл., UKR	60	42	51	10
11	Чернігівська обл., UKR	50	43	47	6
12	Житомирська обл., UKR	48	42	45	8
13	Черкаська обл., UKR	41	36	39	6
14	Черкаська обл., UKR	55	38	47	6
НІР ₀₅				2,5	0,4

Найбільш багатозубковими характеризувалися головки часнику озимого місцевих форм 10 і 12, що були завезені з регіонів Чернігівщини та Житомирщини. Впродовж 2022–2023 рр. у них формувалося відповідно по 10 та 8 штук зубків у головці. Найменше (5 штук) закладалося їх на рослинах варіанта 4 із Кіровоградської області.

Висновки. В результаті проведених досліджень 2022–2023 рр. встановлено, що в умовах квітнево-червневих посух на Білоцерківщині, найкоротшим вегетаційним періодом (103 доби) характеризувався зразок 8, що завезений із Запорізької області. Найтривалішим він був у варіанта 13 (Черкаська обл.) – 114 діб. Найвищу врожайністю головок спостерігали за вирощування зразка 9 (Запорізька обл.) – 12,7 т/га. Найкраще пристосувалися два представники (1 та 3) походженням із Київщини. Коефіцієнт стабільності Левіса у них становив 1,2. Найбільший показник товарності головок був у зразка 9 (Запорізька обл.) та 6 (Дніпропетровська обл.) і становив 75 %. Найважчі головки формувалися на рослинах варіанта 9 із Запорізької області (61 г) з кількістю зубків 7 штук.

зений із Запорізької області. Найтривалішим він був у варіанта 13 (Черкаська обл.) – 114 діб. Найвищу врожайністю головок спостерігали за вирощування зразка 9 (Запорізька обл.) – 12,7 т/га. Найкраще пристосувалися два представники (1 та 3) походженням із Київщини. Коефіцієнт стабільності Левіса у них становив 1,2. Найбільший показник товарності головок був у зразка 9 (Запорізька обл.) та 6 (Дніпропетровська обл.) і становив 75 %. Найважчі головки формувалися на рослинах варіанта 9 із Запорізької області (61 г) з кількістю зубків 7 штук.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Altuntas S., Korukluoglu M. Growth and effect of garlic (*Allium sativum*) on selected beneficial bacteria. Food Science and Technology. 2019. 39(4). P. 897–904. DOI: 10.1590/fst.10618.
- Cao R., Peng W., Wang Z., Xu A. β -Carboline alkaloids: biochemical and pharmacological functions. Current Medicinal Chemistry. 2007. 14(4). P. 479–500. DOI: 10.2174/092986707779940998.
- ДСТУ ISO 6663-2002. Часник. Зберігання в холоді (ISO 6663:1995, ІДТ). [Чинний від 2003-10-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 7 с.
- Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2021 році / Н.В. Грюнвальд та ін. 2021. 531 с. URL: <https://sops.gov.ua/reestr-sortiv-roslin>.
- Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2022 році / Н.В. Грюнвальд та ін. 2022. 532 с. URL: <https://sops.gov.ua/reestr-sortiv-roslin>.
- Jenderek M.M. Generative reproduction of garlic (*Allium sativum* L.) (in Polish). Sesja Naukowa. 1998. 57. P. 141–145.
- Garlic (*Allium sativum* L.) and its wild relatives from Central Asia: evaluation for fertility potential / R. Kamenetsky et al. Proceedings of the XXVIth International Horticultural Congress, Toronto, Canada. Acta Horticulturae. 2003. 637. P. 83–91.
- Environmental control of garlic growth and florogenesis. Journal of the American Society for Horticultural Science / R. Kamenetsky et al. 2004. 129(2). P. 144–151.
- Integrated transcriptome catalogue and organ-specific profiling of gene expression in fertile garlic (*Allium sativum* L.) / R. Kamenetsky et al. BMC Genomics. 2015. 16(12). DOI: 10.1186/s12864-015-1212-2.

10. Black garlic: a critical review of its production, bioactivity, and application / S. Kimura et al. *Journal of Food and Drug Analysis*. 2017. 25(1). P. 62–70.

11. The compound, diallyl disulfide, enriched in garlic, prevents the progressiodoxorubicin-induced nephropathy / S.C. Lin et al. *Food Science and Technology*. 2019. 39(4). P. 1040–1046. DOI: 10.1590/fst.15418.

12. Composition analysis and antioxidant properties of black garlic extract / X. Lu et al. *Journal of Food and Drug Analysis*. 2017. 25(2). P. 340–349.

13. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2020 році / С.І. Мельник та ін. 2020. 516 с. URL: <https://sops.gov.ua/reestr-sortiv-roslin>.

14. Shemesh-Mayer E., Kamenetsky-Goldstein R. Traditional and Novel Approaches in Garlic (*Allium sativum* L.) Breeding. *Advances in Plant Breeding Strategies: Vegetable Crops*. Springer, Cham. 2021. DOI: 10.1007/978-3-030-66965-2_1.

15. Сич З.Д., Кубрак С.М., Шубенко Л.А. Проблеми вирощування овочів в Україні під час війни. Теоретичні і практичні аспекти розвитку галузі овочівництва в сучасних умовах: матеріали VI міжнародної науково-практичної конференції. Вісник: ТОВ «ТВОРИ», 2023. С. 178–181.

16. Сич З.Д. Методичні рекомендації по статистичній оцінці селекційного матеріалу овочевих і баштанних культур. Харків: ІОБ УААН. 1993. 72 с.

17. Сич З.Д., Кубрак С.М. Оцінка сортів і місцевих форм часнику озимого за господарсько цінними ознаками в умовах Правобережного Лісостепу України. *Агробіологія*. Біла Церква, 2020. Вип. 1 (157). С. 169–174. DOI: 10.33245/2310-9270-2020-157-1-169-174.

18. Сич З.Д., Кубрак С.М. Основні аспекти розвитку овочівництва в Україні. Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту «Інноваційні технології в агрономії, землеустрої, електроенергетиці, лісовому та садово-парковому господарстві»: мат. Міжнар. наук.-практ. конференції. Біла Церква: Білоцерківський НАУ, 2021. С. 24–26.

19. Tariq Aslam, Dudi B.S., Pandav A.K., Rana M.K. Evaluation of garlic (*Allium sativum* L.) genotypes for yield and yield attributing traits under semi arid zone of Haryana (Hisar). *The Asian Journal of Horticulture*. 2016. Vol. 11. Issue 1. P. 96–100.

20. Effect of dietary fermented garlic by *Weissella koreensis* powder on growth performance, blood characteristics, and immune response of growing pigs challenged with *Escherichia coli* lipopolysaccharide / J.P. Wang et al. *Journal of Animal Science*. 2011. 89(7). P. 2123–2131. DOI: 10.2527/jas.2010-3186 PMID:21317348.

21. Yakovenko K.I. Experimentation methods in vegetable and melon growing. Kharkiv: Osnova, 2001. 369 p.

22. Yin M.C., Cheng W.S. Antioxidant and antimicrobial effects of four garlic-derived organosulfur compounds in ground beef. *Meat Science*. 2003. 63(1). P. 23–28. DOI: 10.1016/S0309-1740(02)00047-5.

REFERENCES

1. Altuntas, S., Korukluoglu, M. (2019). Growth and effect of garlic (*Allium sativum*) on selected beneficial bacteria. *Food Science and Technology*. no. 39(4), pp. 897–904. DOI: 10.1590/fst.10618.

2. Cao, R., Peng, W., Wang, Z., Xu, A. (2007). β -Carboline alkaloids: biochemical and pharmacological functions. *Current Medicinal Chemistry*. no. 14(4), pp. 479–500. 10.2174/092986707779940998.

3. DSTU ISO 6663-2002. Chasnik. Zberigannya v holodi (ISO 6663:1995, IDT). Chinnij vid 2003-10-01 [DSTU ISO 6663-2002 Garlic. Cold storage (ISO 6663: 1995, IDT)]. Kyiv, Derzhspozhivstandart of Ukraine, 2003, 7 p.

4. Hriunvald, N.V. (2021). Derzhavnij rejestr sortiv roslin, pridatnij dlja poshirennya v Ukraini u 2021 roci [State register of plant varieties, suitable for distribution in Ukraine in 2021]. 531 p. Available at: <https://sops.gov.ua/reestr-sortiv-roslin>

5. Hriunvald, N.V. (2022). Derzhavnij rejestr sortiv roslin, pridatnij dlja poshirennya v Ukraini u 2022 roci [State register of plant varieties, suitable for distribution in Ukraine in 2022]. 532 p. Available at: <https://sops.gov.ua/reestr-sortiv-roslin>. [in Ukrainian].

6. Jenderek, M.M. (1998). Generative reproduction of garlic (*Allium sativum*) (in Polish). *Sesja Naukowa*. no. 57, pp. 141–145.

7. Kamenetsky, R., London, Shafir I., Baizerman, M., Khassanov, F., Kik, C., Rabinowitch, H.D. (2003). Garlic (*Allium sativum* L.) and its wild relatives from Central Asia: evaluation for fertility potential. *Proceedings of the XXVIth International Horticultural Congress, Toronto, Canada*. *Acta Horticulturae*. no. 637, pp. 83–91.

8. Kamenetsky, R., London Shafir, I., Zemah, H., Barzilay, M., Rabinowitch, H.D. (2004). Environmental control of garlic growth and florogenesis. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. no. 129(2), pp. 144–151.

9. Kamenetsky, R., Faigenboim, A., Mayer, E., Ben Michael, T., Gershberg, C., Kimhi, S. (2015). Integrated transcriptome catalogue and organ-specific profiling of gene expression in fertile garlic (*Allium sativum* L.). *BMC Genomics*. no. 16(12). DOI: 10.1186/s12864-015-1212-2.

10. Kimura, S., Tung, Y., Pan, M., Su, N., Lai, Y., Cheng, K. (2017). Black garlic: a critical review of its production, bioactivity, and application. *Journal of Food and Drug Analysis*. no. 25(1), pp. 62–70.

11. Lin, S.C., Chagnaadorj, A., Bayarsengee, U., Leung, T.K., Cheng, C.W. (2019). The compound,

diallyl disulfide, enriched in garlic, prevents the progressiodoxorubicin-induced nephropathy. *Food Science and Technology*. no. 39(4), pp. 1040–1046. DOI: 10.1590/fst.15418

12. Lu, X., Li, N., Qiao, X., Qiu, Z., Liu, P. (2017). Composition analysis and antioxidant properties of black garlic extract. *Journal of Food and Drug Analysis*. no. 25(2), pp. 340–349.

13. Mel'nik, S.I. (2020). Derzhavnij rejestr sortiv roslin, pridatnij dlja poshirennja v Ukraini u 2020 roci [State register of plant varieties, suitable for distribution in Ukraine in 2020]. 516 p. Available at: <https://sops.gov.ua/reestr-sortiv-roslin>. [in Ukrainian].

14. Shemesh-Mayer, E., Kamenetsky-Goldstein, R. (2021). Traditional and Novel Approaches in Garlic (*Allium sativum* L.) Breeding. *Advances in Plant Breeding Strategies: Vegetable Crops*. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-030-66965-2_1.

15. Sych, Z.D., Kubrak, S.M., Shubenko, L.A. (2023). Problemy vyroshchuvannja ovochiv v Ukraini pid chas viiny [Problems of growing vegetables in Ukraine during the war]. *Teoretychni i praktychni aspekty rozvytku haluzi ovochivnytstva v suchasnykh umovakh: zb. tez VI mizhnar. nauk.-prakt. konf.* [Theoretical and practical aspects of the development of the field of vegetable growing in modern conditions: materials of the VI international scientific and practical conference]. Vinnytsia, TVORY LLC, pp. 178–181.

16. Sych, Z.D. (1993). *Metodychni rekomendacii' po statystychnij ocinci selekciynogo materialu ovochevyh i bashtannyh kul'tur*. [Guidelines for the statistical assessment of breeding material of vegetable and melons]. Kharkiv, IOB UAAN, 72 p.

17. Sych, Z.D., Kubrak, S.M. (2020). Otsynuvannja sortiv i mistsevykh form tsinnymy oznakamy v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Evaluation of varieties and local forms of winter garlic on economically valuable traits in the conditions of the Right-Bank Forest Steppe of Ukraine]. *Agrobiologija [Agrobiology]*. no. 1, pp. 169–174. DOI: 10.33245/2310-9270-2020-157-1-169-174.

18. Sych, Z.D., Kubrak, S.M. (2021). Osnovni aspekty rozvytku ovochivnytstva v Ukraini [The main aspects of vegetable development in Ukraine]. *Ahrarna osvita ta nauka: dosiahnennia, rol, factory rostu. Innovatsiini tekhnolohii v ahronomii, zemleustroi, elektroenerhetytsi, lisovomu ta sadovo-parkovomu hospodarstvi: zb. tez mizhnar. nauk.-prakt. konfer.* [Agricultural education and science: achievements, role, growth factors. Innovative technologies in agronomy, land management, electricity, forestry and horticulture: materials of the International science and practice conferences]. Bila Tserkva NAU, pp. 24–26.

19. Tarique, Aslam, Dudi, B.S., Pandav, A.K., Rana, M.K. (2016). Evaluation of garlic (*Allium sativum* L.) genotypes for yield and yield attribut-

ing traits under semi arid zone of Haryana (Hisar). *Theasian Journal of Horticulture*. Vol. 11, Issue 1, pp. 96–100.

20. Wang, J.P., Yoo, J.S., Jang, H.D., Lee, J.H., Cho, J.H., Kim, I.H. (2011). Effect of dietary fermented garlic by *Weissella koreensis* powder on growth performance, blood characteristics, and immune response of growing pigs challenged with *Escherichia coli* lipopolysaccharide. *Journal of Animal Science*. no. 89(7), pp. 2123–2131. DOI: 10.2527/jas.2010-3186 PMid:21317348.

21. Yakovenko, K.I. (2001). Experimentation methods in vegetable and melon growing. Kharkiv, Osnova, 369 p.

22. Yin, M.C., Cheng, W.S. (2003). Antioxidant and antimicrobial effects of four garlic-derived organosulfur compounds in ground beef. *Meat Science*. no. 63(1), pp. 23–28. DOI: 10.1016/S0309-1740(02)00047-5.

The characteristics of the economically profitable winter garlic traits under the Ukrainian Right Forest Steppe dry weather conditions

Sych Z., Kubrak S., Velyka K.

The aim of the research is to select the best winter garlic varieties and local cultivars of garlic with the appropriate growing season, weight of garlic bulb, amount of garlic cloves, market value and yield productivity under conditions of the Ukrainian Right Forest Steppe.

Due to the research, it is possible to detect the peculiarities of the environmental factors that influence on the growing season length, the garlic bulb weight, the amount of garlic cloves, the market value and the yield productivity due to the research. Early ripening sample 8 (Zaporizhzhia region) with the growing season length of 103 days has been selected as well.

Local cultivar 9 (Zaporizhzhia region) has turned out to be the heaviest (the garlic bulb weight is 61 g). Also, it has the highest yield productivity – 12.7 t/ha, whereas the productivity of the control cultivar Iren is 11.4 t/ha. Other samples have the lowest productivity: 1 – (7.4 t/ha), 2 (8.4 t/ha), 3 (6.9 t/ha), 5 and 11 (7.9 t/ha), 12 (8.6 t/ha), 13 (6.8 t/ha).

Samples 1 and 3 (Kyiv region) have turned out to be the most adapted to the environmental conditions of the Ukrainian Right Forest Steppe. Their stability factor (L.S.) is equal to 1.2. Samples 10 (Chernihiv region) and 14 (Cherkasy region) are the worst adapted local cultivars with the factor 1.6.

Therefore, as a result of the research, the early ripening variety of winter garlic with short growing season, the highest bulb weight and number of cloves, yield productivity has been selected in the Ukrainian Right Forest Steppe.

The best results have been shown by sample 9 that is from Zaporizhzhia region (the highest bulb weight – 61 g, yield productivity – 12.7 t/ha). However, it has turned out to be a medium ripe cultivar with the aver-

age length of the growing season (106 days) and the garlic bulb has only 7 cloves. The yield productivity is 75 %.

Sample 8 (Zaporizhzhia region) is the earliest ripening local cultivar that has the shortest growing season (103 days). Sample 4 (Kirovohrad region) has the smallest number of cloves in the garlic bulb (4). How-

ever, local sample 10 (Chernihiv region) has the biggest clove number (10). Samples 6 (Dnipro region) and 8 (Zaporizhzhia region) have the highest yield productivity (10.3 and 10.5 t/ha). Though, the great difference in results has not been noticed.

Key words: winter garlic, varieties, productivity, local cultivar, growing season, bulb weight.



Copyright: Сич З.Д., Кубрак С.М., Велика К.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:

Сич З.Д.

Кубрак С.М.

Велика К.А.

<https://orcid.org/0000-0002-2780-2869>

<https://orcid.org/0000-0002-3836-5940>

<https://orcid.org/0000-0001-8419-5092>

АГРОНОМІЯ

УДК 633.34; 632.954; 631.92

Тривалість міжфазних та вегетаційного періодів сортів сої залежно від гідротермічних умов та застосування ґрунтових і післясходових гербіцидівГрабовський М.Б. , Мостипан О.В. , Панченко Т.В. ,Лозінський М.В. , Павліченко К.В. *Білоцерківський національний аграрний університет*

Грабовський М.Б., Мостипан О.В., Панченко Т.В., Лозінський М.В., Павліченко К.В. Тривалість міжфазних та вегетаційного періодів сортів сої залежно від гідротермічних умов та застосування ґрунтових і післясходових гербіцидів. «Агробіологія», 2024. № 1. С. 109–119.

Grabovskyi M., Mostypan O., Panchenko T., Lozinskyi M., Pavlichenko K. Duration of interphase and growing periods of soybean varieties depending on hydrothermal conditions and application of soil and post-emergence herbicides. «Agrobiology», 2024. no. 1, pp. 109–119.

Рукопис отримано: 03.04.2024 р.

Прийнято: 18.04.2024 р.

Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-109-119

Метою досліджень було встановлення тривалості міжфазних та вегетаційного періодів сортів сої залежно від використання ґрунтових і післясходових гербіцидів. Дослідження проводили в 2021–2023 рр. в умовах ТОВ «Саварське» Обухівського району Київської області. Схема досліду: Фактор А. Сорти сої. 1. Ауреліна; 2. ЕС Командор; 3. ЕС Навігатор. Фактор В. Гербіциди. 1. Контроль (обробка водою); 2. Примекстра TZ Голд 500 sc, к. с. (4,5 л/га), до появи сходів культури; 3. Фронт'єр Оптіма (1,2 л/га) + Стомп 330 (5 л/га), до появи сходів культури; 4. Базагран (3 л/га) + Фюзілад Форте 150 ЕС, к. е. (1 л/га) у фазу 4–5 листків культури; 5. Корум (2 л/га) + Ачіба (2 л/га), у фазу 2–4 листки культури. Загальна площа елементарної ділянки – 144 м², облікової – 120 м². Повторність досліду – триразова.

За даними спостережень виявлено, що у 2021 р. погодні умови були сприятливі для росту, розвитку та формування продуктивності сої. Сума опадів за вегетаційний період становила 324,1 мм, а середня температура повітря – 17,8 °С. У 2023 р. ці показники становили 275,9 мм і 18,0 °С. У 2022 р. внаслідок посушливих умов сума опадів не перевищувала 240,2 мм, а середня температура повітря – 17,2 °С. Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) у травні 2021 р. становив 2,7, у 2022 і 2023 рр. – 0,5. Високі температури та зниження кількості опадів у червні 2022 р. призвели до зменшення гідротермічного коефіцієнта до 0,4. Погодні умови червня 2021 і 2023 рр. дозволили отримати показник ГТК на рівні 0,7 і 0,8. Липень 2021 та 2023 рр. за показником ГТК був надмірно вологим, а у 2022 році спостерігалася слабка посуха. Вересень 2021 р. був досить посушливим (0,4), а у 2022 р. навпаки – занадто зволожений (2,8).

Найбільша тривалість вегетації була у ранньостиглого сорту сої Ауреліна – 106–109 діб, а у скоростиглих сортів ЕС Командор і ЕС Навігатор вона становила 97–99 і 99–101 добу. На варіантах із використанням гербіцидів тривалість вегетаційного періоду була на 2–3 доби коротшою, порівняно з контрольними ділянками. Не виявлено різниці у тривалості міжфазних чи вегетаційного періодів між варіантами із застосуванням ґрунтових або післясходових гербіцидів. Вплив гербіцидів був найбільшим на зміну тривалості міжфазного періоду цвітіння–повна стиглість зерна (ВВСН 66–87). Тривалість вегетації сої має середній зв'язок з кількістю опадів ($r = 0,73$), температурою повітря ($r = 0,62$) та сильний зворотний зв'язок з гідротермічним коефіцієнтом (ГТК) ($r = -0,90$).

Ключові слова: соя, сорти, гербіциди, тривалість вегетації, міжфазні періоди, температура повітря, сума опадів.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Соя (*Glycine max (L.) Merrill*) є однією з найважливіших культур у світі. Її вирощують приблизно на 6 % світових орних земель, з 1970-х років площі посівів сої зросли на 70 %, а у Європейському Союзі за останні десять років – вдвічі [1]. Це збільшення виробництва збігається зі зростанням попиту на соєвий шрот і олію. Виробництво сої становило 17 мільйонів метричних тонн у 1960 р. та зросло до 365,9 млн тонн у 2023 р., а у 2024 р. прогнозується рекордний збір – 397 млн тонн [2–3]. Очікується, що майбутнє виробництво сої зросте більше ніж інших сільськогосподарських культур завдяки розширенню виробничих площ і вищій врожайності.

Із застосуванням новітніх технологій ця культура має великий потенціал для покращення якості харчування людей у всьому світі, незалежно від того, використовують її як продовольчу культуру чи для переробки в різні харчові продукти. Однак є низка важливих абіотичних і біотичних чинників, які загрожують виробництву сої. Усі чинники навколишнього середовища, які потенційно впливають на ріст рослин можуть змінювати їх здатність використовувати екологічні ресурси. Абіотичні чинники включають екстремальні показники температури повітря і вологості ґрунту. Біотичні чинники, здебільшого, обмежені географічно та екологічно [4]. Серед біотичних чинників важливе значення має забур'яненість посівів сої. Залежно від щільності, видового розмаїття та тривалості конкурентних взаємовідносин рослин сої з бур'янами врожайність може знижуватись до 90 % [5].

Підраховано, що збитки, завдані бур'янами, значно перевищують сумарні втрати від негативного впливу шкідників та хвороб. Крім того, наявність бур'янів на полях значно збільшує агротехнічні витрати на вирощування сільськогосподарських культур. Наприклад, встановлено, що витрати на посів збільшуються до 50 %, а швидкість та ефективність роботи комбайнів на таких полях знижується на 40 % [6–7]. Отже, неконтрольована інвазія різних видів бур'янів погіршує фітосанітарний стан посівів, впливає на параметри родючості ґрунту та фізіологічний стан культурних рослин сої [8–10].

Хімічні методи захисту від бур'янів є найбільш ефективними серед наявного арсеналу заходів. Це пов'язано з тим, що, враховуючи незадовільний фітосанітарний стан більшості орних земель в Україні, неможливо досягти

запланованої врожайності основних сільськогосподарських культур без використання високоєфективних гербіцидів у системах захисту рослин [11–12]. Водночас, триває дискусія щодо використання гербіцидів в майбутньому. Збільшення кількості стійких до гербіцидів бур'янів, зростання вартості гербіцидів та проблеми з навколишнім середовищем через потрапляння гербіцидів у поверхневі та ґрунтові води обумовлюють необхідність в обмеженні їх застосування [13–14].

Системи захисту посівів сої від бур'янів є важливим оптимізаційним завданням для створення ефективних технологій вирощування сої, які дають можливість максимізувати біологічний потенціал сої. Невиконання вимог щодо ефективного контролювання бур'янів ставить під сумнів ефективність усіх інших агротехнічних заходів та елементів технології вирощування сої [15].

Метеорологічні умови та агротехнічні заходи впливають не лише на загальну тривалість вегетаційного періоду, а також на окремі фази росту і розвитку в онтогенезі сої [16]. Вплив зміни клімату на дати цвітіння, тривалість вегетативного і репродуктивного періодів росту та вегетаційний період сої є більшим, ніж вплив елементів технології вирощування цієї культури. Середня температура повітря є домінуючим кліматичним чинником, що впливає на більшість фенологічних фаз сої [17].

Ефективним підходом до стабілізації врожайності сої є використання сортів із швидким фенологічним розвитком, або зміщення критичних фенологічних фаз розвитку цієї культури технологічними заходами [18–19]. Вирощування одного і того ж сорту за різних погодних умов зумовлює розбіжність у тривалості вегетаційного періоду [20].

Рекомендації щодо поширення певного сорту в різних зонах вирощування сої визначають здебільшого за тривалістю вегетаційного періоду. Багатьма дослідженнями з'ясовано, що тривалість вегетаційного періоду залежить не лише від біологічних особливостей сорту, а також від географічних зон та погодних умов років вирощування [21].

Стресові рівні чинників навколишнього середовища, такі як надлишок або нестача температури, світла, води та поживних речовин, безпосередньо впливають на взаємодію між бур'янами та культурними рослинами в агрофітоценозах, а також можуть вносити корективи у контроль сегетальної рослинності [22].

Метою досліджень було встановлення тривалості міжфазних та вегетаційного періодів сортів сої залежно від використання ґрунтових і післясходових гербіцидів.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили в 2021–2023 рр. в умовах ТОВ «Саварське» Обухівського району Київської області. Схема досліду: Фактор А. Сорти сої. 1. Ауреліна; 2. ЕС Командор; 3. ЕС Навігатор. Фактор В. Гербіциди. 1. Контроль (обробка водою); 2. Примекстра TZ Голд 500 sc, к. с. (4,5 л/га), до появи сходів культури; 3. Фронт'єр Оптіма (1,2 л/га) + Стомп 330 (5 л/га), до появи сходів культури; 4. Базагран (3 л/га) + Фюзілад Форте 150 ЕС, к. е. (1 л/га) у фазу 4–5 листків культури; 5. Корум (2 л/га) + Ачіба (2 л/га), у фазу 2–4 листки культури. Обробку посівів сої проводили до появи сходів культури та у період вегетації (2–5 листків), застосовуючи робочий розчин гербіцидів (250 л/га) на дослідних ділянках. На контрольних варіантах проводили обробку посівів водою з розрахунку 250 л/га у період внесення гербіцидів.

Загальна площа елементарної ділянки – 144 м², облікової – 120 м². Повторність досліду – триразова. Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем типовий середньосуглинковий. Дослідження проводили згідно з методичними рекомендаціями [23]. Фенологічні спостереження за ростом та розвитком сої проводили в основні фази росту і розвитку культури згідно

з методичними рекомендаціями [24]. Відмічали основні фази росту і розвитку рослин та етапи органогенезу. Початок фази фіксували, коли вона наставала в 10 % рослин і повну – у 75 % рослин.

Температуру повітря та опади в роки проведення досліджень визначали за даними Богуславської експериментальної гідрометорологічної станції. Показник гідротермічного коефіцієнта (ГТК) розраховували через ділення кількості опадів (ΣR) у мм за період з температурами вище 10 °С на суму активних температур ($\Sigma t > 10$) за той же час [25–26].

Результати дослідження та обговорення. За даними спостережень виявлено, що у 2021 р. погодні умови були сприятливі для росту, розвитку та формування продуктивності сої. За сумою опадів травень був вологим – 101,3 мм, що більше на 50,1 мм за середньобаторічні дані (рис. 1).

За температурним режимом літо 2021 р. було жарким та посушливим, середньомісячна температура в червні становила 19,9 °С, у липні – 23,0 °С та у серпні – 19,7 °С (рис. 2).

Сума опадів літніх місяців становила 42,5; 108,3 і 48,9 мм. У липні їх випало більше на 68,4 % від норми, тимчасом у червні та серпні – на 42,7 і 10,5 мм менше за середньобаторічні дані. Сума опадів за вегетаційний період становила 324,1 мм, а середня температура повітря – 17,8 °С.

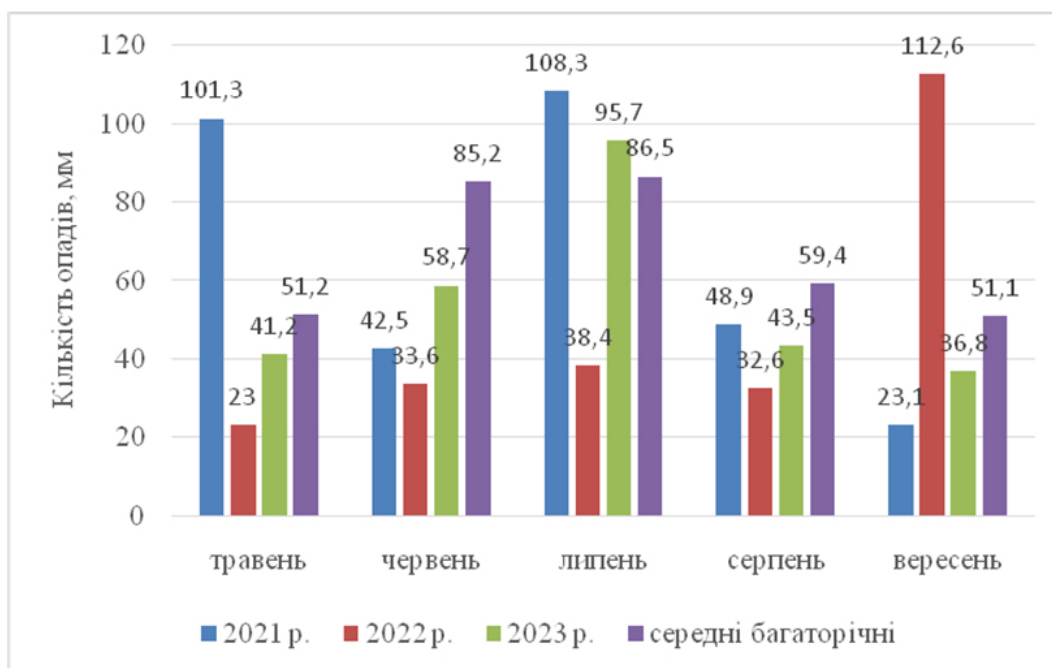


Рис. 1. Кількість опадів в роки проведення досліджень, мм.

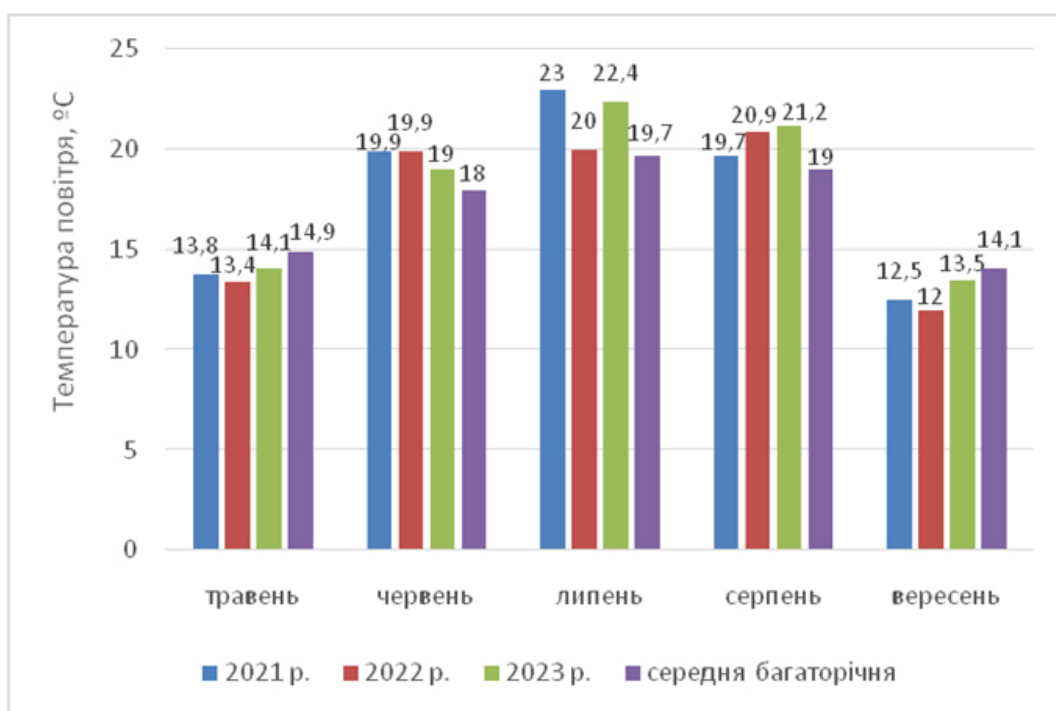


Рис. 2. Температура повітря в роки проведення досліджень, °С.

У 2022 р. в травні і червні спостерігалась повітряна і ґрунтова посуха, а надлишок опадів був лише у вересні (112,6 мм). Літо за гідротермічними показниками виявилось спекотним, з недостатньою кількістю опадів. Спостерігалися значні відхилення від середньобагаторічних даних за умовами вологозабезпеченості. У серпні відбулося підвищення температурного режиму повітря, середньодобова температура становила 20,9 °С, випало 32,6 мм опадів, що на 26,8 мм менше від середньобагаторічних даних. У 2022 р. внаслідок посушливих умов, сума опадів за вегетаційний період не перевищувала 240,2 мм, а середня температура повітря – 17,2 °С.

Кількість опадів за літній період 2023 р. становила 197,9 мм, основна частина яких припала на липень (95,7 мм). У 2023 р. сума опадів за вегетаційний період сої становила 275,9 мм, а середня температура повітря 18,0 °С.

Гідротермічний коефіцієнт у травні 2021 р. був наближений до типових для зони Лісостепу – 2,7, тимчасом у 2022 і 2023 рр. він становив 0,5, що визначає цей період як сильно посушливий (рис. 3).

Високі температури та зниження кількості опадів у червні 2022 р. призвели до зменшення гідротермічного коефіцієнта до 0,4. Погодні

умови червня 2021 і 2023 рр. дозволили отримати показник ГТК на рівні 0,7 і 0,8.

Липень 2021 та 2023 рр. за показником ГТК був надмірно вологим, а у 2022 р. спостерігалась слабка посуха. Вересень 2021 р. був досить посушливим (0,4), а у 2022 р. навпаки – занадто зволожений (2,8).

У середньому за три роки досліджень найшвидше (на 8-му добу) сходи сої були отримані в 2021 р. за достатньої кількості опадів і оптимального температурного режиму (табл. 1).

У 2023 р. та особливо в 2022 р. дефіцит опадів у травні, під час проростання насіння, призводив до збільшення періоду сівба–сходи до 9–11 діб (табл. 2 і 3).

Тривалість періоду перша пара справжніх листків–бутонізація (ВВСН 12–53) також залежала від погодних умов, та найтривалішою була у 2021 р. – 24–28 діб, найкоротшою у 2022 р. – 20–24 доби. Тривалість періоду бутонізація–цвітіння (ВВСН 54–65) була більш стабільною по роках і коливалася у досліджуваних сортів у межах 16–18 діб.

Тривалість періоду цвітіння–повна стиглість зерна (ВВСН 66–87) найдовшою була в 2021 р., а найкоротшою – в 2022 р. Різниця між тривалістю цього періоду між досліджуваними сортами становила 3–7 діб.

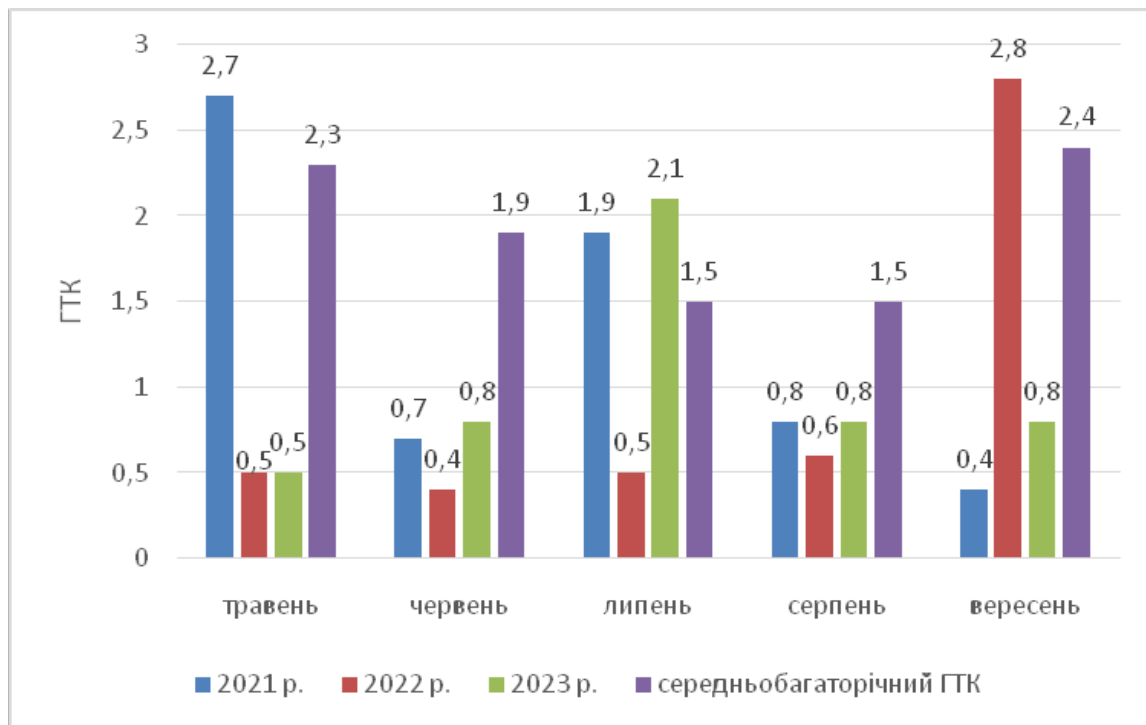


Рис. 3. Гідротермічний коефіцієнт в роки проведення досліджень.

Таблиця 1 – Тривалість міжфазних періодів сортів сої у 2021 р. залежно від застосування гербіцидів, діб

Варіант досліджу	Сівба–сходи (ВВСН 00–09)	Перша пара справжніх листків–бутонізація (ВВСН 12–53)	Бутонізація–цвітіння (ВВСН 54–65)	Цвітіння–повна стиглість зерна (ВВСН 66–87)
Ауреліна				
Контроль	8	28	18	58
Примекстра TZ Голд	8	28	17	56
Фронт'єр Оптіма + Стомп 330	8	28	17	56
Базагран + Фюзілад Форте	8	28	17	56
Корум + Ачіба	8	28	17	56
ЕС Командор				
Контроль	8	24	17	53
Примекстра TZ Голд	8	24	16	52
Фронт'єр Оптіма + Стомп 330	8	24	16	52
Базагран + Фюзілад Форте	8	24	16	52
Корум + Ачіба	8	24	16	52
ЕС Навігатор				
Контроль	8	25	16	55
Примекстра TZ Голд	8	25	16	53
Фронт'єр Оптіма + Стомп 330	8	25	16	53
Базагран + Фюзілад Форте	8	25	16	53
Корум + Ачіба	8	25	16	53

Таблиця 2 – Тривалість міжфазних періодів сортів сої у 2022 р. залежно від застосування гербіцидів, діб

Варіант досліджу	Сівба–сходи (ВВСН 00–09)	Перша пара справ- жніх листків–бутоні- зація (ВВСН 12–53)	Бутоніза- ція–цвітін- ня (ВВСН 54–65)	Цвітіння–пов- на стиглість зерна (ВВСН 66–87)
Ауреліна				
Контроль	11	24	18	52
Примекстра TZ Голд	11	24	18	49
Фронтъер Оптіма + Стомп 330	11	24	18	49
Базагран + Фюзілад Форте	11	24	18	49
Корум + Ачіба	11	24	18	49
ЕС Командор				
Контроль	10	20	17	48
Примекстра TZ Голд	10	20	17	46
Фронтъер Оптіма + Стомп 330	10	20	17	46
Базагран + Фюзілад Форте	10	20	17	46
Корум + Ачіба	10	20	17	46
ЕС Навігатор				
Контроль	10	21	18	47
Примекстра TZ Голд	10	21	17	45
Фронтъер Оптіма + Стомп 330	10	21	17	45
Базагран + Фюзілад Форте	10	21	17	45
Корум + Ачіба	10	21	17	45

Таблиця 3 – Тривалість міжфазних періодів сортів сої у 2023 р. залежно від застосування гербіцидів, діб

Варіант досліджу	Сівба–сходи (ВВСН 00–09)	Перша пара справ- жніх листків–бутоні- зація (ВВСН 12–53)	Бутоніза- ція–цвітін- ня (ВВСН 54–65)	Цвітіння–пов- на стиглість зерна (ВВСН 66–87)
Ауреліна				
Контроль	10	26	19	55
Примекстра TZ Голд	10	26	18	53
Фронтъер Оптіма + Стомп 330	10	26	18	53
Базагран + Фюзілад Форте	10	26	18	53
Корум + Ачіба	10	26	18	53
ЕС Командор				
Контроль	9	23	17	52
Примекстра TZ Голд	9	23	17	50
Фронтъер Оптіма + Стомп 330	9	23	17	50
Базагран + Фюзілад Форте	9	23	17	50
Корум + Ачіба	9	23	17	50
ЕС Навігатор				
Контроль	9	24	18	52
Примекстра TZ Голд	9	24	17	51
Фронтъер Оптіма + Стомп 330	9	24	17	51
Базагран + Фюзілад Форте	9	24	17	51
Корум + Ачіба	9	24	17	51

Застосування досходових та післясходових гербіцидів також впливало на тривалість вегетаційного періоду сортів сої. Зокрема, в середньому за три роки, тривалість вегетації на контрольних ділянках, без гербіцидного захисту, становила у сорту Ауреліна – 109 діб, сорту ЕС Командор – 99 діб, сорту ЕС Навігатор – 101 добу (рис. 4).

лого Ауреліна – 106–109 діб, а у скоростиглих ЕС Командор і ЕС Навігатор вона становила 97–99 і 99–101 добу.

Результати наших досліджень співпадають з даними отриманими О. Г. Міленко [27] в Лівобережному Лісостепу України, згідно з якими встановлено, що посушливі погодні умови 2008 р. впливали на скорочення веге-

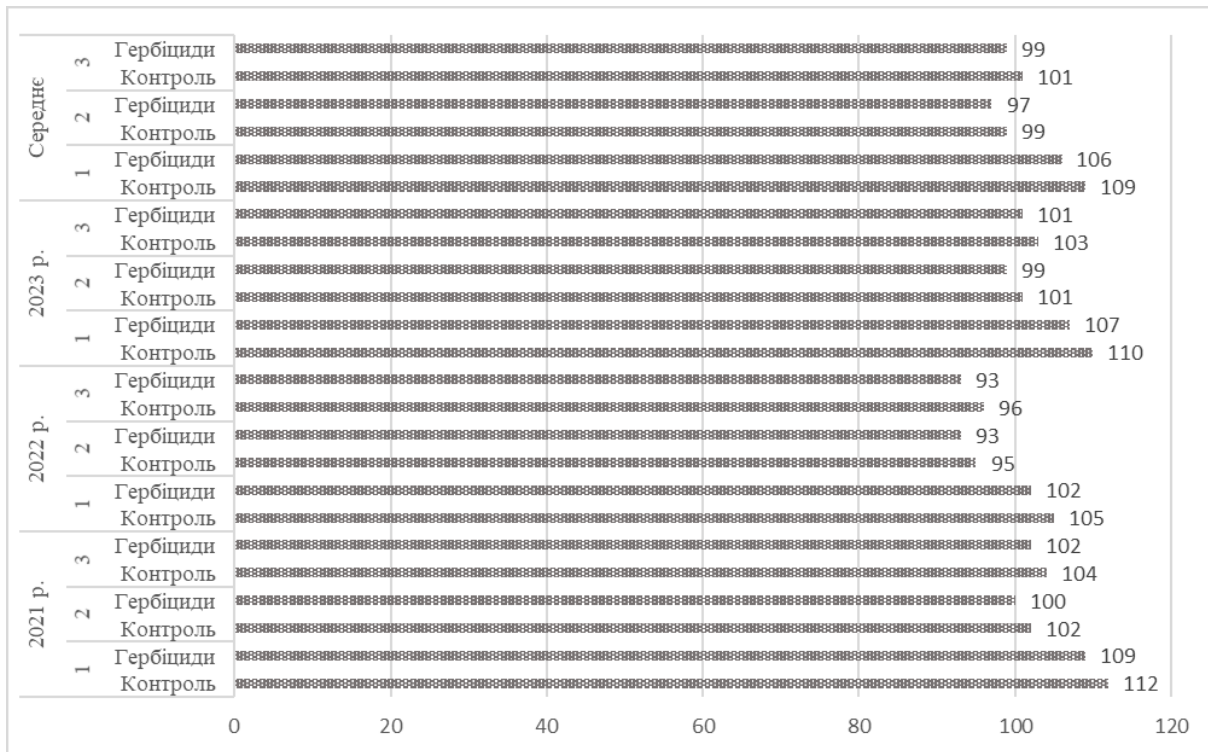


Рис. 4. Тривалість вегетаційного періоду сортів сої залежно від застосування гербіцидів, діб (1 – Ауреліна, 2 – ЕС Командор, 3 – ЕС Навігатор).

На варіантах із використанням гербіцидів тривалість вегетаційного періоду була меншою на 2–3 доби, незалежно від способу їх застосування, порівняно з контрольними ділянками. Слід зазначити, що найбільше гербіциди впливали на зміну тривалості міжфазного періоду цвітіння–повна стиглість зерна (ВВСН 66–87). В інші періоди обліків їх вплив був несуттєвим.

За різних погодних умов максимальна різниця між тривалістю вегетації сої сорту Ауреліна становила 8 діб, сорту ЕС Командор – 7 діб, сорту ЕС Навігатор – 9 діб. Найбільш тривалою вегетація у сортів сої Ауреліна, ЕС Командор і ЕС Навігатор була у 2021 р. – 109–112, 100–102 і 102–104 доби.

Серед досліджуваних сортів найбільша тривалість вегетації отримана у ранньостиг-

таційного періоду сої по всіх варіантах досліджу, а у більш зволожені 2007 та 2009 рр. було зафіксовано подовження вегетаційного періоду сої.

За даними кореляційного аналізу виявлено, що тривалість вегетації досліджуваних сортів сої має середній зв'язок з кількістю опадів ($r = 0,73$) (рис. 5).

Середньої сили зв'язок спостерігався між тривалістю вегетаційного періоду сої та середньою температурою повітря ($r = 0,62$) (рис. 6).

Сильний зворотний зв'язок отримано між тривалістю вегетаційного періоду сортів сої і гідротермічним коефіцієнтом (ГТК) ($r = -0,90$), за коефіцієнта детермінації ($R^2 = 0,81$) (рис. 7).

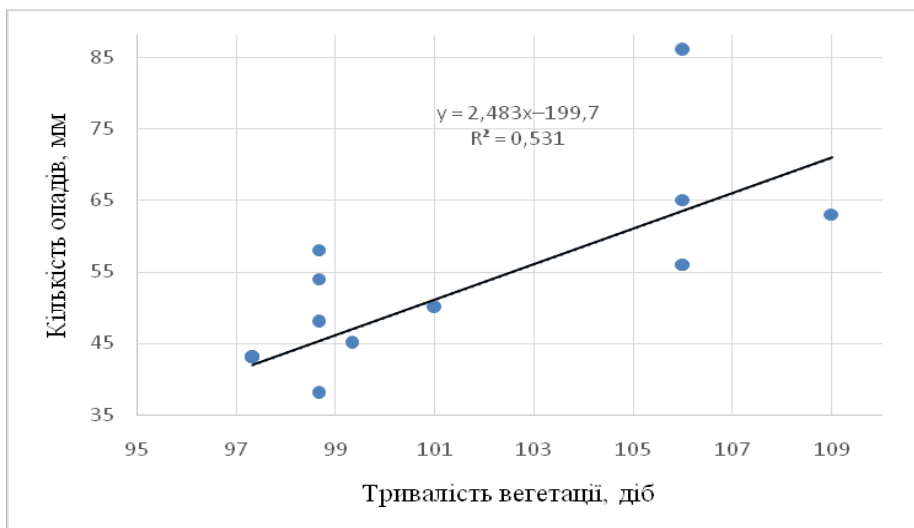


Рис. 5. Кореляційна залежність тривалості вегетаційного періоду сортів сої від кількості опадів (середнє за 2021–2023 рр.).

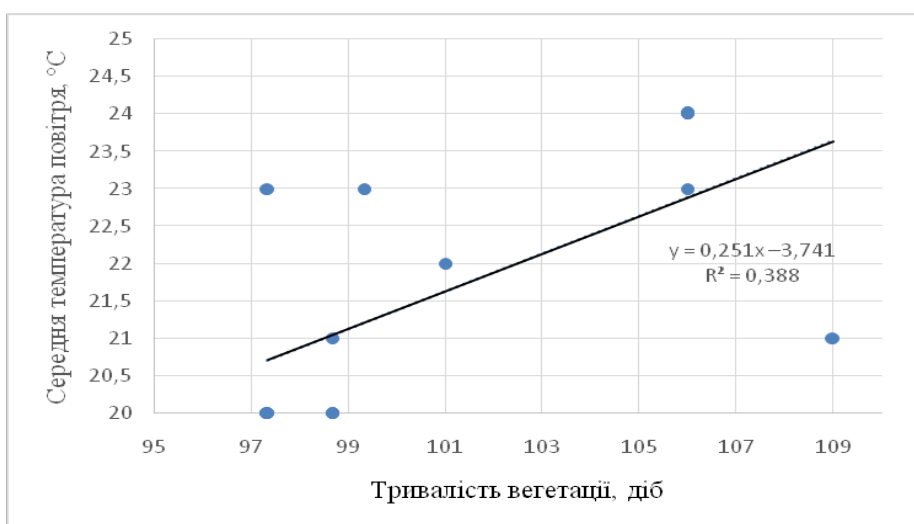


Рис. 6. Кореляційна залежність тривалості вегетаційного періоду сортів сої від середньої температури повітря (середнє за 2021–2023 рр.).

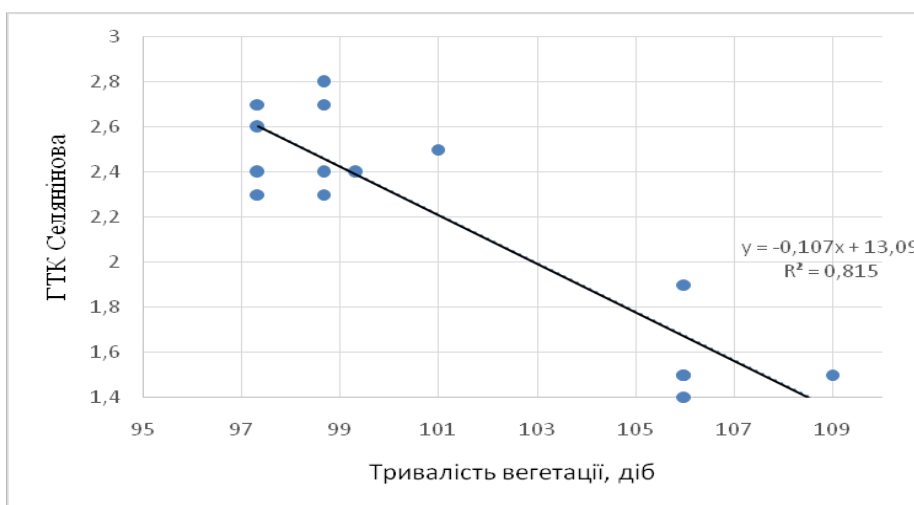


Рис. 7. Кореляційна залежність тривалості вегетаційного періоду сортів сої від гідротермічного коефіцієнта (ГТК) (середнє за 2021–2023 рр.).

Висновки. За даними спостережень виявлено, що у 2021 р. погодні умови були сприятливі для росту, розвитку та формування продуктивності сої. Сума опадів за вегетаційний період становила 324,1 мм, а середня температура повітря – 17,8 °С. У 2023 р. ці показники становили 275,9 мм і 18,0 °С. У 2022 р. внаслідок посушливих умов сума опадів не перевищувала 240,2 мм, а середня температура повітря – 17,2 °С. Гідротермічний коефіцієнт варіював у роки досліджень в широких межах, від 0,4 у червні 2022 р. до 2,8 у вересні 2022 р.

Найбільша тривалість вегетації була у ранньостиглого сорту сої Ауреліна – 106–109 діб, а у скоростиглих сортів ЕС Командор і ЕС Навігатор вона становила 97–99 і 99–101 добу. На варіантах із використанням гербіцидів тривалість вегетаційного періоду була на 2–3 доби коротшою, порівняно з контрольними ділянками. Не виявлено різниці у тривалості міжфазних чи вегетаційного періодів між варіантами із застосуванням ґрунтових або післясходових гербіцидів. Вплив гербіцидів був найбільшим на зміну тривалості міжфазного періоду цвітіння–повна стиглість зерна (ВВСН 66–87). Тривалість вегетації сої має середній зв'язок з кількістю опадів ($r = 0,73$), температурою повітря ($r = 0,62$) та сильний зворотний зв'язок із гідротермічним коефіцієнтом (ГТК) ($r = -0,90$).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Рибальченко А.М., Сердюк А.Е. Вплив сортових властивостей на формування елементів продуктивності та урожайності сої в умовах Лівобережного Лісостепу України. Аграрні інновації. 2023. № 21. С. 88–92.
2. Masuda T., Goldsmith P.D. World soybean production: area harvested, yield, and long-term projections. International food and agribusiness management review. 2009. Vol. 12. No 4. P. 1–20.
3. Global Impact of Soybean Production: A Review / M. Hamza et al. Asian Journal of Biochemistry, Genetics and Molecular Biology. 2024. No 16(2). P. 12–20.
4. Pagano M.C., Miransari M. The importance of soybean production worldwide. Abiotic and biotic stresses in soybean production. Academic Press, 2016. P. 1–26.
5. Confirmation and control of HPPD-inhibiting herbicide-resistant waterhemp (*Amaranthus tuberculatus*) in Nebraska / M.C. Oliveira et al. Weed Technol. 2017. No 31. P. 67–79. DOI: 10.1017/wet.2016.4.
6. Change of weediness in a five-field crop rotation by minimizing the main tillage of the soil and different levels of fertilizer and its impact on crop productivity / I. Prymak et al. Scientific Papers. Management, Economic Engineering in Agriculture and rural development. 2023. Vol. 23. Issue 4. P. 725–736.
7. Циков В.С., Ткаліч Ю.І. Шкодочинність сегетально-рудеральних бур'янів. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. 2014. № 6. С. 38–41.
8. Taylor-Lovell S., Wax L.M., Nelson R. Phytotoxic response and yield of Soybean (*Glycine max*) varieties treated with sulfentrazone and flumioxazin. Weed Technol. 2001. 15. P. 95–102. DOI: 10.1614/0890-037X(2001)015[0095:PRAYOS]2.0.CO;2
9. Німенко С.С., Грабовський М.Б. Вплив заходів контролювання чисельності бур'янів на фітосанітарний стан посівів сої за органічного вирощування. Зрошуване землеробство. 2022. Вип. 78. С. 69–74.
10. Правдива Л.А., Грабовський М.Б., Лозинський М.В., Качан Л.М. Контролювання забур'яненості посівів сої агротехнічними заходами в умовах Правобережного Лісостепу України. Аграрні інновації. 2023. № 20. С. 62–68.
11. Задорожний В.С. Бур'яни в агроценозах сої та методи боротьби з ними. Корми і кормовиробництво. 2012. № 71. С. 49–54.
12. Gaikwad R.P., Pawar V.S. Effect of herbicides on soybean crop and weeds. Indian Journal of Weed Science. 2003. Vol. 35. No 1–2. P. 145–147.
13. Soybean development and yield as affected by three postemergence herbicides / B.G. Young et al. Agronomy Journal. 2003. No 95 (5). P. 1152–1156.
14. Managing weeds using crop competition in soybean *Glycine max* (L.) Merr. / A. Datta et al. Crop protection. 2017. No 95. P. 60–68.
15. Shcatula Y. Chemical protection of soybean crops against weeds. Sciences of Europe. 2021. No 67–2. P. 27–35.
16. Шевніков М.Я. Наукові основи вирощування сої в умовах лівобережного Лісостепу України: монографія. Полтава, 2007. 208 с.
17. He L., Jin N., Yu Q. Impacts of climate change and crop management practices on soybean phenology changes in China. Science of the Total Environment. 2020. Vol. 707. 135638.
18. Fatichin Zheng S.H., Arima S. Varietal difference in early vegetative growth during seedling stage in soybean. Plant Production Science. 2013. Vol. 16. No 1. P. 77–83.
19. Begum N., Wang L., Zhao T. Effects of temperature regimes on seed germination and early growth of different soybean cultivars. International Journal of Applied and Experimental Biology. 2022. Vol. 1. No 2. P. 75–85.
20. Білявська Л.Г., Білявський Ю.В., Шаповал О.С., Панченко С.С. Сучасний стан та перспективи насінництва сої в Лісостепу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2020. № 4. С. 45–52.
21. Мазур О.В. Вивчення зв'язку тривалості вегетаційного періоду з урожайністю сортів рослин сої. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Сільськогосподарські науки. 2012. Вип. 10 (50). С. 100–105.
22. Patterson D.T. Effects of environmental stress on weed/crop interactions. Weed science. 1995. Vol. 43. No 3. P. 483–490.

23. Основи наукових досліджень в агрономії / за ред. В.О. Єщенко. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К»», 2014. 332 с.

24. Волкодав В.В. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Випуск третій. Київ: Алефа, 2001. 76 с.

25. Камінський В. Агрометеорологічні основи виробництва зернобобових культур в Україні. Вісник аграрної науки. 2006. № 7. С. 20–25.

26. Грабовський М.Б., Грабовська Т.О., Ображій С.В. Вплив гідротермічних умов вегетації на урожайність гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах Центрального Лісостепу України. Агробіологія. 2014. № 1. С. 57–62.

27. Міленко О.Г. Зміна тривалості періоду вегетації та фаз росту і розвитку рослин сої залежно від умов вирощування. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2015. № 1–2. С. 165–171.

REFERENCES

1. Rybalchenko, A.M., Serdyuk, A.E. (2023). Vplyv sortovih vlastivostej na formuvannja elementiv produktivnosti ta urozhajnist' soi' v umovah Livoberezhnogo Lisostepu Ukrai'ni [Influence of varietal properties on the formation of elements of productivity and productivity of soybeans in the conditions of the Left Bank Forest Steppe of Ukraine]. *Agrarni innovacii' [Agrarian innovations]*. Vol. 21, pp. 88–92.

2. Masuda, T., Goldsmith, P.D. (2009). World soybean production: area harvested, yield, and long-term projections. *International food and agribusiness management review*. Vol. 12, no. 4, pp. 1–20.

3. Hamza, M., Basit, A.W., Shehzadi, I., Tufail, U., Hassan, A., Hussain, T., Hayat, H.M. (2024). Global Impact of Soybean Production: A Review. *Asian Journal of Biochemistry, Genetics and Molecular Biology*. no. 16(2), pp. 12–20.

4. Pagano, M.C., Miransari, M. (2016). The importance of soybean production worldwide. Abiotic and biotic stresses in soybean production. *Academic Press*. pp. 1–26.

5. Oliveira, M.C., Jhala, A.J., Gaines, T., Irmak, S., Amundsen, K., Scott, J.E., Knezevic, S.Z. (2017). Confirmation and control of HPPD-inhibiting herbicide resistant waterhemp (*Amaranthus tuberculatus*) in Nebraska. *Weed Technol.* no. 31, pp. 67–79. DOI: 10.1017/wet.2016.4.

6. Prymak, I., Grabovskyi, M., Fedoruk, Y., Pokotylo, I., Lozinskyi, M., Panchenko, T., Yezerkovska, L., Karaulna, V., Kozak, L., Obrazhyi, S., Prysiazniuk, N., Fedoruk, N. (2023). Change of weediness in a five-field crop rotation by minimizing the main tillage of the soil and different levels of fertilizer and its impact on crop productivity. *Scientific Papers. Series "Management, Economic Engineering in Agriculture and rural development"*. Vol. 23, Issue 4, pp. 725–736.

7. Tsykov, V.S., Tkalic, Yu.I. (2014). Shkodochinist' segetal'no-ruderal'nih bur'janiv [Harmfulness of segetal-ruderal weeds]. *Bjuleten' Institutu sil'skogo gospodarstva stepovoi' zoni NAAN Ukrai'ni [Bulletin of the Institute of Agriculture of the Steppe Zone of the National Academy of Sciences of Ukraine]*. no. 6, pp. 38–41.

8. Taylor-Lovell, S., Wax, L.M., Nelson, R. (2001). Phytotoxic response and yield of Soybean (*Glycine max*) varieties treated with sulfentrazone and flumiox-azin. *Weed Technol.* no. 15, pp. 95–102. DOI: 10.1614/0890-037X(2001)015[0095:PRAYOS]2.0.CO;2

9. Nimenko, S.S., Grabovskyi, M.B. (2022). Vplyv zahodiv kontroljuvannja chisel'nosti bur'janiv na fitosanitarnij stan posiviv soi' za organichnogo viroshuvannja [The influence of weed control measures on the phytosanitary status of soybean crops under organic cultivation]. *Zroshuvane zemlerobstvo [Irrigated agriculture]*. Issue 78, pp. 69–74.

10. Pravdyva, L.A., Grabovskyi, M.B., Lozinskyi, M.V., Kachan, L.M. (2023). Kontroljuvannja zabur'janenosti posiviv soi' agrotehnicnimi zahodami v umovah Pravoberezhnogo Lisostepu Ukrai'ni [Control of weediness of soybean crops by agrotechnical measures in the conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine]. *Agrarni innovacii' [Agrarian innovations]*. no. 20, pp. 62–68.

11. Zadorozhnyi, V.S. (2012). Bur'jani v agrocenozah soi' ta metodi borot'bi z nimi [Weeds in soybean agrocenoses and methods of their control]. *Kormi i kormovirobnictvo [Fodder and fodder production]*. no. 71, pp. 49–54.

12. Gaikwad, R.P., Pawar, V.S. (2003). Effect of herbicides on soybean crop and weeds. *Indian Journal of Weed Science*. Vol. 35, no. 1–2, pp. 145–147.

13. Young, B.G., Young, J.M., Matthews, J.L., Owen, M.D., Zelaya, I.A., Hartzler, R.G., Bollero, G.A. (2003). Soybean development and yield as affected by three postemergence herbicides. *Agronomy Journal*. no. 95 (5), pp. 1152–1156.

14. Datta, A., Ullah, H., Tursun, N., Pornprom, T., Knezevic, S.Z., Chauhan, B.S. (2017). Managing weeds using crop competition in soybean *Glycine max* (L.) Merr. *Crop protection*. no. 95, pp. 60–68.

15. Shcatula, Y. (2021). Chemical protection of soybean crops against weeds. *Sciences of Europe*. no. 67–2, pp. 27–35.

16. Shevnikov, M.Ya. (2007). Scientific basis of soybean cultivation in the conditions of the left-bank forest-steppe of Ukraine: monograph. *Poltava*, 208 p.

17. He, L., Jin, N., Yu, Q. (2020). Impacts of climate change and crop management practices on soybean phenology changes in China. *Science of the Total Environment*. Vol. 707, 135638.

18. Fatichin Zheng, S.H., Arima, S. (2013). Varietal difference in early vegetative growth during seedling stage in soybean. *Plant Production Science*. Vol. 16. (1), pp. 77–83.

19. Begum, N., Wang, L., Zhao, T. (2022). Effects of temperature regimes on seed germination and early growth of different soybean cultivars. *International Journal of Applied and Experimental Biology*. Vol. 1 (2), pp. 75–85.

20. Bilyavska, L.G., Bilyavskyi, Yu.V., Shapoval, O.S., Panchenko, S.S. (2020). Suchasnij stan ta perspektivi nasinnictva soi' v Lisostepu Ukrai'ni [Current state and prospects of soybean seed production in the Forest Steppe of Ukraine]. *Visnik Poltav'skoi' derzhavnoi' agrarnoi' akademii' [Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy]*. no. 4, pp. 45–52.

21. Mazur, O.V. (2012). Vivchennja zv'jazku trivalosti vegetacijnogo periodu z urozhajnistju sortiv ro-

slin soi' [Study of the relationship between the duration of the growing season and the productivity of soybean plant varieties]. Zbirnik naukovih prac' Vinnic'kogo nacional'nogo agrarnogo universitetu. Sil's'kogospodars'ki nauki [Collection of scientific works of the Vinnytsia National Agrarian University. Agricultural sciences]. Issue 10 (50), pp. 100–105.

22. Patterson, D.T. (1995). Effects of environmental stress on weed/crop interactions. *Weed science*. Vol. 43, no. 3, pp. 483–490.

23. Yeshchenko, V.A. (2014). *Osnovi naukovih doslidzhen' v agronomii'* [Fundamentals of scientific research in agronomy]. Vinnitsa, PE "TD" Edelweiss and K", 332 p.

24. Volkodav, V.V. (2001). *Metodika derzhavnogo sortoviprobuvannja sil's'kogospodars'kih kul'tur* [Methodology of state variety testing of agricultural crops]. Kyiv, ALEFA, 76 p.

25. Kaminsky, V. (2006). *Agrometeorologichni osnovi virobnictva zernobobovih kul'tur v Ukraїni* [Agrometeorological basis of production of leguminous crops in Ukraine]. *Visnik agrarnoi' nauki* [Herald of Agrarian Science]. no. 7, pp. 20–25.

26. Grabovskiy, M.B., Grabovska, T.O.O., Obrazhnyy, S.V. (2014). *Vplyv gidrotermichnih umov vegetacii' na urozhajnist' gibridiv kukurudzi riznih grup stiglosti v umovah Central'nogo Lisostepu Ukraїni* [The influence of hydrothermal conditions of vegetation on the yield of corn hybrids of different maturity groups in the conditions of the Central Forest-Steppe of Ukraine]. *Agrobiologija* [Agrobiology]. no. 1, pp. 57–62.

27. Milenko, O.G. (2015). *Zmina tryvalosti periodu vegetacii' ta faz rostu i rozvytku roslyn soi' zalezno vid umov vyroshhuvannja* [Changes in the duration of the vegetation period and phases of growth and development of soybean plants depending on growing conditions]. *Visnik Poltav's'koi' derzhavnoi' agrarnoi' akademii'* [Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy]. no. 1–2, pp. 165–171.

Duration of interphase and growing periods of soybean varieties depending on hydrothermal conditions and application of soil and post-emergence herbicides

Grabovskiy M., Mostypan O., Panchenko T., Lozinskyi M., Pavlichenko K.

The purpose of the research was to determine the duration of the interphase and growing periods of soybean varieties depending on the use of soil and post-emergence herbicides. The research was conducted in 2021-

2023 in the conditions of LLC «Savarske» Obukhiv district, Kyiv region. Experiment scheme: Factor A. Varieties of soybeans. 1. «Aurelina»; 2. ES «Commandor»; 3. ES «Navigator». Factor B. Herbicides. 1. Control (water treatment); 2. «Primekstra TZ Gold» 500 k. s. (4.5 l/ha), before crop seedlings emergence; 3. «Frontier Optima» (1.2 l/ha) + «Stomp» 330 (5 l/ha), before crop seedlings emergence; 4. «Bazagran» (3 l/ha) + «Fusilade Forte 150 ES» (1 l/ha) in the phase of 4-5 leaves of the crop; 5. «Korum» (2 l/ha) + «Achiba» (2 l/ha), in the phase of 2-4 leaves of the crop. The total area of the elementary plot is 144 m²; the registration plot is 120 m². The experiment was repeated three times.

According to the observations, it was found that in 2021 the weather conditions were favorable for the growth, development and formation of soybean productivity. Precipitation amount during the growing season was 324.1 mm; the average air temperature was 17.8°C. In 2023 these figures were 275.9 mm and 18.0°C. In 2022, due to dry conditions, precipitation amount did not exceed 240.2 mm and the average air temperature was 17.2°C. The hydrothermal coefficient (HTC) in May 2021 was 2.7, and in 2022 and 2023 it was 0.5. High temperatures and decreased precipitation in June 2022 led to a decrease of the hydrothermal coefficient to 0.4. The weather conditions in June 2021 and 2023 resulted in a HEC of 0.7 and 0.8. July 2021 and 2023 were excessively wet in terms of the HCC, and in 2022 there was a slight drought. September 2021 was quite dry (0.4) and in 2022, on the contrary, it was too wet (2.8).

The biggest growing season length was for the early maturing soybean variety «Aurelina» (106-109 days) and 97-99 and 99-101 days for the very early maturing varieties «ES Commander» and «ES Navigator». In the variants of herbicide application the duration of the growing season was 2-3 days shorter compared to the control plots. There were no differences in the duration of interphase or growing season between the varieties using soil or post-emergence herbicides. The herbicides effect was the greatest on the change in the duration of the «interphase flowering period to full grain maturity» (BBCH 66-87). Soybean vegetation duration has an average connection with precipitation ($r = 0.73$), air temperature ($r = 0.62$) and strong feedback with the hydrothermal coefficient (HTC) ($r = -0.90$).

Key words: soybeans, varieties, herbicides, vegetation length, interphase periods, air temperature, precipitation amount.



Copyright: Грабовський М.Б. 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:

Грабовський М.Б.

Мостипан О.В.

Панченко Т.В.

Лозинський М.В.

Павліченко К.В.

<https://orcid.org/0000-0002-8494-7896>

<https://orcid.org/0000-0002-0743-7008>


<https://orcid.org/0000-0003-1114-5670>

<https://orcid.org/0000-0002-6078-3209>

<https://orcid.org/0000-0002-5469-9684>

УДК 630 [228 + 524.4 + 548 + 627.3] : 633.872.1

Лісівничо-таксаційна характеристика дубових деревостанів у рекреаційно-оздоровчих лісах Лівобережного Лісостепу

Мусієнко С. І. , Лук'янець В.А. , Румянцев М.Г. ,Кобець О.В. , Тарнопільська О.М. , Бондаренко В.В. *Український ордена "Знак Пошани" науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького* Лук'янець В.А. E-mail: lukyanetc52@ukr.net

Мусієнко С. І., Лук'янець В.А., Румянцев М.Г., Кобець О.В., Тарнопільська О.М., Бондаренко В.В. Лісівничо-таксаційна характеристика дубових деревостанів у рекреаційно-оздоровчих лісах Лівобережного Лісостепу. «Агробіологія», 2024. № 1. С. 120–130.

Musienko S., Lukyanets V., Rumiantsev M., Kobets O., Tarnopil'ska O., Bondarenko V. Forestry and taxation characteristics of oak stands in recreational and health forests of the Left Bank Forest Steppe. «Agrobiologia», 2024. no. 1, pp. 120–130.

Рукопис отримано: 28.03.2024 р.

Прийнято: 12.04.2024 р.

Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-120-130

Дослідження лісівничо-таксаційних показників дубових деревостанів у рекреаційно-оздоровчих лісах Лівобережного Лісостепу проведено за матеріалами лісовпорядкування. Проаналізовано розподіл дубових деревостанів у рекреаційно-оздоровчих лісах регіону за місцем розташування, походженням, типами лісу, групами й класами віку, класами бонітету та відносними повнотами. Розраховано показники використання лісорослинного потенціалу модальними дубняками в межах лісових ділянок зелених зон навколо населених пунктів (лісогосподарська частина лісів зелених зон). З'ясовано, що дубові деревостани в рекреаційно-оздоровчих лісах регіону дослідження ростуть на площі 110,7 тис. га або 52,9 % від загальної площі. За площею і запасом суттєво переважають насадження порослевого походження, частка яких сягає 67,0 і 70,8 % відповідно. Найбільшим запасом (287 м³·га⁻¹) характеризуються насадження природні деревостани. Більша частина досліджуваних дубових насаджень (75,4 % від загальної площі) приурочена до умов свіжої кленово-липової діброви.

Виявлено переважання дубових деревостанів у межах зелених зон навколо населених пунктів, частка площі яких становить 98 % від загальної, зокрема лісогосподарської зони – 36,4 % і лісопаркової – 61,6 %. За площею та запасом суттєво превалюють середньовікові насадження, частка яких становить 81,0 % від загальної площі та 84,6 % від загального їх запасу. Також відмічено суттєве переважання за площею дубових деревостанів, що ростуть за II класом бонітету (56,5 %) та характеризуються відносною повнотою 0,7 (51,8 %). Показник використання лісорослинного потенціалу дубняками в межах лісів зелених зон навколо населених пунктів (лісогосподарська частина) порівняно з місцевими високопродуктивними деревостанами є відносно невисоким і становить 72 %. Втрати деревини внаслідок недостатнього ступеня використання родючості земель оцінено в 4148,3 тис. м³.

Ключові слова: категорія лісів, походження насадження, таксаційні показники, тип лісу, модальні насадження, високопродуктивні насадження.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Згідно з «Порядком поділу лісів на категорії та виділення особливо захисних лісових ділянок» [1] до рекреаційно-оздоровчих лісів належать лісові ділянки, які розташовані: у межах міст, селищ та інших населених

пунктів; у межах округів санітарної охорони лікувально-оздоровчих територій і курортів; у межах поясів зон санітарної охорони водних об'єктів у лісах; зелених зон навколо населених пунктів (лісопаркова та лісогосподарська частини), поза межами лісів зелених зон. Дубо-

ві деревостани у Лівобережному Лісостепу, окрім важливих еколого-захисних, виконують також і рекреаційні, санітарно-гігієнічні та оздоровчі функції, їх використовують для туризму, занять спортом, санаторно-курортного лікування та відпочинку населення [2, 3].

Ландшафтно-рекреаційні показники деревостанів у рекреаційно-оздоровчих лісах та обсяги надання ними різноманітних екосистемних послуг у європейських країнах і країнах Північної Америки висвітлені у наукових працях багатьох дослідників [4–10]. В Україні дослідженням рекреаційно-оздоровчих лісів також присвячена низка робіт, зокрема: в Тернопільській області свої дослідження проводили О. Бондар і Н. Цицора [11], в Житомирській області – І. Сірук та Ю. Сірук [12], у Волинській області – Т.С. Павловська та ін. [13], а в Івано-Франківській – Н.Ф. Приходько [14], А. Голубчак [15]. У Лівобережному Лісостепу (Полтавська, Сумська та Харківська області) авторами були проведені попередні власні дослідження [16, 17]. Проте, всі ці дослідження були переважно присвячені вивченню ландшафтно-рекреаційних показників цих лісів для надання ними соціальних послуг населенню, а дослідженням сучасного стану, лісівничо-таксаційних показників і продуктивності приділено недостатньо уваги.

У регіоні досліджень дубові деревостани у рекреаційно-оздоровчих лісах ростуть на доволі значній площі – 110,7 тис. га, з яких 36,4 % припадає на лісгосподарську частину лісів зелених зон, де можна проводити лісгосподарську діяльність. Ці ділянки дубових лісів можуть бути важливим ресурсом для задоволення потреб національної економіки в цінній дубовій деревині. Натомість інші ділянки дубових деревостанів у рекреаційно-оздоровчих лісах є цінним об'єктом для наукових досліджень за багатьма напрямками. Усе зазначене обумовлює актуальність і важливість проведення наукових досліджень щодо стану та продуктивності дубових деревостанів у рекреаційно-оздоровчих лісах Лівобережного Лісостепу.

Мета дослідження. Проаналізувати поширення, стан і продуктивність дубових деревостанів у рекреаційно-оздоровчих лісах Лівобережного Лісостепу (за їх розміщенням) і визначити показники використання лісорослинного потенціалу в межах зелених зон навколо населених пунктів (лісгосподарська частина).

Матеріал і методи дослідження. Дослідження лісових ділянок дубових деревостанів у межах рекреаційно-оздоровчих лісів Лівобережного Лісостепу проведено за матеріалами пovidільної бази даних ВО «Укрдержліспроєкт» (станом на 2017 р.). Дослідженнями було

охоплено лісовий фонд філій ДП «Ліси України» та інших підприємств у структурі Державного агентства лісових ресурсів України, територіально розміщених у Полтавській області, південних частинах Київської, Сумської та Чернігівської областей, північній частині Харківської області, а також у східній частині Черкаської області, які згідно з комплексним лісгосподарським районуванням [18] належать до Лівобережного Лісостепу України.

Дослідження дубових деревостанів здійснювали на основі розподілу їх площі та запасу в розрізі розміщення лісових ділянок у рекреаційно-оздоровчих лісах, за такими показниками: походження, тип лісу, групи віку, класи бонітету, відносна повнота.

Лісівничо-таксаційні показники деревостанів визначали способом групування ділянок за десятирічними класами віку. Для кожного класу віку встановлювали площу й загальний запас, запас на одному гектарі, середній діаметр і висоту, участь дуба в складі деревостану, клас бонітету та відносну повноту.

Кількісне оцінювання ефективності використання лісорослинного потенціалу (ВЛП) дубовими деревостанами для лісів у межах зелених зон навколо населених пунктів, а саме – лісгосподарської частини, здійснювали через порівняння запасів модальних і високопродуктивних деревостанів у межах кожного класу віку за формулою [19]:

$$ВЛП = M_{\text{мод.}} * (M_{\text{вис.}}^{-1}) * 100 \%, \quad (1)$$

де $M_{\text{мод.}}$ – запас модальних дубових деревостанів, $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$; $M_{\text{вис.}}$ – запас високопродуктивних дубових деревостанів (високоповнотні, з відносною повнотою 0,8 і вище, високобонітетні деревостани І і вище класів бонітету з участю дуба в складі 8 і більше одиниць), $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$.

Результати дослідження та обговорення.

Загальна площа рекреаційно-оздоровчих лісів у Лівобережному Лісостепу становить 209 302 га або 34,2 % від загальної площі. Серед рекреаційно-оздоровчих лісів регіону найбільшу площу займають дубові деревостани – 110,7 тис. га або 52,9 % від загальної площі. Соснові деревостани ростуть на площі 66,6 тис. га (31,8 %), а деревостани за участю інших 48 деревних видів – на площі 32,0 тис. га, що становить 15,3 % від загальної.

Серед дубових лісів як за площею, так і запасом переважають насадження порослевого походження, частка яких сягає 67,0 % (74197,5 га) – за площею та 70,8 % (19486,5 тис. м^3) – за запасом. Найменшу площу – 5411,5 га (4,9 %) займають насадження насінневого природного походження (табл. 1).

Таблиця 1 – Розподіл площі та запасу дубових деревостанів у рекреаційно-оздоровчих лісах Лівобережного Лісостепу за походженням в розрізі розміщення лісових ділянок

Походження дубових насаджень	Площа		Запас		
	га	%	тис. м ³	%	на 1 га, м ³
Лісові ділянки у межах міст, селищ та інших населених пунктів					
Порослеве	990,9	63,3	247,9	67,8	250
Насінневе природне	22,7	1,4	6,8	1,8	300
Насінневе штучне	552,1	35,3	111,1	30,4	201
Разом	1565,7	100	365,8	100	234
Лісові ділянки у межах поясів зон санітарної охорони водних об'єктів у лісах					
Порослеве	209,3	40,7	63,8	54,8	304
Насінневе природне	10,5	2,0	2,5	2,1	238
Насінневе штучне	294,5	57,3	50,2	43,1	170
Разом	514,3	100	116,5	100	226
Лісові ділянки у межах округів санітарної охорони лікувально-оздоровчих територій і курортів					
Порослеве	50,2	52,7	11,0	57,9	219
Насінневе природне	45,1	47,3	8,0	42,1	177
Разом	95,3	100	19,0	100	200
Лісові ділянки зелених зон навколо населених пунктів (лісопаркова частина)					
Порослеве	48515,2	71,1	12112,6	74,6	250
Насінневе природне	2295,6	3,4	631,2	3,9	275
Насінневе штучне	17369,7	25,5	3484,3	21,5	201
Разом	68180,5	100	16228,1	100	238
Лісові ділянки зелених зон навколо населених пунктів (лісогосподарська частина)					
Порослеве	24431,9	60,6	7051,2	65,4	289
Насінневе природне	3082,7	7,6	909,8	8,4	295
Насінневе штучне	12828,1	31,8	2828,3	26,2	220
Разом	40342,7	100	10789,3	100	267
Разом за всіма лісовими ділянками рекреаційно-оздоровчих лісів					
Порослеве	74197,5	67,0	19486,5	70,8	263
Насінневе природне	5411,5	4,9	1558,3	5,7	287
Насінневе штучне	31089,5	28,1	6473,9	23,5	209
Разом	110698,5	100	27518,7	100	249

Джерело: результати власних наукових досліджень авторів.

Установлено, що у лісових ділянках у межах міст, селищ та інших населених пунктів, у лісових ділянках у межах округів санітарної охорони лікувально-оздоровчих територій і курортів, а також у лісових ділянках зелених зон навколо населених пунктів як в лісопарковій, так і лісогосподарській частинах, суттєво за площею переважають порослеві дубняки, частка яких становить відповідно 63,3; 52,7; 71,1 і 60,6 %. Лише в лісових ділянках у межах поясів зон санітарної охорони водних об'єктів у лісах переважають штучні дубові деревостани, частка яких становить 57,3 %, але їх площа є незначною. Природні насадження насінневого походження в Лівобережному Лісостепу ростуть на незначній площі незалежно від місця розташування.

Результати проведених досліджень свідчать, що у рекреаційно-оздоровчих лісах, зай-

нятих дубовими деревостанами, переважають дубняки у межах зелених зон навколо населених пунктів; їх частка становить 98,0 % від загальної площі, зокрема лісогосподарської зони – 36,4 % і лісопаркової – 61,6 %. Подібні результати досліджень отримали І. Сірук та Ю. Сірук [20] у Житомирській області, де за їхніми даними лісогосподарська зона займала 58,0 %, а лісопаркова – 42,0 % від загальної площі рекреаційно-оздоровчих лісів. За даними Т.В. Парпан та ін. [2], в Івано-Франківській області на трьох постійних дослідних об'єктах на лісогосподарську та лісопаркову частини лісів зелених зон навколо населених пунктів припадало відповідно 70 та 20 %. Частка дубових лісів, що належать до лісових ділянок у межах округів санітарної охорони лікувально-оздоровчих територій і курортів, є найменшою та становить лише 0,1 %.

Дубові деревостани рекреаційно-оздоровчих лісів Лівобережного Лісостепу представлені в 45 типах лісу. Найбільша їх площа зосереджена в умовах свіжої кленово-липової діброви – 83465,5 га або 75,4 % від загальної площі (табл. 2).

Особливістю розподілу дубових деревостанів у рекреаційно-оздоровчих лісах регіону дослідження є суттєве переважання як за площею (81 %), так і запасом (84,6 %), середньовікових деревостанів із середнім запасом 260 м³·га⁻¹. Частка дубових молодняків становить 4,6 %, пристиглих – 8,2 %, стиглих і перестійних деревостанів – 6,2 % від загальної площі (табл. 3).

Отже, встановлено, що вікова структура дубових деревостанів рекреаційно-оздоровчих лісів Лівобережного Лісостепу є розбалансованою. Інші дослідники також відмічають розбалансованість вікової структури рекреаційно-оздоровчих лісів із доволі суттєвим переважанням середньовікових насаджень. Зокрема, за даними М.Р. Питуляк і М.В. Питуляка [21], у рекреаційно-оздоровчих лісах Тернопільської області частка таких насаджень в різних лісогосподарських філіях становить від 55,8 до 61,0 %. За даними О. Бондаря та Н. Цицори [11], у рекреаційно-

оздоровчих лісах Кременецького району Тернопільської області частка середньовікових насаджень становить 57,9 %, у філії «Любомльське ЛГ» Волинської області за даними Т. С. Павловської та ін. [13] – 85,1 %, а в Житомирській області за даними І. Сірук та Ю. Сірука [20] – 75,7 % від загальної площі.

Розподіл дубових деревостанів за групами віку в рекреаційно-оздоровчих лісах за їх місцем розташування є подібним, за винятком дубових деревостанів у межах округів санітарної охорони лікувально-оздоровчих територій і курортів, які представлені лише середньовіковими деревостанами, але їх частка є незначною і становить лише 0,1 % від загальної площі, а також у межах міст, селищ та інших населених пунктів, де частка стиглих і перестійних дубових деревостанів також становить 0,1 % (рис. 1).

Продуктивність лісу значною мірою характеризують клас бонітету та повнота насаджень. Дубові деревостани рекреаційно-оздоровчих лісів Лівобережного Лісостепу ростуть переважно за II класом бонітету, частка яких становить 56,5 % від загальної площі. Також значна частка деревостанів, які ростуть за I та III і нижче класами бонітету – 20,1 та 20,5 % відповідно (табл. 4).

Таблиця 2 – Розподіл площі дубових деревостанів у рекреаційно-оздоровчих лісах Лівобережного Лісостепу за типами лісу

Тип лісу		Площа	
індекс	назва	га	%
C ₂ -лсД	Свіжа липово-соснова судіброва	4430,1	4,0
D ₁ -к-лД	Суха кленово-липова діброва	10848,8	9,8
D ₂ -к-лД	Свіжа кленово-липова діброва	83465,5	75,4
Інші типи лісу		11954,1	10,8
Разом		110698,5	100

Джерело: результати власних наукових досліджень авторів.

Таблиця 3 – Розподіл площі та запасу дубових деревостанів у рекреаційно-оздоровчих лісах Лівобережного Лісостепу за групами віку

Група віку	Площа		Запас		
	га	%	тис. м ³	%	на 1 га, м ³
Молодняки	5134,8	4,6	348,6	1,2	68
Середньовікові	89607,1	81,0	23282,8	84,6	260
Пристиглі	9119,6	8,2	2310,2	8,4	254
Стигли і перестійні	6837	6,2	1577,1	5,8	231
Разом	110698,5	100	27518,7	100	249

Джерело: результати власних наукових досліджень авторів.

Таблиця 4 – Розподіл площі та запасу дубових деревостанів у рекреаційно-оздоровчих лісах Лівобережного Лісостепу за класами бонітету

Клас бонітету	Площа		Запас		
	га	%	тис. м ³	%	на 1 га, м ³
Ia і вище	3219,3	2,9	909,3	3,3	282
I	22286,2	20,1	6171,0	22,4	277
II	62552,0	56,5	16173,1	58,8	259
III і нижче	22641	20,5	4265,3	15,5	188
Разом	110698,5	100	27518,7	100	249

Джерело: результати власних наукових досліджень авторів.

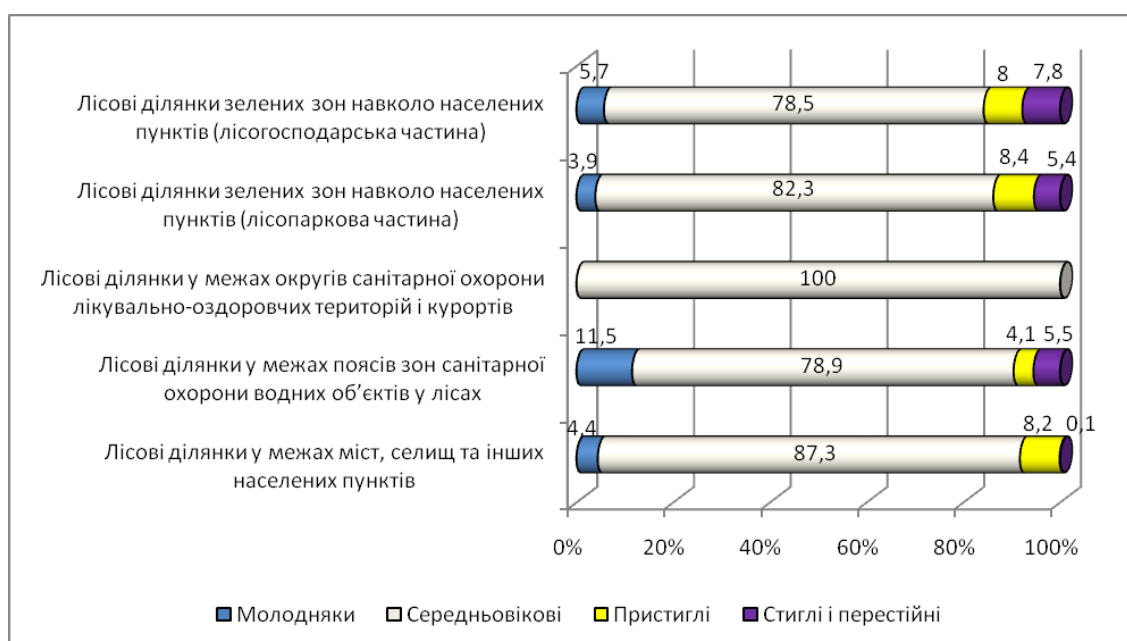


Рис. 1. Розподіл площі дубових деревостанів у рекреаційно-оздоровчих лісах Лівобережного Лісостепу за групами віку в розрізі розміщення лісових ділянок.

Джерело: результати власних наукових досліджень авторів.

У розподілі площі дубових деревостанів рекреаційно-оздоровчих лісів за класами бонітету в розрізі розміщення лісових ділянок суттєво відрізняються від інших категорій деревостанів у межах округів санітарної охорони лікувально-оздоровчих територій і курортів, через досить малу їх площу. У ділянках цієї категорії відсутні деревостани, які ростуть за Ia і вище класами бонітету, а частка площі деревостанів, що ростуть за II класом бонітету, є більшою на 32,7 %, ніж у середньому цей показник в Лівобережному Лісостепу. Також суттєво відрізняються дубові деревостани лісових ділянок зелених зон навколо населених пунктів – лісопаркова і лісогосподарська частини. Зокрема, частка площі насаджень, що ростуть

за I класом бонітету в лісопарковій частині є меншою на 49,3 %, а частка насаджень, що ростуть за III класом бонітету є більшою на 57,9 % порівняно з лісогосподарською частиною (рис. 2).

У рекреаційно-оздоровчих лісах Лівобережного Лісостепу за площею переважають дубові деревостани з відносною повнотою 0,7, частка яких становить 51,8 % від загальної площі. Також відмічено доволі значні частки деревостанів з повнотою 0,5–0,6 (23,0 %) та 0,8 (21,6 %). Розподіл запасів дубових деревостанів за повнотою є подібним, як і за площею. Найбільший запас зосереджено в дубових деревостанах, що мають відносну повноту 0,7–0,8 – 76,5 % від загального запасу (табл. 5).

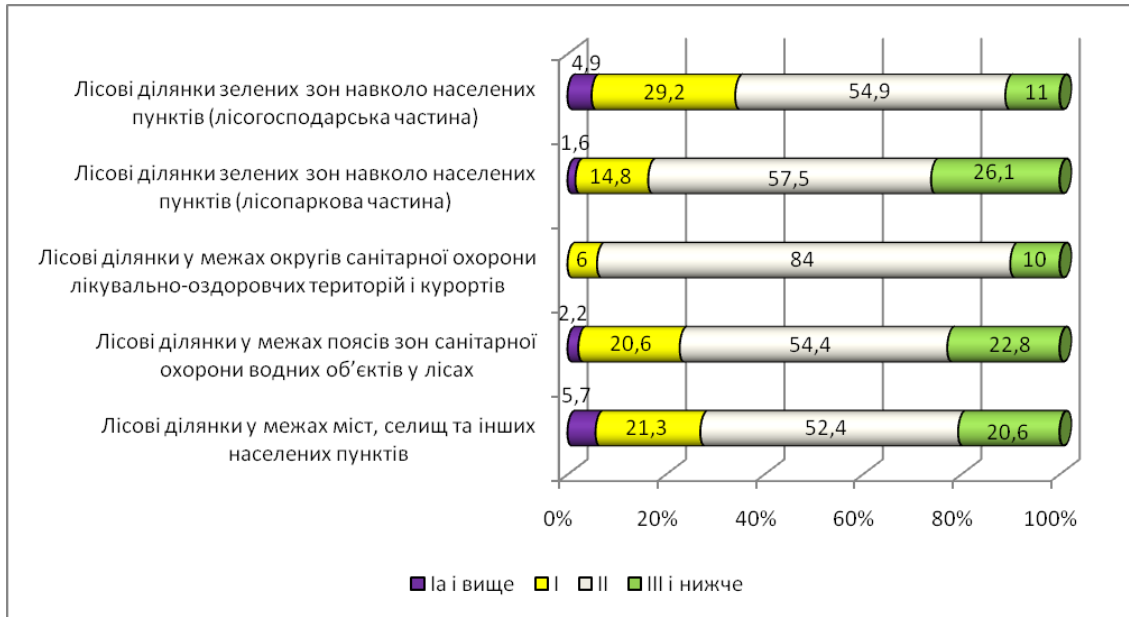


Рис. 2. Розподіл площі дубових деревостанів рекреаційно-оздоровчих лісів Лівобережного Лісостепу за класами бонітету у розрізі розміщення лісових ділянок.

Джерело: результати власних наукових досліджень авторів.

Таблиця 5 – Розподіл площі та запасу дубових деревостанів у рекреаційно-оздоровчих лісах Лівобережного Лісостепу за повнотою

Відносна повнота	Площа		Запас		
	га	%	тис. м ³	%	на 1 га, м ³
0,3–0,4	642,3	0,5	88,2	0,3	137
0,5–0,6	25401,8	23,0	5452,5	19,8	215
0,7	57374,7	51,8	14611,4	53,1	255
0,8	23857,8	21,6	6441,0	23,4	270
0,9–1,0	3421,9	3,1	925,6	3,4	270
Разом	110698,5	100	27518,7	100	249

Джерело: результати власних наукових досліджень авторів.

Така ж тенденція характерна і для дубових деревостанів у рекреаційно-оздоровчих лісах Лівобережного Лісостепу в розрізі лісових ділянок, проте з деякими відхиленнями в той чи інший бік. Винятком є лісові ділянки у межах поясів зон санітарної охорони водних об'єктів у лісах, де частка деревостанів з повнотою 0,9–1,0 є більшою на 71,3 % порівняно із середнім показником по регіону, а з повнотою 0,7 є меншою на 34,8 %, але площа цих лісів є незначною і становить лише 0,5 % від загальної площі (рис. 3).

Аналіз вікової структури дубняків у Лівобережному Лісостепу свідчить, що суттєво за площею переважають деревостани V–X кла-

сів віку, частка площі яких становить 81,1 % (89751,9 га) від загальної (табл. 6). Серед дубових деревостанів лісових ділянок у межах міст, селищ та інших населених пунктів, у межах лісових ділянок поясів зон санітарної охорони водних об'єктів та у межах лісових ділянок поясів зон санітарної охорони водних об'єктів (лісопаркова і лісогосподарська частини) також переважають деревостани V–X класів віку, частка яких становить відповідно 94,3; 70,9; 83,7 і 76,1 % від загальної площі. Винятком є деревостани у межах округів санітарної охорони лікувально-оздоровчих територій і курортів, які представлені лише деревостанами V–VIII класів віку.

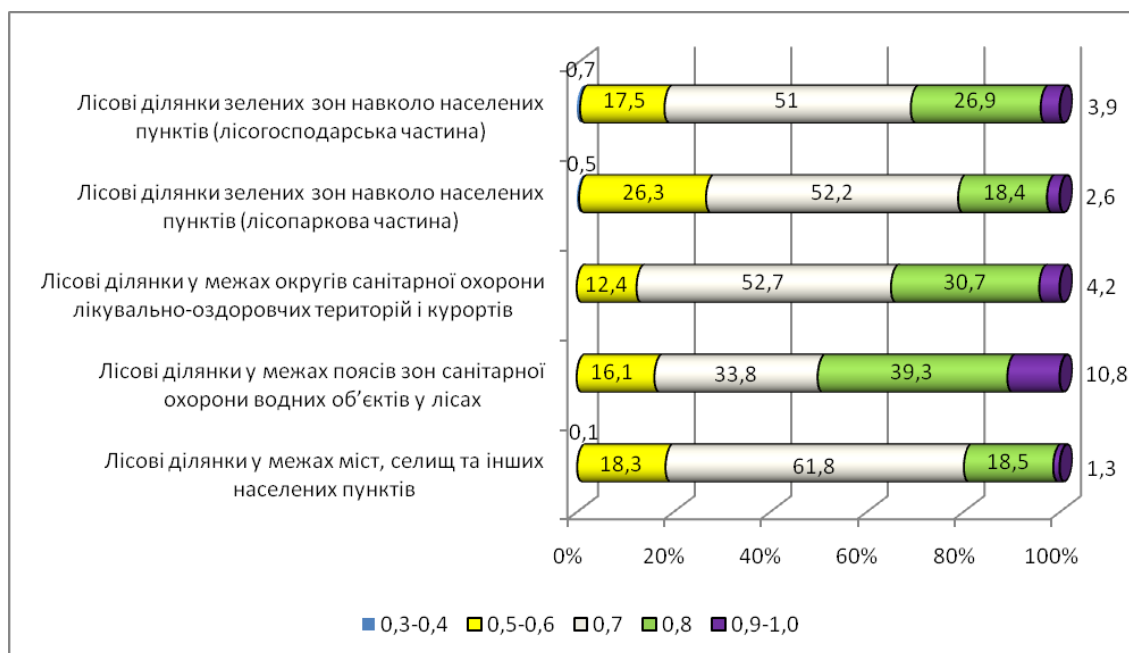


Рис. 3. Розподіл площі дубових деревостанів у рекреаційно-оздоровчих лісах Лівобережного Лісостепу за відносною повнотою в розрізі розміщення лісових ділянок.

Джерело: результати власних наукових досліджень авторів.

Аналіз середніх значень відносної повноти дубових деревостанів у розрізі класів віку (табл. 6) свідчить, що починаючи із VII класу віку відбувається поступове її зниження.

Враховуючи, що в лісогосподарській частині лісів зелених зон дозволено проведення всіх видів рубок, було також визначено показники використання ними лісорослинного потенціалу (ВЛП). Установлено, що модальні дубові деревостани поступаються високопродуктив-

ним у всіх класах віку. Найбільша різниця між запасами у віці 20 років (55 %), а найменша – у віці 100 і 110 років (22 %) (рис. 4).

Найнижче значення показника ВЛП відмічено у віці деревостанів 20 років – 45 %. У насадженнях, старших 20 років, значення показника ВЛП поступово збільшується і в 100- і 110-річному віці сягає максимуму (78 %). Середньозважене значення показника ВЛП становить 72 % (рис. 5).

Таблиця 6 – Основні таксаційні показники дубових деревостанів рекреаційно-оздоровчих лісів Лівобережного Лісостепу за класами віку

Клас віку	Площа, га	Запас		Середні таксаційні показники насаджень				
		тис. м ³	на 1 га, м ³	участь у складі, од.	діаметр, см	висота, м	відносна повнота	клас бонітету
I	1191,5	7,5	6	7,6	1,8	2,1	0,73	I,2
II	963,2	28,0	8	5,7	6,2	4,8	0,73	I,5
III	1242,8	93,2	75	5,7	11,3	9,0	0,73	II,5
IV	2316,1	254,2	110	6,0	15,5	12,9	0,72	II,3
V	7555,6	1304,8	173	6,7	19,1	16,3	0,73	I,9
VI	7437,1	1598,1	215	6,9	22,3	19,0	0,73	I,9
VII	14903,2	3543,0	238	7,5	25,2	21,0	0,71	I,9
VIII	16252,6	4227,4	260	8,0	27,8	22,6	0,70	I,9
IX	26308,1	6948,0	264	8,0	31,7	23,8	0,68	II,1
X	17295,3	4747,7	274	7,8	34,4	24,8	0,67	II,1
XI	6782,8	2035,1	300	7,6	37,7	26,0	0,66	II,0
XII	4144,1	1298,1	313	7,8	41,5	26,7	0,64	II,0
XIII	4306,1	1433,6	333	7,6	46,3	28,0	0,62	I,8
Разом	110698,5	27518,7	249	7,4	26,2	20,4	0,70	II,0

Джерело: результати власних наукових досліджень авторів.

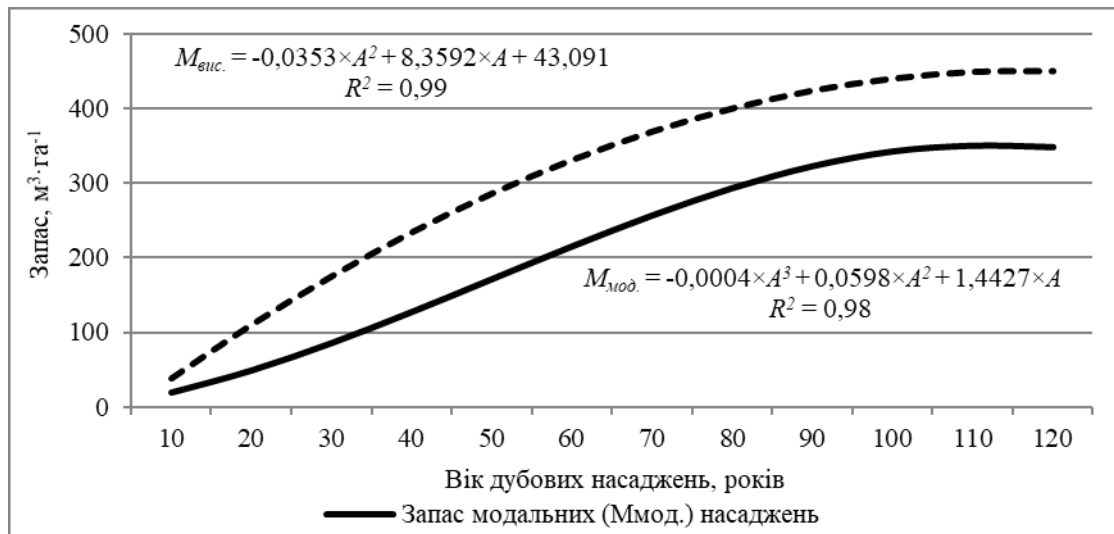


Рис. 4. Динаміка запасів модальних ($M_{\text{мод.}}$) і високопродуктивних ($M_{\text{вис.}}$) дубових деревостанів у межах лісових ділянок зелених зон навколо населених пунктів (лісгосподарська частина) рекреаційно-оздоровчих лісів Лівобережного Лісостепу.

Джерело: результати власних наукових досліджень авторів.

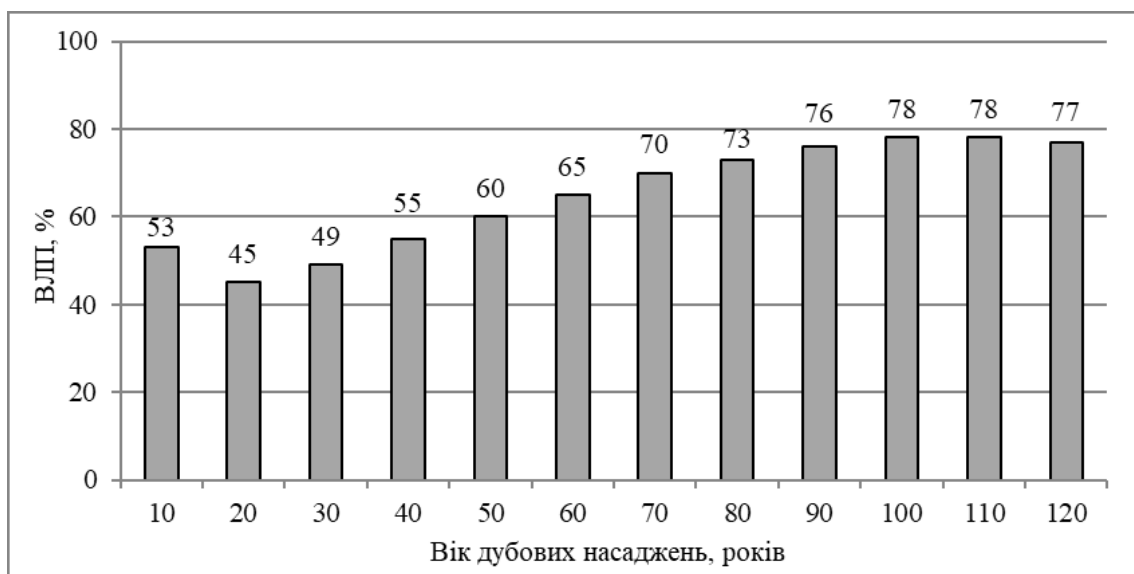


Рис. 5. Показники використання лісорослинного потенціалу модальними дубовими деревостанами в межах лісових ділянок зелених зон навколо населених пунктів (лісгосподарська частина) рекреаційно-оздоровчих лісів Лівобережного Лісостепу.

Джерело: результати власних наукових досліджень авторів.

Втрати деревини внаслідок такого ступеня використання родючості земель оцінено в 4148,3 тис. м³. Для порівняння за даними В.П. Ткача та ін. [19], середній показник ВЛП дубовими деревостанами Лівобережного Лісостепу у всіх категоріях лісів є дещо нижчим і становить 68 %.

Висновки. В рекреаційно-оздоровчих лісах Лівобережного Лісостепу суттєво переважають деревостани порослевого походження. Більшість площ досліджуваних дубових деревостанів приурочена до умов свіжої кленово-липової діброви. Вікова структура дубових деревостанів у регіоні дослідження є розбалан-

сованою із суттєвим переважанням як за площею, так і запасом середньовікових насаджень.

Умови Лівобережного Лісостепу загалом є сприятливими для успішного росту і розвитку дубових деревостанів та ефективного виконання ними рекреаційно-оздоровчих функцій. Свідченням цього є суттєве переважання за площею дубових деревостанів, що ростуть за II класом бонітету та характеризуються відносною повнотою 0,7. Показник відносної повноти дубових деревостанів, починаючи із VII класу віку, поступово знижується в усіх категоріях. Ці особливості необхідно враховувати за вирощування дубняків у цих лісах із метою забезпечення ефективного виконання покладених на них функцій.

Показник використання лісорослинного потенціалу дубовими деревостанами у межах лісів зелених зон навколо населених пунктів (лісогосподарська частина) порівняно з місцевими високопродуктивними деревостанами є порівняно невисоким і становить 72 %. Втрати деревини внаслідок недостатньо високого ступеня використання родючості земель оцінено в 4148,3 тис. м³.

Подальші дослідження плануються в Лівобережному Поліссі та Лівобережному Степу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Про затвердження порядку поділу лісів на категорії та виділення особливо захисних лісових ділянок: Постанова Кабінету Міністрів України від 16 квітня 2007 року № 733. Київ. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/733-2007-%D0%BF#Text>
2. Характеристика рекреаційно-оздоровчих лісів Івано-Франківщини та оцінювання їх потенціалу на постійних дослідних об'єктах / Т.В. Парпан та ін. Науковий вісник НЛТУ України. 2021. Т. 31. № 5. С. 9–16. DOI: 10.36930/40310501
3. Стан і продуктивність соснових насаджень Лісостепової частини Харківщини / С.І. Мусієнко та ін. Науковий вісник НЛТУ України. 2021. Т. 31. № 6. С. 41–47. DOI: 10.36930/40310605
4. Gerstenberg T., Baumeister C.F., Schraml U., Plieninger T. Hot routes in urban forests: The impact of multiple landscape features on recreational use intensity. *Landscape and Urban Planning*. 2020. No 203. 103888. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2020.103888
5. Getzner M., Meyerhoff J. The benefits of local forest recreation in Austria and its dependence on naturalness and quietude. *Forests*. 2020. 11(3). 326 p. DOI: 10.3390/f11030326
6. Preferences for variation in forest characteristics: Does diversity between stands matter? / A. Filyushkina et al. *Ecological Economics*. 2017. 140. P. 22–29. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2017.04.010
7. Hansen M.M., Jones R., Tocchini K. Shinrin-Yoku (Forest Bathing) and Nature Therapy: A State-of-the-Art Review. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2017. 14. 851 p. DOI: 10.3390/ijerph14080851
8. Identifying primary drivers of participants from various socioeconomic backgrounds to choose national forest lands in the Southeastern Region of the US as a Travel Destination for Recreation / R. Jean et al. *Land*. 2022. 11(8). 1301 p. DOI: 10.3390/land11081301
9. Pintilii R.-D. Forest Recreation and Landscape Protection. *Forests*. 2022. 13. 1440 p. DOI: 10.3390/f13091440
10. Sanchez-Badini O., Innes J.L. Forests and trees: A public health perspective. *Sante publique (Vandoeuvre-les-Nancy, France)*. 2019. S1(HS). P. 241–248. DOI: 10.3917/spub.190.0241
11. Bondar O., Tsytsiura N. Recreational and health forests of Kremenets district, Ternopil region. *Balanced nature management*. 2021. 2. P. 80–87. DOI: 10.33730/2310-4678.2.2021.237994
12. Siruk I., Siruk Yu. Recreation characteristics of the green zone forests of the Zhytomyr city. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*. 2023. 14(4). P. 73–87. DOI: 10.31548/forest/4.2023.73.
13. Павловська Т.С., Білецький Ю.В., Рудик О.В., Самолюк І.В. Рекреаційно-оздоровчі ліси ДП «Любомльське ДП». *Географія і туризм*. 2019. 47. С. 137–148.
14. Радіальні природи деревостанів рекреаційно-оздоровчих лісів Придністровського Передкарпаття (Івано-Франківська область) / Н.Ф. Приходько та ін. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2022. Т. 32. № 5. С. 42–49. DOI: 10.36930/40320506
15. Holubchak O., Korol S., Melnychuk I., Prykhodko M. Optimization of forest ecosystem recreational services formation in conditions of decentralization in Ukraine. *Advances in Economics, Business and Management Research: 2019 7th International Conference on Modeling, Development and Strategic Management of Economic System (MDSMES 2019)*. Ivano-Frankivsk, Ukraine, 5 p. DOI: 10.2991/mdsmes-19.2019.43
16. Типологічне різноманіття рекреаційно-оздоровчих лісів Лівобережної України / С.І. Мусієнко та ін. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2020. Т. 30. № 5. С. 31–35. DOI: 10.36930/40300505
17. Ландшафтно-рекреаційна оцінка рекреаційно-оздоровчих лісів Лівобережної України / С.І. Мусієнко та ін. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2022. Вип. 141. С. 13–22. DOI: 10.33220/1026-3365.141.2022.13
18. Комплексное лесохозяйственное районирование Украины и Молдовы / С.А. Генсирук и др. Киев: Наукова думка, 1981. 300 с.
19. Ткач В.П., Кобець О.В., Румянцев М.Г. Використання лісорослинного потенціалу лісами України. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2018. Вип. 132. С. 3–12. DOI: 10.33220/1026-3365.132.2018.3
20. Siruk I., Siruk Yu. Structure of forest sites of the green belt of Zhytomyr city. *Scientific Horizons*. 2020. 23(12). P. 18–28. DOI: 10.48077/scihor.23(12).2020.18-28
21. Питуляк М.Р., Питуляк М.В. Особливості рекреаційного лісокористування в Тернопільській області. *Наукові записки ТНПУ. Географія*. 2017. № 2. С. 185–190. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/NZTNPUg_2017_2_30

REFERENCES

1. Pro zatverdzhennja porjadku podilu lisiv na kategorii' ta vydilennja osoblyvo zahysnyh lisovyh diljanok: Postanova Kabinetu Ministriv Ukrai'ny vid 16 kvitnja 2007 roku № 733 [On approval of the Procedure for division of forests into categories and allocation of specially protected forest areas: Resolution of the Cabinet of Ministers as of May 16, 2007 No 733]. Kyiv, 2007. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/733-2007-%D0%BF#Text>
2. Parpan, T.V., Golubchak, O.I., Gudyma, V.M., Pryhod'ko, N.F., Fal'ko, R.I., Kyrylenko, Ja.O. (2021). Harakterystyka rekreacijno-ozdorovchyh lisiv Ivano-Frankivshhyny ta ocinjuvannja i'h potencialu na postijnyh doslidnyh ob'jektiv [Characteristics of recreation forests of Ivano-Frankivsk region and assessment of their potential at permanent research sites]. *Naukovyj visnyk NLTU Ukrai'ny [Scientific Bulletin of UNFU]*. Vol. 31, no. 5, pp. 9–16. DOI: 10.36930/40310501.
3. Musijenko, S.I., Rumjancev, M.G., Luk'janec', V.A., Tarnopil's'ka, O.M., Bondarenko, V.V., Jushhyk, V.S. (2021). Stan i produktyvnist' sosnovykh nasadzhen' Lisostepovoi' chastyny Harkivshhyny [Condition and productivity of pine plantations in the Forest-steppe part of Kharkiv Region]. *Naukovyj visnyk NLTU Ukrai'ny [Scientific Bulletin of UNFU]*. Vol. 31, no. 6, pp. 41–47. DOI: 10.36930/40310605.
4. Gerstenberg, T., Baumeister, C.F., Schraml, U., Plieninger, T. (2020). Hot routes in urban forests: The impact of multiple landscape features on recreational use intensity. *Landscape and Urban Planning*. Vol. 203, 103888. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2020.103888
5. Getzner, M., Meyerhoff, J. (2020). The benefits of local forest recreation in Austria and its dependence on naturalness and quietude. *Forests*. Vol. 11(3), 326 p. DOI: 10.3390/f11030326
6. Filyushkina, A., Agimass, F., Lundhede, T., Strange, N., Jacobsen, J.B. (2017). Preferences for variation in forest characteristics: Does diversity between stands matter? *Ecological Economics*. Vol. 140, pp. 22–29. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2017.04.010
7. Hansen, M.M., Jones, R., Tocchini, K. (2017). Shinrin-Yoku (Forest Bathing) and Nature Therapy: A State-of-the-Art Review. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. Vol. 14(8), 851 p. DOI: 10.3390/ijerph14080851
8. Jean, R., Naka, K., Christian, C.S., Gyawali, B.R., Bowman, T., Hopkinson, S. (2022). Identifying primary drivers of participants from various socioeconomic backgrounds to choose national forest lands in the Southeastern Region of the US as a Travel Destination for Recreation. *Land*. Vol. 11(8), 1301 p. DOI: 10.3390/land11081301
9. Pintilii, R.-D. (2022). Forest Recreation and Landscape Protection. *Forests*. Vol. 13(9), 1440 p. DOI: 10.3390/f13091440
10. Sanchez-Badini, O., Innes, J.L. (2019). Forests and trees: A public health perspective. *Sante publique (Vandoeuvre-les-Nancy, France)*, S1(HS). pp. 241–248. DOI: 10.3917/spub.190.0241
11. Bondar, O., Tsytsiura, N. (2021). Recreation and health forests of Kremenets district, Ternopil region. *Balanced nature management*. no. 2, pp. 80–87. DOI: 10.33730/2310-4678.2.2021.237994
12. Siruk, I., Siruk, Yu. (2023). Recreation characteristics of the green zone forests of the Zhytomyr city. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*. Vol. 14(4), pp. 73–87. DOI: 10.31548/forest/4.2023.73.
13. Pavlovs'ka, T.S., Bilec'kyj, Ju.V., Rudyk, O.V., Samoljuk, I.V. (2019). Rekreacijno-ozdorovchi lisy DP «Ljuboml's'ke DP» [Recreational and health improving forests of the SE «Liuboml FE»]. *Geografija i turyzm [Geography and tourism]*. Vol. 47, pp. 137–148.
14. Pryhod'ko, N.F., Parpan, T.V., Golubchak, O.I., Pryhod'ko, M.M., Gudyma, V.M. (2022). Radial'ni pryrosty derevostaniv rekreacijno-ozdorovchyh lisiv Prydnistrovs'kogo Peredkarpattja (Ivano-Frankiv's'ka oblast') [Radial growth of forest stands of recreational and health-improving forests of Prydnistrovya Subcarpathian region (Ivano-Frankivsk region)]. *Naukovyj visnyk NLTU Ukrai'ny [Scientific Bulletin of UNFU]*. Vol. 32(5), pp. 42–49. DOI: 10.36930/40320506.
15. Holubchak, O., Korol, S., Melnychuk, I., Pryhod'ko, M. (2019). Optimization of forest ecosystem recreational services formation in conditions of decentralization in Ukraine. *Advances in Economics, Business and Management Research: 2019 7th International Conference on Modeling, Development and Strategic Management of Economic System (MDS-MES 2019)*. Ivano-Frankivsk, Ukraine, 5 p. DOI: 10.2991/mdsmes-19.2019.43
16. Musijenko, S.I., Luk'janec', V.A., Bondarenko, V.V., Rumjancev, M.G., Kobets, O.V. (2020). Typologichne riznomanittja rekreacijno-ozdorovchyh lisiv Livoberezhnoi' Ukrai'ny [Typological diversity of recreational and health-improving forests in Left-bank Ukraine]. *Naukovyj visnyk NLTU Ukrai'ny [Scientific Bulletin of UNFU]*. Vol. 30(5), pp. 31–35. DOI: 10.36930/40300505.
17. Musijenko, S.I., Tarnopil's'ka, O.M., Bondarenko, V.V., Luk'janec', V.A., Kobets, O.V., Kostjashkina, T.D. (2022). Landshaftno-rekreacijna ocinka rekreacijno-ozdorovchyh lisiv Livoberezhnoi' Ukrai'ny [Landscape and recreation evaluation of recreation and health-improving forests in the Left-Bank Ukraine]. *Lisivnyctvo i agrolisomelioracija [Forestry and Forest Melioration]*. Issue 141, pp. 13–22. DOI: 10.33220/1026-3365.141.2022.13.
18. Gensyruk, S.A., Shevchenko, S.V., Bondar, V.S. (1981). Kompleksnoe lesohozjajstvennoe rajonirovanye Ukrainy y Moldovy [Integrated forestry zoning of Ukraine and Moldova]. Kyiv, Scientific thought, 300 p.
19. Tkach, V.P., Kobets, O.V., Rumiantsev, M.G. (2018). Vykorystannja lisoroslynogo potencialu lisamy Ukrai'ny [Use of forest site capacity by forests of Ukraine]. *Lisivnyctvo i agrolisomelioracija [Forestry and Forest Melioration]*. Issue 132, pp. 3–12. DOI: 10.33220/1026-3365.132.2018.3.
20. Siruk, I., Siruk, Yu. (2020). Structure of forest sites of the green belt of Zhytomyr city. *Scientific Horizons*. Vol. 23(12), pp. 18–28. DOI: 10.48077/sci-hor.23(12).2020.18-28

21. Pytulyak, M.R., Pytulyak, M.V. (2017). Osoblyvosti rekreacijnogo lisokorystuvannja v Ternopil'skij oblasti [The peculiarities of the nature forest use in Ternopil region]. Naukovi zapysky TNPU. Geografija [Scientific notes of TNPU. Geography]. no. 2, pp. 185–190. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/NZTNPUg_2017_2_30.

Forestry and taxation characteristics of oak stands in recreational and health forests of the Left Bank Forest Steppe

Musienko S., Lukyanets V., Rumiantsev M., Kobets O., Tarnopilska O., Bondarenko V.

The study of forestry and stand mensuration characteristics of oak stands in recreational and recreational forests of the Left Bank Forest Steppe was carried out based on forest management materials. The distribution of oak stands in recreational and recreational forests of the region by location, origin, forest types, age groups and classes, health status classes, and relative completeness was analyzed. The indicators of the use of forest site capacity by modal oak groves within the forest areas of green zones around settlements (forestry part of forests of green zones) were calculated. It was found that oak groves in the recreational and health forests of the study region grow on an area of 110.7

thousand hectares or 52.9 % of the total area. In terms of area and stock, stands of sapling origin significantly prevail, the share of which reaches 67.0 and 70.8 %, respectively. The largest reserve ($287 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) is characterized by natural seed stands. Most of the studied oak stands (75.4 % of the total area) are confined to the conditions of fresh maple and linden wood.

The predominance of oak stands within the green zones around settlements was revealed, the share of which is 98 % of the total area, including the forestry zone – 36.4 % and the forest park zone – 61.6 %. In terms of area and stock, medieval stands significantly prevail, the share of which is 81.0 % of the total area and 84.6 % of their total stock. There was also a significant predominance in area of oak stands growing according to the II site class (56.5 %) and characterized by a relative completeness of 0.7 (51.8 %). The rate of use of forest site capacity by oak stands within the forests of green zones around settlements (forestry part) compared to local highly productive stands is relatively low and amounts to 72 %. Losses of wood due to the insufficient degree of use of land fertility are estimated at 4148.3 thousand m^3 .

Key words: forest category, the origin of the stands, stand mensuration characteristics, type of forest, modal stands; highly productive plantations.



Copyright: Мусієнко С. І. 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:

Мусієнко С. І.
Лук'янець В.А.
Румянцев М.Г.
Кобець О.В.
Тарнопільська О.М.
Бондаренко В.В.

<https://orcid.org/0000-0002-6581-2670>
<https://orcid.org/0000-0002-3427-4240>
<https://orcid.org/0000-0002-2245-2441>
<https://orcid.org/0000-0003-0712-8827>
<https://orcid.org/0000-0002-4810-8892>
<https://orcid.org/0000-0001-8187-5519>

АГРОНОМІЯ

УДК 631.95:631.8/821.1:633.853.494(447.81)

Моніторинг емісійних потоків CO₂ та балансу С органічного у провапнованому дерново-підзолистому ґрунті у полі ріпаку озимогоПольовий В.М. , Ященко Л.А. , Ровна Г.Ф. , Гук Б.В. *Інститут сільського господарства Західного Полісся НААН України* rivne_apv@ukr.net

Польовий В.М., Ященко Л.А., Ровна Г.Ф., Гук Б.В. Моніторинг емісійних потоків CO₂ та балансу С органічного у провапнованому дерново-підзолистому ґрунті у полі ріпаку озимого. «Агробіологія», 2024. № 1. С. 131–139.

Polovyi V., Yashchenko L., Rovna G., Huk B. Monitoring of CO₂ emission fluxes and organic C balance in limed sod-podzolic soil in winter rapeseed field. «Agrobiology», 2024. no. 1, pp. 131–139.

Рукопис отримано: 29.03.2024 р.

Прийнято: 15.04.2024 р.

Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-131-139

Управління процесами секвестрації вуглецю є одним із основних питань у подоланні деградації органічної речовини ґрунтів в Поліській зоні, особливо з урахуванням змін клімату. Існує необхідність дослідження і розроблення заходів щодо зниження непродуктивних втрат CO₂ з ґрунту, що сприятиме стабілізації вмісту органічного вуглецю в ґрунті за інтенсивного землеробства.

Метою роботи було встановити особливості формування емісійних потоків CO₂ і балансу органічного вуглецю у дерново-підзолистому ґрунті у середньому за роки вирощування ріпаку озимого у короткоротаційній сівозміні за різних доз меліорантів і удобрення. Методи досліджень: польовий дослід, лабораторний, розрахунковий і статистичний аналіз. За результатами досліджень встановлено, що впродовж весняно-літнього періоду за вирощування ріпаку озимого у сівозміні найвищі непродуктивні втрати CO₂ із ґрунту прослідковуються у варіанті без добрив. Найістотніші зниження середньодобових емісійних потоків CO₂ з ґрунту та непродуктивних втрат діоксиду карбону спостерігали за внесення 1,5 дози СаMg(CO₃)₂ на фоні N₁₂₀P₉₀K₁₂₀ до 218,5 кг/га і 3,64 кг/га/год відповідно. Поліпшення умов вирощування у зазначеному варіанті сприяє підвищеній акумуляції CO₂ в біомасі ріпаку озимого і відповідно зростанню частки рослинних решток за їх заорювання у ґрунт до 62,8 % від загальних викидів діоксиду вуглецю в атмосферу. З урахуванням частки участі добрив і доломітового борошна, частка від мінералізації гумусу знизилася до 22,6 %. Встановлено, що застосування 1,5 дози СаMg(CO₃)₂ на фоні рекомендованої дози удобрення із зароблянням у ґрунт побічної продукції стабілізує баланс органічного вуглецю на рівні 0,05 т/га.

Ключові слова: ріпак озимий, емісія CO₂, хімічна меліорація, удобрення, баланс органічного вуглецю.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Проблема збереження та підвищення природної родючості ґрунтів є базовою як за оцінювання рівня живлення сільськогосподарських культур зокрема, так і за аналізу використання земель сільськогосподарського призначення загалом. В цій проблемі важливе значення займає питання балансу гумусу як основного критерію екологічної стійкості землеробства [1].

Одним із основних показників родючості ґрунту є вміст гумусу, який забезпечує стійкість ґрунту до різноманітних проявів деградації і виснаження, переущільнення, забруднення та погіршення біологічної активності [2]. Зміни інтенсивності діоксиду вуглецю під час вегетації рослин залежать від типу ґрунту, сільськогосподарської культури, температури ґрунту та повітря, вологи, а також концентрації CO₂. Зростання концентрації CO₂ призводить до підвищення глобальної температури повітря [3]. Небезпечний вплив підвищення CO₂ та температури в атмосфері у перспективі підсилуватиметься внаслідок збільшення його емісії через дефіцит вологи в ґрунтах [4, 5].

Органічний карбон є основною складовою гумусу, а його обмін є показником екологічної рівноваги для ґрунтів з високим техногенним навантаженням. Процес накопичення карбону відбувається за розкладання фітомаси, а розкладання органічних сполук проходить під час мінералізації з виділенням CO_2 в атмосферу [6].

Порушення кругообігу речовин в агроєко-системах, зокрема вуглецю, є властивим явищем перехідного періоду економічних відносин, коли стан ґрунту погіршується внаслідок недотримання основного екологічного закону агрохімії, згідно з яким винос поживних речовин із ґрунту необхідно компенсувати внесенням екологічно та економічно обґрунтованих доз добрив.

Зростання інтенсивності виділення CO_2 за високої кислотності ґрунтового розчину свідчить про активний перебіг процесів мінералізації органічної речовини, в якій відбувається переважне нагромадження менш цінних для ґрунтової родючості «агресивних» фульвокислот, що здатні до швидкої мінералізації та вимивання в умовах промивного водного режиму [7].

В умовах глобальних і регіональних змін клімату важливим джерелом парникових газів, з якого вони надходять в атмосферу, є ґрунт, який є потужним резервом накопичення і зберігання органічного вуглецю у формі гумусових речовин [8]. Дихання ґрунту є причиною втрати вуглецю, який переважно сконцентрований в органічній речовині. Втрата карбону через нераціональне використання орних ґрунтів перетворює агроєко-системи на потужне джерело парникового газу – діоксиду карбону [9]. Порушення ґрунтового дихання призводить до зміни вмісту CO_2 у приземних шарах атмосфери. Діоксид атмосфери приблизно на 80–90 % має ґрунтове походження, серед потоків CO_2 , що надходять до атмосфери, емісія з поверхні ґрунтів є однією з найпотужніших [10, 11].

Підвищення акумуляції органічної речовини в ґрунті можливе за впровадження науково обґрунтованих екологічно збалансованих сівозмін. Важливим резервом стабілізації гумусного стану є надходження органічних речовин завдяки побічній продукції сільськогосподарських культур, а також проведення хімічної меліорації кислих ґрунтів. Оптимальні умови для утримання вуглецю у ґрунті складаються за великих об'ємів біомаси надземної маси і коріння, що розкладається у вологому ґрунті, де аерація необмежена [12]. Науковці вважають, що головними причинами втрат гумусу за антропогенного використання ґрунтів

є збільшення його біогенності, порівняно з природним ценозом, що призводить до зміни водного режиму і посилення мінералізації гумусу [13].

Швидкість розкладання органічних матеріалів пропорційна кількості органічної речовини в ґрунті. Потік CO_2 із ґрунту є результатом дихання коренів і фізіологічних процесів мікроорганізмів, які беруть участь у розкладанні органічного матеріалу [14]. Викиди CO_2 із ґрунтів сильно варіюють у гетерогенних ґрунтових мікрозонах, і на них впливають активність коренів, мікробні процеси, рослинні залишки та вміст підстилки, мікроклімат і каталітичні властивості глинистих колоїдів [15]. Визначальним чинником істотного порушення балансу депонованого карбону є обробіток ґрунту, незбалансоване застосування мінеральних добрив, порушення структури сівозміни, які мають негативний вплив на ґрунтову біоту, що знижують екологічну стійкість і продуктивність агроєко-систем [16–18].

На сьогодні недостатньо досліджень щодо управління органічним вуглецем в Поліській зоні, особливо з урахуванням змін клімату, тому існує необхідність розроблення заходів щодо його секвестрації в низькородючих ґрунтах. Секвестрація вуглецю в ґрунті і продукування CO_2 залежить від запасів гумусу, оскільки він в середньому містить 58 % органічного вуглецю [19]. Управління процесами секвестрації вуглецю є основним в розв'язанні подолання деградації ґрунтів. Актуальність наших досліджень пов'язана з необхідністю пошуку способів для накопичення органічного вуглецю в ґрунті, що сприятиме зменшенню викидів парникових газів в атмосферу, збільшенню вмісту гумусу та збереженню його родючості. Тому питання біологічного циклу CO_2 під впливом удобрення на фоні хімічної меліорації і побічної продукції в умовах Західного Полісся потребує глибокого аналізування.

Мета досліджень – встановити особливості емісії діоксиду карбону з дерново-підзолистого ґрунту та визначити баланс органічного вуглецю за вирощування ріпаку озимого за різних доз і видів меліорантів та удобрення.

Матеріал і методи дослідження. Польовий дослід проведений у 2012–2019 рр. на дерново-підзолистому ґрунті у Інституті сільськогосподарства Західного Полісся. Дослідження, результати яких наведено у статті, виконані у полях ріпаку озимого у сівозміні з наступним чергуванням культур: пшениця озима, кукурудза на зерно, ячмінь ярий, ріпак озимий. Технологія вирощування ріпаку озимого загальноприйнята для зони Полісся.

Дослід проводили за схемою: 1) без добрив (контроль); 2) $N_{120}P_{90}K_{120}$ (рекомендована доза) – фон; 3) фон + $CaMg(CO_3)_2$ (0,5 Нг); 4) фон + $CaMg(CO_3)_2$ (1,0Нг); 5) фон + $CaMg(CO_3)_2$ (1,5Нг); 6) фон + $CaCO_3$ (1,0 Нг).

Мінеральні добрива вносили згідно зі схемою дослід у формі аміачної селітри, амофосу, калію хлористого. Хімічні меліоранти, доломітове ($CaMg(CO_3)_2$) і вапнякове ($CaCO_3$) борошно, були внесені перед закладанням дослід у дозі встановленій за рівнем гідролітичної кислотності досліджуваного ґрунту.

Моніторинг емісії CO_2 з ґрунту здійснювали в польових та лабораторних умовах у основні фази росту і розвитку ріпаку озимого. Для вимірювання продукування діоксиду вуглецю ґрунтом використовували польовий метод абсорбції CO_2 у модифікації Б. Н. Макарова. Зразки ґрунту відбирали і готували за ДСТУ 4287:2004, лабораторне визначення кількості CO_2 виділеного з ґрунту проводили методом титрування після лужної абсорбції.

Результати дослідження та обговорення.

Динаміка балансу CO_2 в ґрунтах величина динамічна і залежить від способу та інтенсивності їх використання, антропогенного навантаження, системи удобрення, меліорації, а також від вологості, температури ґрунту.

Попередні спостереження показали, що зміна емісійної активності впродовж вегетаційного періоду пов'язана насамперед зі зміною водного і температурного режимів ґрунту. Найменше виділення мг CO_2 /кг ґрунту/добу спостерігалось за високої вологості і низької

температури, а також навпаки за високої температури повітря [20].

Інтенсивність емісії CO_2 з одиниці площі змінювалась у полі ріпаку озимого за вегетаційний період у всіх варіантах дослід (табл. 1). Рівень емісії CO_2 із ґрунту у фазу утворення весняної розетки ріпаку озимого перебував в інтервалі 204,8–290 кг/га/добу. Найвищі показники втрати діоксиду карбону 286,2 і 290 кг/га за добу відмічені за внесення 0,5 дози Нг $CaMg(CO_3)_2$ і 1,0 дози Нг $CaCO_3$ на фоні рекомендованої дози удобрення, які зросли порівняно з фоном $N_{120}P_{90}K_{120}$ і контролем на 7,2–8,6 і 39,7–41,6 % відповідно.

У фазу бутонізації рослин зниження вологості ґрунту до 8,3–10,8 мм зумовило зниження емісійних потоків CO_2 на удобрених варіантах на 7,2–30,8 % до показників попередньої фази. У фазу цвітіння за продуктивної вологи 11,3–14,6 мм максимальне підвищення емісійних потоків CO_2 з одиниці площі за добу відзначено у варіантах із 0,5 і 1,0 дозою Нг $CaMg(CO_3)_2$ та 1,0 дозою Нг $CaCO_3$ на 5,6–26,8 % порівняно з фазою бутонізації. Найнижча інтенсивність емісії CO_2 222 кг/га/добу була у варіанті 1,5 дози Нг $CaMg(CO_3)_2$ на фоні $N_{120}P_{90}K_{120}$. У фазу утворення стручків розподіл інтенсивності емісії діоксиду карбону відповідав тенденції попередньої фази. У фазу технічної стиглості за дуже низької вологості ґрунту 5,5–9,3 мм емісійні потоки CO_2 з ґрунту були найнижчими – 132,7–170,5 кг/га за добу і зменшились у 1,2–2,2 рази до показників у фазу утворення стручків.

Таблиця 1 – Динаміка виділення CO_2 за добу з провапнованого дерново-підзолистого ґрунту у полі ріпаку озимого, кг/га (середнє за 2012–2019 рр.)

Варіант	Фаза росту і розвитку					Обсяг середньодобових викидів CO_2 за весняно-літній період
	утворення весняної розетки	бутонізація	цвітіння	утворення стручків	технічна стиглість	
Без добрив – контроль	204,8	240,9	232,5	256,7	147,2	216,4
$N_{120}P_{90}K_{120}$ – фон	266,9	249,0	235,6	281,2	170,5	240,6
Фон + $CaMg(CO_3)_2$ (0,5 Нг)	286,2	192,7	244,4	284,9	144,8	230,6
Фон + $CaMg(CO_3)_2$ (1,0 Нг)	264,2	202,0	245,1	287,3	152,2	230,2
Фон + $CaMg(CO_3)_2$ (1,5 Нг)	257,0	225,7	222,0	255,0	132,7	218,5
Фон + $CaCO_3$ (1,0 Нг)	290,0	242,4	255,9	286,7	146,5	244,3
HP_{05}	11,3	13,4	12,1	11,6	10,8	12,5

За роки досліджень найвищий середньодобовий обсяг викидів CO_2 із ґрунту за весняно-літній період вегетації 244,3 кг/га і 26,9 т/га відповідно був за внесення CaCO_3 на фоні рекомендованої дози удобрення, що частково пов'язано із вмістом карбонатів у вапняковому борошні. Найнижчий обсяг за вказаний період був у варіантах без добрив – 23,8 т/га і за 1,5 дози Нг $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ на фоні – 24,0 т/га (табл. 2).

Розрахунковим методом визначено, що найвищий 14,4 т/га показник продуктивних витрат CO_2 на фотосинтез рослинами був у варіанті 1,5 дози Нг $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ на фоні $\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{120}$, тимчасом на контролі (без добрив) був нижчим на 32,7 %, що пов'язано із продуктивністю культури. Водночас виявлено зростання емісійних потоків діоксиду карбону з ґрунту в атмосферу на 36,4 і 32,3 % у варіантах без добрив (контроль) і $\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{120}$ до показників із 1,5 дозою Нг $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$. У результаті цього найнижчі непродуктивні втрати діоксиду карбону за весняно-літній період 3,64 і 4,20 кг/га/год були за внесення 1,5 і 1,0 дози Нг $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ на фоні $\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{120}$, тимчасом у контролі вищі на 36,3 і 18,0 % відповідно.

Поліпшення умов живлення ріпаку озимого за проведення вапнування та удобрення забезпечило більше надходження органічної речовини в ґрунт завдяки заорюванню зростаючої маси побічної продукції. Акумуляція CO_2 в біомасі ріпаку озимого залежала від доз хімічних меліорантів і удобрення (рис. 1). Найменше у середньому за роки вирощування ріпаку у сівозміні засвоєно CO_2 біомасою ріпаку на контролі (без добрив) – 4,95 т/га, тимчасом на провапнованих варіантах на фоні рекомендованої дози удобрення цей показник зростає у 2,0–2,6 рази, що є результатом вищої продуктивності культури. Завдяки збільшенню врожайності під час

застосування хімічних меліорантів і удобрення збільшується вихід соломи та пожнивно-кореневих решток, що сприяє більшій акумуляції CO_2 рослинами. Внесення 1,5 дози $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ із заробкою побічної продукції на фоні рекомендованої дози $\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{120}$ обумовило найбільшу кількість (13,0 т/га) акумуляованого діоксиду карбону надземною масою рослин за показника на фоні удобрення 10,1 т/га.

Для відшкодування втрат гумусу і збільшення його вмісту в ґрунті та підвищення родючості у сівозміну необхідно включати культури, в яких поряд із виходом товарної продукції в ґрунт під час заорювання надходило б більше рослинних решток. Частина рослинної органіки швидко розкладається та повертається у вигляді CO_2 у атмосферу, а інша накопичується у вигляді гумусу. За ведення землеробства мінералізація гумусу також є потужним джерелом емісії CO_2 , що доведено дослідженнями (рис. 2). У досліді визначено, що найбільшу частку емісії CO_2 з ґрунту займає мінералізація рослинних решток – від 55,6 до 62,7 %, гумусу – від 22,6 до 44,3 %, частка від внесення азотних добрив і хімічних меліорантів становить 5,9–14,5 %.

В агроценозі короткоротаційної сівозміни із застосуванням 1,5 дози Нг $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ на фоні удобрення і побічної продукції частка надходження CO_2 від мінералізації гумусу становить 22,6 %, що є найнижчим показником за зростаючої частки участі рослинних решток до 62,8 %, добрив та меліорантів до 14,6 %. Відсутність вапнякових матеріалів у контролі та фоні зумовлює найвищу частку участі гумусу у надходженні CO_2 в атмосферу – 44,4 і 30,5 % відповідно. Ці дані підтверджують, що застосування вапнякових матеріалів є чинником як підвищення продуктивності культури так і стабілізації втрат гумусу у вигляді діоксиду карбону.

Таблиця 2 – Емісійні потоки CO_2 за весняно-літній період з провапнованого дерново-підзолистого ґрунту у полі ріпаку озимого (середнє за 2012–2019 рр.)

Варіант	Обсяг викидання CO_2 , т/га	Фотосинтез, т/га	Емісія CO_2 в атмосферу, т/га	Непродуктивні втрати CO_2 , кг/га/год
Без добрив – контроль	23,8	10,7	13,1	4,96
$\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{120}$ – фон	26,5	13,8	12,7	4,81
Фон + $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ (0,5 Нг)	25,4	14,0	11,4	4,32
Фон + $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ (1,0 Нг)	25,3	14,2	11,1	4,20
Фон + $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ (1,5 Нг)	24,0	14,4	9,6	3,64
Фон + CaCO_3 (1,0 Нг)	26,9	14,0	12,9	4,89
NIP_{05}	1,1	0,6	0,9	0,5

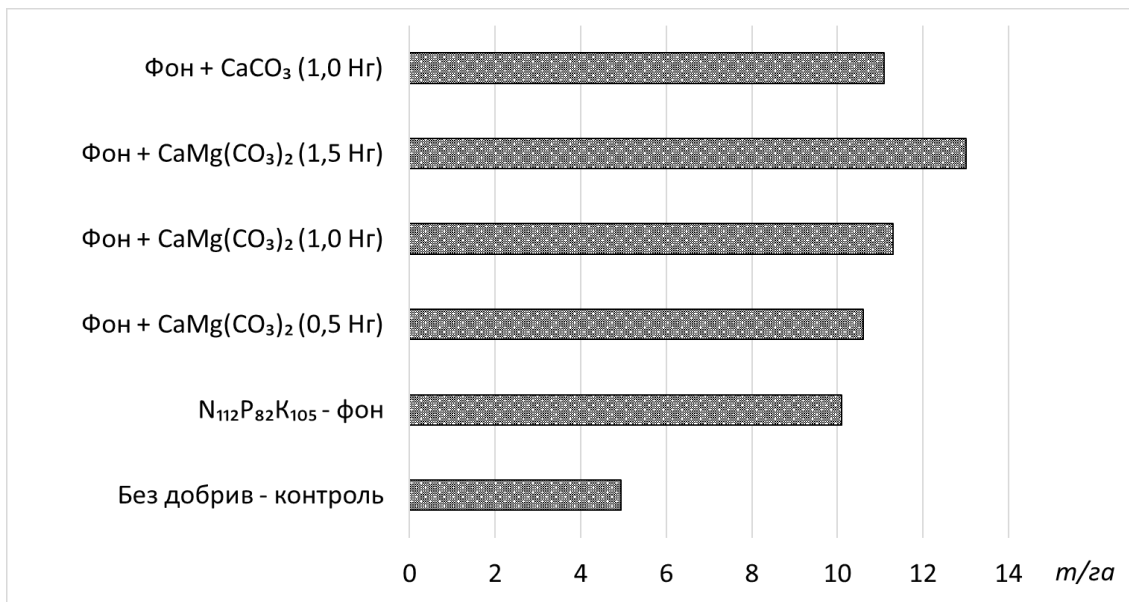
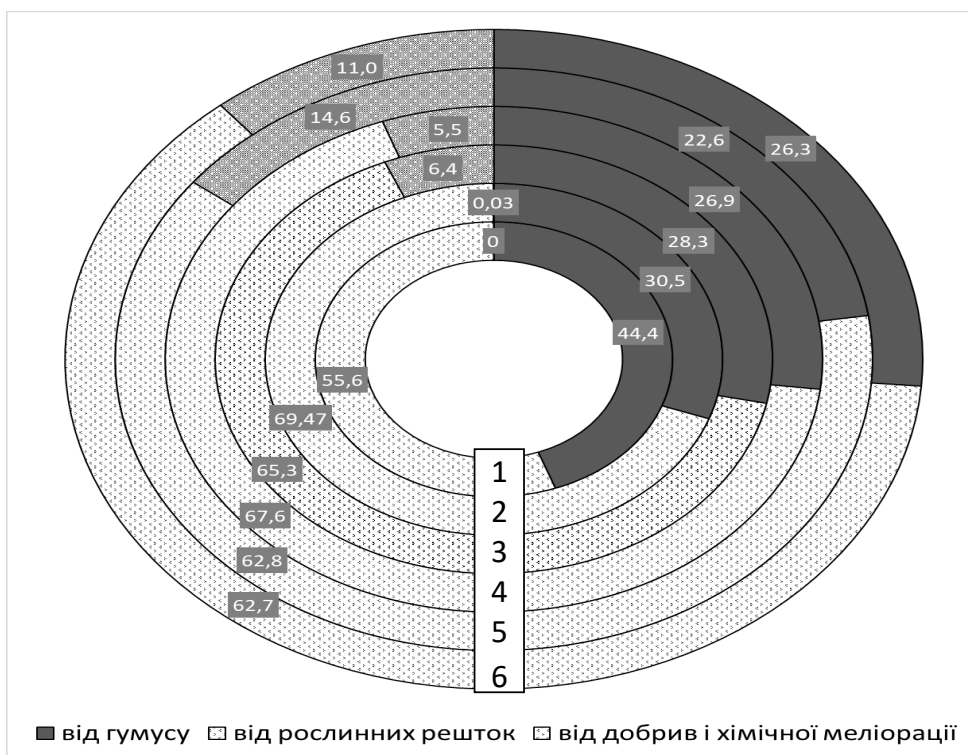


Рис. 1. Акумуляція CO₂ біомасою ріпаку озимого залежно від хімічної меліорації та удобрення, т/га (середнє за 2012–2019 рр.).



Примітка: 1–6 варіанти дослідів.

Рис. 2. Частка участі джерел у надходженні CO₂ залежно від дози і виду хімічної меліорації, %.

Таблиця 3 – Баланс органічного вуглецю провапнованого дерново-підзолистого ґрунту у полі ріпаку озимого, т/га (середнє за 2012–2019 рр.)

Варіант	Накопичення органічного вуглецю				Втрати від мінералізації органічного вуглецю	Баланс органічного вуглецю
	зокрема із:			всього		
	кореневи-ми рештками	поверхневими рештками	соломою			
Без добрив – контроль	0,16	0,09	0,19	0,25	0,78	-0,53
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀ – фон	0,20	0,11	0,39	0,7	0,78	-0,08
Фон + CaMg(CO ₃) ₂ (0,5 Нг)	0,21	0,12	0,38	0,71	0,78	-0,07
Фон + CaMg(CO ₃) ₂ (1,0 Нг)	0,23	0,13	0,39	0,75	0,78	-0,03
Фон + CaMg(CO ₃) ₂ (1,5 Нг)	0,24	0,14	0,45	0,83	0,78	0,05
Фон + CaCO ₃ (1,0 Нг)	0,22	0,13	0,39	0,74	0,78	-0,04

Зміни вмісту гумусу в ґрунтах залежать від двох взаємно протилежних процесів – гуміфікації та мінералізації органічної речовини, що є наслідком інтенсивності накопичення або втрати гумусу. Для встановлення цих змін застосовують балансовий метод, який має статті надходження та відчуження органічної речовини.

У стаціонарному польовому досліді у полі ріпаку озимого за вивчення різних доз хімічних меліорантів на фоні N₁₂₀P₉₀K₁₂₀ встановлено, що у контролі (без добрив і побічної продукції) баланс вуглецю був найбільш дефіцитним. Ґрунт у середньому збіднювався на 0,53 т/га за рік.

Y. Wang та ін. [21] зазначають, що за проведення вапнування запаси органічного вуглецю збільшуються на 4,51 % щорічно, водночас дихання ґрунту теж стимулюється на 7,57 %.

У наших дослідженнях за удобрення N₁₂₀P₉₀K₁₂₀ (фон) і вапнування 1,0 дозою Нг вапнякових матеріалів, незалежно від їх виду, дефіцитне сальдо балансу органічного вуглецю порівняно з контролем теж знижувалося,

хоча все ще залишалося від'ємним -0,03 – -0,08 т/га. Лише у разі застосування 1,5 дози Нг CaMg(CO₃)₂ на фоні рекомендованої дози із заорюванням побічної продукції був визначений позитивний баланс вуглецю – в середньому 0,05 т/га щорічно.

Висновки. У результаті проведених досліджень на дерново-підзолистому ґрунті у полі ріпаку озимого встановлено, що у весняно-літній період за внесення 1,5 дози CaMg(CO₃)₂ на фоні N₁₂₀P₉₀K₁₂₀ прослідковується зниження середньодобових емісійних потоків CO₂ з ґрунту та непродуктивних втрат діоксиду карбону до рівня 218,5 кг/га/добу і 3,64 кг/га/год. Частка участі гумусу у викиданні CO₂ в атмосферу знизилася до 22,6 %, що є найнижчим показником серед досліджуваних варіантів. Відповідно виявлено, що застосування зазначеної вище системи удобрення із заорюванням побічної продукції сприяє стабілізації вмісту органічного вуглецю із середній щорічним показником балансу в ґрунті 0,05 т/га.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бутрим О.В. Формування фінансово-економічного інструменту внутрішнього вуглецевого ринку у секторі землекористування України. Агросвіт. 2018. № 4. С. 47–52. URL: <http://www.agrosvit.info/?n=4&y=2018>
2. Gerke J. The Central Role of Soil Organic Matter in Soil Fertility and Carbon Storage. Soil Systems. 2022. 6(2). 33 p. DOI: 10.3390/soilsystems6020033
3. Улько Є.М. Методологічні основи сталого управління ґрунтовими (земельними) ресурсами в умовах глобальних змін клімату. Глобалізація та розвиток інноваційних систем: тенденції, виклики, перспективи: матеріали І Міжнар. наук.-практ. конф. Харків, 2022. С. 472–474.
4. Галицька М.А., Писаренко П.В., Кулик М.А. Гуміфікаційно-мінералізаційні процеси як показник акумуляції карбону в ґрунтах. Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки. 2018. Вип. 102. С. 130–136 URL: <https://dspace.ksaeu.kherson.ua/handle/123456789/2470?show=full>
5. Качук В.П., Трофименко П.І. Вміст гумусу за різного використання дерново-підзолистого суцільного ґрунту та обсяги емісійних втрат CO₂. Наукові доповіді НУБіП України. 2020. № 2 (84). DOI: 10.31548/dopovid2020.02.
6. Трофименко П. Диференціація профільного розподілу CO₂ ґрунтового повітря та оцінка стійкості системи «ґрунт – атмосфера» до абіотичних

впливів. *International Science Journal of Engineering & Agriculture*. 2024. 3(1). P. 61–74. DOI: 10.46299/j.isjea.20240301.07

7. Трофименко П.І., Трофименко Н.В., Веремєнко С.І., Борисов Ф.І. Методологія визначення інтенсивності дихання ґрунтів та емісійні втрати вуглецю агроландшафтами Лівобережного Полісся наприкінці періоду вегетації рослин. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. 2019. № 23. С. 238–243.

8. Li M., Peng J., Lu Z., Zhu P. Research progress on carbon sources and sinks of farmland ecosystems. *Resources, Environment and Sustainability*. 2023. No 11. 100099. DOI: 10.1016/j.resenv.2022.100099

9. Хумаров О.А. Формування інституційного забезпечення розподілу квот парникових газів. *Зб. наук. праць Економічні інновації. Інститут проблем ринку та економіко-екологічних досліджень НАН України*. Одеса, 2016. Вип. 61. С. 358–367. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/79164/41-Khumarov.pdf?sequence=1>

10. Демиденко О., Шаповал О., Величко В., Бойко П. Колообіг органічного вуглецю в агроценозах різноротаційних сівозмін. *Вісник аграрної науки*. 2015. Т. 93. № 3. С. 56–62. DOI: 10.31073/agroviznyk201503-11

11. Хумаров О.А. Теоретичні основи формування внутрішнього вуглецевого ринку в Україні. *Соціально-економічні проблеми сучасного періоду України*. 2015. Вип. 1. С. 86–91. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/sepspu_2015_1_18.

12. Yang Y., Tilman D. Soil and root carbon storage is key to climate benefits of bioenergy crops. *Biofuel Research Journal*. 2020. 7(2). P. 1143–1148. DOI: 10.18331/BRJ2020.7.2.2

13. Трофименко П.І., Іванік О.М., Трофименко Н.В. Методологія моніторингу CO₂ в системі «ґрунт-атмосфера-рослина» та добовий біологічний колообіг вуглецю ґрунтів агроландшафтів Полісся України. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 110. Ч. 2. С. 231–244. DOI: 10.32851/2226-0099.2019.110-2.30

14. Muñoz C., Paulino L., Monreal C., Zagal E. Greenhouse gas (CO₂ and N₂O) emissions from soils: a review. *Chilean journal of agricultural research*. 2010. No 70(3). P. 485–497. URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/a338/b0c47b6bf21b29b39b-24833b384ace7a1d38.pdf>

15. Soil respiration in beech and spruce forest in Europe: trends, controlling factors, annual budgets and implications for the ecosystem carbon balance / G. Matteucci et al. *Carbon and nitrogen cycling in European forest ecosystems*. Springer Verlag, Berlin, Germany, 2000. P. 217–236. DOI: 10.1007/978-3-642-57219-7_10.

16. Демиденко О.В. Порівняльна ефективність короткоротаційних сівозмін за секвестраційною здатністю та агроенергетичною продуктивністю. *Вісник аграрної науки*. 2022. № 8 (833). DOI: 10.31073/agroviznyk202208-02

17. Wilson L., New S., Daron J., Golding N. *Climate Change Impacts for Ukraine*. Met Office, 2021. 34 p. URL: [https://www.metoffice.gov.uk/](https://www.metoffice.gov.uk/binary/content/assets/metofficegovuk/pdf/services/government/met-office_climate-change-impacts-for-ukraine_report_08dec2021_english.pdf)

[binary/content/assets/metofficegovuk/pdf/services/government/met-office_climate-change-impacts-for-ukraine_report_08dec2021_english.pdf](https://www.metoffice.gov.uk/binary/content/assets/metofficegovuk/pdf/services/government/met-office_climate-change-impacts-for-ukraine_report_08dec2021_english.pdf)

18. CO₂ emission and short-term soil pore class distribution after tillage operations / Bruna de Oliveira Silva et al. *Soil and Tillage Research*. 2019. 186. P. 224–232. DOI: 10.1016/j.still.2018.10.019

19. Обґрунтування підходів і стратегічних напрямів щодо секвестрації й збільшення органічного вуглецю в ґрунтах зони Полісся / С.М. Рижук та ін. *Вісник аграрної науки*. 2022. № 5 (830). С. 20–32. DOI: 10.31073/agroviznyk202205-04.

20. Польовий В.М., Ященко Л.А., Ровна Г.Ф., Гук Б.В. Інтенсивність емісії CO₂ з дерново-підзолитого ґрунту за різних доз меліорантів і удобрення ріпаку озимого у Західному Поліссі. *Збірник наукових праць «Агробіологія»*, 2022. № 1. С. 36–42. DOI: 10.33245/2310-9270-2022-171-1-36-42

21. Potential benefits of liming to acid soils on climate change mitigation and food security / Y. Wang et al. *Global Change Biology*. 2021. 27(12). P. 2807–2821. DOI: 10.1111/gcb.15607

REFERENCES

1. Butrym, O.V. (2018). Formuvannia finansovo-ekonomichnoho instrumentu vnutrishnoho vuhleysevoho rynku u sektori zemlekorystyvvannia Ukrainy [Formation of the financial and economic instrument of the internal carbon market in the sector of land use of Ukraine]. *Agrosvit*, no. 4, pp. 47–52. Available at: <http://www.agrosvit.info/?n=4&y=2018>

2. Gerke, J. (2022). The Central Role of Soil Organic Matter in Soil Fertility and Carbon Storage. *Soil Systems*. Vol. 6(2), 33 p. DOI: 10.3390/soilsystems6020033

3. Ulko, E.M. (2022). Metodolohichni jsnovy staloho upravlinnia gryntovymy (zemelnymy) recursamy v umovah hlobalnyh zmin klimaty. Hlobalizatsia ta rozvytok innovatsiynyh system: tendentsii, vyklyky, perspektivy: materily I Mizhnarod. nauk.-practyk. konfer. [Methodological Foundations of Sustainable Management of Soil (Land) Resources in the Context of Global Climate Change. Globalization and Development of Innovation Systems: Trends, Challenges, Prospects: materials of the I International. Scientific and Practical Conf.]. Kharkiv, pp. 472–474.

4. Halytska, M.A., Pysarenko, P.V., Kulyk, M.A. (2018). Humifikatsiyno-mineralizatsiyni protsesy yak pokaznyk nakopychennya karbonu v obgruntakh [Humification-Mineralization Processes as an Indicator of Carbon Accumulation in Soils]. *Tavriyskyy naukovyy visnyk. Silskohospodarski nauky [Tavria Scientific Bulletin. Agricultural Sciences]*. Issue 102, pp. 130–136. Available at: <https://dspace.ksaeu.kherson.ua/handle/123456789/2470?show=full>

5. Tkachuk, V.P., Trofymenko, P.I. (2020). Vmist humusu za riznoho vykorystannya dernovo-pidzolysoho supishchanoho obgruntuvannya ta obsyahu emisiynykh vtrat CO₂ [Humus content under different use of sod-podzolic sandy loam soil and volumes of CO₂ emission losses]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrayiny [Scientific reports of the National University of Life*

and Environmental Sciences of Ukraine]. no. 2 (84). DOI: 10.31548/dopovidi2020.02.

6. Trofymenko, P. (2024). Dyferentsiatsiya profilnoho rozpodilu CO₂ gruntovoho povitrya ta otsinka stiykosti systemy «grunt – atmosfera» do abiotychnykh vplyviv [Differentiation of the profile distribution of CO₂ of the soil air and assessment of the stability of the "soil – atmosphere" system to abiotic influences]. International Science Journal of Engineering & Agriculture. Vol. 3(1), pp. 61–74. DOI: 10.46299/j.is-jea.20240301.07

7. Trofymenko, P.I., Trofymenko, N.V., Veremeienko, S.I., Borisov, F.I. (2019). Metodolohiya vyznachen-nya intensyvnosti dykhan-nya gruntiv ta emisiiy vtraty vuhletsyu ahrolandshaftamy Livoberezhnoho Polissya naprykintsi periodu vehetatsiyi roslyn [Metodologiya vyznachennia intensosti respiration soiliv ta emission loss of carbon by agrolandscapes of Livoberezhnoho Polissia at the end of the vegetation period of plants]. Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrramnoho univer-sytetu [Bulletin of Lviv National Agrarian University]. Vol. 3, pp. 238–243.

8. Li, M., Peng, J., Lu, Z., Zhu, P. (2023). Research progress on carbon sources and sinks of farmland ecosystems. Resources, Environment and Sustainability. no 11, 100099. DOI: 10.1016/j.resenv.2022.100099

9. Khumarov, O.A. (2016). Formuvannya instytut-synoho zabezpechennia rozpodilu kvot parnykovykh haziv [Institutional support for the distribution of green-house gas quotas]. Zb. nauk. prats Ekonomichni innovat-siyi Instytut problem rynku ta ekonomiko-ekolohichnykh doslidzhen NAN Ukrayiny [Coll. Sci. Works Economic Innovations Institute of Market Problems and Economic and Environmental Research of the National Academy of Sciences of Ukraine]. Odesa, Issue 61, pp. 358–367. Available at: <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/79164/41-Khumarov.pdf?sequence=1>

10. Demidenko, O., Shapoval, O., Velychko, V., Boyko, P. (2015). Koloobih orhanichnoho vuhletsyu v ahrotsenozakh riznorotatsiynykh sivozmin [Organic carbon cycle in agrocenoses of multirotational crop rotations]. Visnyk ahrramnoyi nauky [Bulletin of Agrarian Science]. Vol. 93, no. 3, pp. 56–62. DOI: 10.31073/agrovisnyk201503-11

11. Khumarov, O.A. (2015). Teoretychni osnovy formuvannia vintrinnoho carbonnoho rynku v Ukrainy [Theoretical foundations of the formation of the internal carbon market in Ukraine]. Social'no-ekonomichni problemy suchasnogo periodu Ukrai'ny [Socio-economic problems of the modern period of Ukraine]. Issue. 1, pp. 86–91. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/sepspu_2015_1_18.

12. Yang, Y., Tilman, D. (2020). Soil and root carbon storage is key to climate benefits of bioenergy crops. Biofuel Research Journal. Vol. 7(2), pp. 1143–1148. DOI: 10.18331/BRJ2020.7.2.2

13. Trofymenko, P.I., Ivanik, O.M., Trofymenko, N.V. (2020). Metodolohiya monitorynhu SO₂ v systemi «grunt-atmosfera-roslyna» ta dobovyi biolo-hichnyy koloobih vuhletsyu gruntiv ahrolandshaftiv Polissya Ukrayiny [Methodology for monitoring CO₂ in the system "soil-atmosphere-plant" and daily bio-

logical carbon cycle of soils of agricultural landscapes of Ukraine]. Tavriyskyy naukovyy visnyk [Tavria Scientific Bulletin]. no. 110, Part 2, pp. 231–244. DOI 10.32851/2226-0099.2019.110-2.30

14. Muñoz, C., Paulino, L., Monreal, C., Zagal, E. (2010). Greenhouse gas (CO₂ and N₂O) emissions from soils: a review. Chilean journal of agricultural research. no 70(3), pp. 485–497. Available at: <https://pdfs.semanticscholar.org/a338/b0c47b6bf21b29b39b-24833b384ace7a1d38.pdf>

15. Matteucci, G., Dore, S., Stivanello, S., Rebmann, C., Buchmann, N. (2000). Soil respiration in beech and spruce forest in Europe: trends, controlling factors, annual budgets and implications for the ecosystem carbon balance. Carbon and nitrogen cycling in European forest ecosystems. Springer Verlag, Berlin, Germany. pp. 217–236. DOI: 10.1007/978-3-642-57219-7_10.

16. Demydenko, O.V. (2022). Porivnyalna efektyvnist korotkorotatsiynykh sivozmin za sekvestratsiynoyu zdatnistyu ta ahroenerhetychnoyu produktyvnistyu [Comparative efficiency of short-rotation crop rotations in terms of sequestration ability and agroenergetic productivity]. Visnyk ahrramnoyi nauky [Bulletin of Agrarian Science]. no. 8 (833). DOI: 10.31073/agrovisnyk202208-02

17. Wilson, L., New, S., Daron, J., Golding, N. (2021). Climate Change Impacts for Ukraine. Met Office, 34 p. Available at: https://www.metoffice.gov.uk/binaries/content/assets/metofficegovuk/pdf/services/government/met-office_climate-change-impacts-for-ukraine_report_08dec2021_english.pdf

18. Bruna de Oliveira, Silva, Mara Regina, Moitinho, Gustavo André de Araújo, Santos, Daniel De Borto, i Teixeira, Caro ina, Fernandes, Newton a Sca, a Jr. (2019). Soil CO₂ emission and short-term soil pore class distribution after tillage operations. Soil and Tillage Research. Vol. 186, pp. 224–232. DOI: 10.1016/j.still.2018.10.019

19. Ryzhuk, S.M., Kochyk, H.M., Melnychuk, A.O., Kucher, G.A., Savchuk, O.I. (2022). Obgruntuvannya pidkhodiv i stratchichnykh napryamiv shchodo sekvestratsiyi y zbilshennia orhanichnoho vuhletsyu v gruntakh zony Polissia [Substantiation of approaches and strategic directions for sequestration and increase of organic carbon in soils of the Polissia zone]. Visnyk ahrramnoyi nauky [Bulletin of Agrarian Science]. no. 5 (830), pp. 20–32. DOI: 10.31073/agrovisnyk202205-04.

20. Polovyi, V.M., Yashchenko, L.A., Rovna, G.F., Huk, B.V. (2022). Intensyvnist emisiiy CO₂ z derno-vo-pidzolyistoho gruntu za riznykh doz meliorantiv i udobrennia ripaku ozymoho u Zakhidnomu Polissia [Intensity of CO₂ emission from sod-podzolic soil at different doses of ameliorants and fertilization of winter rapeseed in Western Polissia]. Zbirnyk naukovykh prats «Ahrobiolohiya» [Collection of scientific papers "Agrobiology"]. no. 1, pp. 36–42. DOI: 10.33245/2310-9270-2022-171-1-36-42

21. Wang, Y., Yao, Z., Zhan, Y., Zheng, X., Zhou, M., Yan, G., Wang, L., Werner, C., Butterbach Bahl, K. (2021). Potential benefits of liming to acid soils on

climate change mitigation and food security. *Global Change Biology*. Vol. 27(12), pp. 2807–2821. DOI: 10.1111/gcb.15607

Monitoring of CO₂ emission fluxes and organic C balance in limed sod-podzolic soil in winter rapeseed field

Polovyi V., Yashchenko L., Rovna G., Huk B.

Management of carbon sequestration processes is one of the main issues in overcoming soil organic matter degradation in the Polissya zone, especially taking into account climate changes. There is a need to research and develop measures to reduce unproductive losses of CO₂ from the soil, which will contribute to the stabilization of the organic carbon content in the soil under intensive agriculture.

The goal of the research was to establish the peculiarities of CO₂ emission fluxes formation and the balance of organic carbon in sod-podzolic soil on average over the cultivation years of winter rapeseed in short crop rotation at different doses of ameliorants and fertilizers. Research methods: field experiment, laboratory, computational and statistical analysis. According to the research results it was found that during

the spring- summer period of cultivation of winter rapeseed cultivation in crop rotation the highest unproductive losses of CO₂ from the soil can be traced in the variant without fertilizers. Significant reductions in the average daily emission fluxes of CO₂ from the soil and unproductive losses of carbon dioxide were noted with the application of 1.5 doses of CaMg(CO₃)₂ against the background of N₁₂₀P₉₀K₁₂₀ to 218.5 kg/ha and 3.64 kg/ha/h, respectively. Improvement of growing conditions in this variant contributes to increased accumulation of CO₂ 22% in the biomass of winter rapeseed and, accordingly, an increase in the share of crop residues when they are plowed into the soil to 62.8% of the total carbon dioxide emissions into the atmosphere. Taking into account the share of fertilizers and dolomite flour, the share of humus mineralization decreased to 22.6%. It was found that the application of 1.5 doses of CaMg(-CO₃)₂ against the background of the recommended dose of fertilizer with the incorporation of by-products into the soil stabilizes the organic carbon balance at the level of 0.05 t/ha.

Key words: winter rapeseed, CO₂ emissions, chemical reclamation, fertilization, organic carbon balance.



Copyright: Польовий В.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:

Польовий В.М.

Ященко Л.А.

Ровна Г.Ф.

Гук Б.В.

<https://orcid.org/0000-0002-3133-9803>






<https://orcid.org/0000-0003-1407-0133>

<https://orcid.org/0000-0002-7599-5650>

<https://orcid.org/0000-0002-8666-2667>

УДК 638.661,5

Фізична будова та структура чорнозему типового за різних систем основного обробітку і удобрення агрофітоценозів польової сівозміни

Примак І.Д. , Панченко О.Б., Єзерковська Л.В. , Караульна В.М. ,
Войтовик М.В., Ображій С.В. , Присяжнюк Н.М., Качан Л.М. 

Білоцерківський національний аграрний університет



Примак І.Д., Панченко О.Б., Єзерковська Л.В., Караульна В.М., Войтовик М.В., Ображій С.В., Присяжнюк Н.М., Качан Л.М. Фізична будова та структура чорнозему типового за різних систем основного обробітку і удобрення агрофітоценозів польової сівозміни. «Агробіологія», 2024. № 1. С. 140–152.

Primak I., Panchenko O., Ezerkovska L., Karaulna V., Voytovik M., Obrazhiy S., Prysiazhnyuk N., Kachan L. Physical construction and typical black soil structure under different systems of main cultivation and fertilization of agrophytocenoses of field crop rotation. «Agrobiology», 2024. no. 1, pp. 140–152.

Рукопис отримано: 03.04.2024 р.

Прийнято: 18.04.2024 р.

Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-140-152

Чотирирічними (2019–2022 рр.) дослідженнями на дослідному полі Білоцерківського НАУ встановлено, що щільність будови орного шару чорнозему типового істотно підвищується за чизельно-дискового і дискового обробітків, проте не перевищує критичного значення – 1,30 г/см³. Системи удобрення істотно не впливали на зміну цього показника.

Об'ємна маса верхньої частини (0–10 см) орного шару істотно зростає лише за безполицево-дискового обробітку на дату сівби культур сівозміни. Щільність будови середньої (10–20 см) і нижньої (20–30 см) частин орного шару істотно підвищувалася за безполицево-дискового і особливо дискового обробітків.

За чизельно-дискового обробітку на дату збирання урожаю, а за дискового – у всі строки спостережень цей показник у нижній частині орного шару перевищив критичне значення.

Загальна пористість орного шару за чизельно-дискового і дискового обробітків істотно, а за диференційованого – неістотно знижується, проте не перевищує критичний рівень – 50 %.

Зміни величини загальної пористості верхньої частини орного шару по варіантах обробітку неістотні. У середній і нижній частинах орного шару цей показник зменшується за безполицево-дискового і дискового обробітків істотно, а за диференційованого – неістотно.

Об'єм капілярних пор в орному шарі на дату сівби за всіх варіантів обробітку знаходиться практично на одному рівні, а на дату збирання істотно вищий за безполицево-дискового і дискового обробітків.

На дату збирання культур капілярна пористість верхньої частини орного шару істотно зменшувалася за диференційованого обробітку, а середньої і нижньої частини – істотно зростала за безполицево-дискового і дискового обробітків.

Некапілярна пористість орного шару істотно нижча за чизельно-дискового і дискового обробітків. У верхній частині орного шару цей показник істотно нижчий на дату сівби за безполицево-дискового, а збирання – ще й за дискового обробітків. У середній і нижній частинах він істотно нижчий на дату сівби за безполицево-дискового і дискового, а збирання – ще й за диференційованого обробітків.

Оструктуреність орного шару практично на одному рівні по варіантах обробітку. За безполицево-дискового і дискового обробітків спостерігається добре виражена гетерогенність цього шару за вмістом водотривких агрегатів у різних його частинах. Добрива істотно поліпшували цей показник.

Продуктивність сівозміни практично на одному рівні за полицево-дискового і диференційованого та істотно нижча за безполицево-дискового і дискового обробітків.

Ключові слова: чорнозем типовий, добрива, сівозміна, обробіток, будова, структура, пористість, продуктивність.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Основними причинами, що обумовлюють необхідність систематичних досліджень фізичних показників родючості ґрунтів, є широкий розмах агрофізичної деградації, яка спостерігається на сьогодні в Україні (грудкувата рілля навіть за обробітку її у стані фізичної спільності, застій води у «блюдцях» – мікропониженнях – після випадання атмосферних зливових опадів, неякісна заробка насіння під час сівби на поворотних смугах полів, локалізація кореневих систем у приповерхневих шарах ґрунту, ерозія, дефляція тощо), і підтримання агрофізичних властивостей ґрунтів у сприятливому інтервалі значень з метою отримання запланованої віддачі від добрив і меліорацій [1–3].

Поряд із наявними типами деградацій (знеструктурування, переущільнення, погіршення водо-, повітро- і коренепроникності, будови) формуються нові, зокрема, часті прояви посух, кіркоутворення, зменшення глибини кореневмісного шару ґрунту, звуження діапазону активної вологи внаслідок зростання рівноважної об'ємної маси ґрунту, погіршення технологічних параметрів орного шару внаслідок зменшення періоду перебування ґрунту в стані фізичної спільності та інші, які істотно знижують продуктивні та екологічно-виробничі функції ґрунтового покриття [3, 4].

Вперше у вітчизняному рільництві О.О. Ізмаїльський експериментально довів вирішальне значення водотривкої структури в регулюванні водного режиму чорнозему і підвищенні урожайності польових культур. Він вказав на нерозривний зв'язок протидефляційної стійкості і оструктуреності ґрунту. А причину посухи 1891–1892 рр. він вбачав не в кількості атмосферних опадів, а в знеструктуреності чорнозему, застерігаючи про можливість перетворення вітчизняних степів у безплідну пустелю за інтенсивного антропогенного впливу на земельні ресурси [5].

Подальші дослідження корифеїв вітчизняного рільництва О.Н. Соколовського і К.К. Гедрейца вказують на вирішальне значення структурного стану в забезпеченні оптимальної будови ґрунту [6, 7], зокрема, щільності складення і пористості, від яких істотно залежать всі режими ґрунту (водний, повітряний, поживний, тепловий), ефективність добрив, меліорантів, пестицидів тощо.

Слід зазначити, що структуру і родючість ґрунту не можна ототожнювати, хоча між ними існує пряма залежність. Абсолютизація В.Р. Вільямсом водотривкої агрономічно корисної структури ґрунту разом із заходами її досягнення – культурною оранкою і травопільною

системою землеробства – була трагічною. Не будучи безпосереднім винуватцем сталінських репресій, він підтримав «вогнище інквізиції», називаючи своїх опонентів ворогами соціалістичної агрономії, нової радянської науки. Один з таких опонентів – академік М.М. Тулайков – загинув у 1938 р. в результаті репресій, а його праця «Рецензія на книгу В.Р. Вільямса «Ґрунтознавство, загальне землеробство з основами ґрунтознавства» вийшла у світ лише в 1963 році. Проте висновок В.Р. Вільямса, що лише на структурних ґрунтах створюються гармонійні взаємовідносини між водою і повітрям; підтримується біологічна діяльність; забезпечуються обмінні процеси, безперешкодне освоєння ґрунтового середовища і проникнення коріння у глибокі зволожені шари; оптимальні параметри будови ґрунту; найкращі умови живлення культур та менші енергетичні затрати на обробіток залишається актуальним і на сьогодні [8].

Науковці ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського» вважають недеградованим ґрунт з вмістом повітряно-сухих агрегатів розміром 0,25–10 мм понад 70 %, водотривких розміром більше 0,25 мм понад 45 % за рівноважної щільності будови як важких, так і легких за гранулометричним складом ґрунтів менше 1,3 г/см³ [9]. За твердженням інших вітчизняних дослідників, рілля вважається деградованою за вмісту в орному шарі менше 50 % агрономічно цінних повітряно-сухих агрегатів. Площа схильних до фізичної деградації орних земель в Україні становить 4,3 млн га [10].

Видатний вітчизняний агрофізик В.В. Медведєв (1939–2021) вважав моніторинг, охорону і відтворення структури ґрунту основою сталого землекористування. Він неодноразово стверджував, що всі староорні ґрунти внаслідок незрівноваженого балансу речовин і енергії, порівняно з природними аналогами, деградовані. Тому, «існуюча генерація людей» має виключити з ужитку всі елементи технологій, що шкодять ґрунту і спричиняють його деградацію. Це найголовніша умова стійкості ґрунту, зокрема, його параметрів, режимів, сприятливих екологічних, виробничих і соціально-економічних функцій. Всесвітньо відомий ґрунтознавець констатує, що ідея сталого землеробства і стійкого ґрунту буде визначальною в 21 ст. Стійке землекористування – якісно новий етап еволюції аграрної сфери. Його основою має бути, насамперед, збереження і поліпшення структурного стану ґрунтів за проведення науково обґрунтованих технологічних, технічних і організаційних заходів, які висвітлені в монографії вченого [9].

Структурний стан верхньої частини (0–10 см) орного шару ґрунту під впливом механічного обробітку, опадів і повітря закономірно погіршується, на що вказували не лише В.Р. Вільямс та його однодумці [8], а також відомі вітчизняні дослідники 21 ст. [11, 12]. Останні рекомендують в сівозмінах періодичну культурну оранку за коефіцієнта оструктуреності ґрунту, визначеного методом Саввінова (сухе просіювання), менше 0,67. На їх переконання, лише плуг з передплужниками або двоярусний здатні забезпечувати гетерогенність оброблюваного шару ґрунту, тобто взаємне переміщення без перемішування верхнього знеструктуреного і нижнього оструктуреного шарів. Швидкість оранки плугами з культурними полицями – 7,9 км/год і більше, з напівгвинтовими менше вказаної величини.

Для добре оструктуреного і гумусованого чорнозему типового максимально можливою і найбільш поширеною межею рівноважної щільності будови оброблюваного шару є 1,25 г/см³. Залежно від рівня зволоження, умов зимового періоду і стану поверхні поля щільність складення перед обробітком фізично спілого ґрунту може бути нижчою зазначеної величини весною і завжди майже рівна їй – восени. Тоді ґрунтово-технологічні властивості його, зокрема, опір, зчіплення, липкість тощо близькі до оптимальних [13].

Різниця в оптимальних значеннях щільності складення ґрунту для різних сільськогосподарських рослин коливається в межах 0,10–0,25 г/см³, що визнається науковцями істотною величиною. Цей показник найбільше впливає у перші дні після сівби на проростання насіння культур і формування коріння першого та другого порядків. У міру розвитку кореневих систем вплив об'ємної маси зменшується, проте залишається істотним аж до збирання урожаю. Зернові культури позитивно реагують на диференціацію щільності будови по вертикалі кореневмісного шару, просапні – негативно [13].

ґрунт, як і будь-яка дисперсна система, прагне до мінімуму вільної енергії, тобто самоущільнюється. Період релаксації і рівноважна щільність будови є квазіпостійними величинами, що синхронізуються з ґрунтовими, погодними і агротехнічними умовами. Чим легший ґрунт за гранулометричним складом, тим гірше виражені процеси агрегації, тим вища щільність укладення елементарних частинок і менші пористість (загальна і особливо міжагрегатна) та енергетичні затрати на розпушення його за невеликої агрономічної цінності. Чим більший вміст у ґрунті тонкодисперсних органічних і мінеральних части-

нок, тим інтенсивніші процеси агрегації, вищі пористість і агрономічна цінність ґрунту, який уже за незначного зволоження стає реологічно активним тілом, оптимізувати властивості якого достатньо важко і можливо лише за обробітку в стані фізичної спілості. Чим вища загальна пористість ґрунту, тим нижчий потенціал його міцності і тим менш інтенсивним має бути розпушення його [14].

Загальний об'єм і співвідношення між агрегатних та внутрішньоагрегатних пор є важливими діагностичними ознаками вибору способу, заходу, глибини і засобу механічного обробітку ґрунту [5]. За величини загальної пористості весною близької до оптимальної та співвідношення об'ємів між- і внутрішньоагрегатних пор близько одиниці механічний обробіток доцільний лише за необхідності знищення бур'янів. За величини загальної пористості менше оптимальної і співвідношення об'ємів пор менше одиниці обробіток ґрунту має бути максимально ощадливим (мінімальним) і не перевищувати сил зчіплення агрегатів агрономічно корисного розміру [3].

Помірне переущільнення ґрунту допускається за умови, коли воно не перевищує здатності ґрунту до саморозпушення. Зокрема, ущільнений до 1,30–1,35 г/см³ чорнозем середнього гранулометричного складу (суглинковий) здатний достатньо швидко (після декількох циклів зволоження і висушування) розущільнюватися до рівноважної об'ємної маси (орієнтовно до 1,15 г/см³). Проте за ущільнення до 1,40–1,45 г/см³ цей процес триває декілька років, оскільки в переущільнений ґрунт важко і досить повільно проникають волога і коріння рослин, в ньому низька біологічна і ферментативна активність [3, 14].

У стаціонарних дослідях Харківського НАУ не зафіксовано істотних змін щільності будови орного шару чорнозему типового глибокого малогумусного за полицевої різноглибинної, безполицевої і диференційованої систем основного обробітку ґрунту в сівозмінах. Систематичний мінімальний і нульовий обробітки ґрунту впродовж восьми років істотно підвищили цей показник (на 0,07 г/см³) порівняно з оранкою. Постійний безполицевий обробіток, а також періодична оранка на тлі дискового мінімального основного обробітку в сівозміні забезпечили підвищення вмісту в орному шарі повітряно-сухих агрономічно цінних і водотривких агрегатів на 3–4 %, порівняно з оранкою. За багаторічного мінімального обробітку цей показник у верхньому (0–10 см) і орному (0–30 см) шарах чорнозему типового збільшився відповідно на 6,5 і 9,4 %; за нульового

обробітку він перевищив контроль (оранку) на 11–12 %. Рекомендується глибока (не менше 25–27 см) періодична (один раз у три–чотири роки) оранка під просапні культури, насамперед буряки цукрові [16, 17].

У стаціонарній типовій польовій зерно-просапній сівозміні дослідного поля НУБіП України найбільший вміст агрономічно цінних агрегатів в орному шарі чорнозему типового малогумусного середньосуглинкового зафіксовано за полицево-безполицевої і безполицевої систем основного обробітку. В орному шарі водотривкість ґрунтової структури практично на одному рівні за диференційованого, плоскорізного і полицево-безполицевого обробітків – відповідно 51, 52 і 51 %, а за поверхневого (дискового) – 56 %. Полицево-безполицевий обробіток істотно підвищував цей показник у верхньому шарі ґрунту. За безполицевого обробітку загальна пористість зменшується на 1,8–2,2 %. Рекомендується полицево-безполицевий обробіток, за якого оранку проводять в двох полях сівозміни (один раз у 4–5 років ротаційного періоду) під буряки цукрові, а під решту культур – плоскорізне розпушування та дискування [8].

У стаціонарній польовій десятипільній сівозміні Навчально-науково-інноваційного центру агротехнологій ТОВ «Агрофірма Колос» с. Пустоварівка Сквирського (на сьогодні Білоцерківського) району Київської області найбільше агрономічно корисних повітряно-сухих агрегатів в орному шарі (71,3 %) зафіксовано за полицево-безполицевого обробітку чорнозему типового глибокого, який і рекомендований виробництву та включає проведення впродовж ротаційного періоду двох глибоких оранок під соняшник і буряки цукрові, а під решту культур – дискування та чизелювання. За всіх досліджуваних систем основного обробітку ґрунту щільність будови його не перевищувала оптимальних значень – 1,0–1,3 г/см³ [19].

Мінімізація основного обробітку чорнозему типового малогумусного Лівобережного Лісостепу України поліпшувала структуру і будову ґрунту в довготривалих стаціонарних дослідках Черкаської державної сільськогосподарської дослідної станції. Вчені зазначають, що це відбувається в результаті підвищення об'єму агрегатних пор та вмісту повітряно-сухих агрегатів діаметром 2–5 мм, а також водотривких розміром 0,5–3 мм відповідно на 15–18 і 20–25 % в шарі ґрунту 0–40 см [20].

Кращі агрофізичні показники родючості (структурний стан, щільність складення, твердість, пористість, водопроникність) чорнозему

типового малогумусного в короткоротаційних польових сівозмінах Сумського НАУ зафіксовані за безполицевого обробітку, порівняно з полицевим [21].

На дату сівби сої чорнозем типовий малогумусний мав оптимальні показники щільності будови й пористості за оранки і чизельного розпушення на 20–22 см, дискового на глибину 6–8 і 12–14 см та нульового обробітку. Спостерігалась лише тенденція до їх підвищення за прямої сівби відповідно до 1,32–1,37 г/см³ і 50,1–51,8 % залежно від попередників (пшениця озима, ячмінь ярий, соняшник, кукурудза на зерно, соя) [22].

У стаціонарній кормовій плодозмінній п'ятипільній сівозміні найвища оструктуреність орного шару чорнозему типового глибокого малогумусного спостерігалася по тривалому мілкому обробітку, що передбачає глибоку (на 30–32 см) оранку лише під кормові буряки, а під решту культур – обробіток полицевим лущильником і дисковою бороною на 10–12 см. Він і рекомендований виробництву. Безполицевий обробіток погіршує структурний стан і будову орного шару. Капілярна пористість його на 4,0–4,2 % нижча за безполицевого і диференційованого обробітків у сівозміні, порівняно з полицевим [23]. До аналогічних висновків дійшли за дослідження систем основного обробітку в польовій п'ятипільній спеціалізованій (зерновій) сівозміні, для якої рекомендовано проводити глибоку оранку лише під кукурудзу на зерно, а під решту культур обробіток дисковою бороною на 10–12 см [24].

У тридцятипятирічних стаціонарних польових дослідках Кіровоградського інституту агропромислового виробництва агрофізичні показники родючості (щільність складення, пористість і структурний стан) чорнозему звичайного середньогумусного важкосуглинкового істотно не змінюються за різних систем основного обробітку в польових сівозмінах Правобережного Степу України. У системі традиційного рільництва щільність будови ґрунту в посушливі роки за обробітку нульового в шарі 0–40, дискового – 10–40 см перевищувала критичне значення – 1,30 г/см³, досягаючи 1,42–1,43 г/см³, порівняно з оранкою. У системі альтернативного рільництва внаслідок відсутності в сівозмінах систематичного мілкого та нульового обробітків цей показник ніколи не досягав критичної величини [25].

В Україні придатні для мінімізації обробітку 13 млн га ріллі, а для прямої сівби – 5,5 млн га [13, 14, 26]. Більшість вітчизняних науковців пропонують у сівозмінах оранку

впродовж ротації проводити один раз у три-п'ять років, здебільшого, під просапні або чистий пар, особливо за внесення в цих полях органічних добрив. У період між оранками пропонують безполицевий (плоскорізний, чизельний тощо) або дисковий різноглибинний чи полицевий мілкий або поверхневий обробітки залежно від біологічних особливостей культур, ґрунтово-кліматичних умов, знарядь обробітку тощо. В окремих випадках, особливо за добро-го фітосанітарного і структурного стану ґрунту, допускається і пряма сівба [2, 4, 8, 15, 17, 19, 27].

Основною перешкодою широкого впровадження поверхневого і нульового обробітків ґрунту в Україні є істотне погіршення фітосанітарного стану [28, 29], зокрема зростання забур'яненості агрофітоценозів [30–32].

Мета дослідження – вивчити вплив різних систем основного обробітку чорнозему типового і удобрення агрофітоценозів на зміну фізичної будови (щільності складення, пористості), структурного стану орного шару (0–30 см) і продуктивності польової спеціалізованої (зернової) сівозміни в Правобережному Лісо-степу України.

Матеріал і методи дослідження. Експериментальну роботу виконано на чорноземі типовому глибокому середньосуглинковому малогумусному дослідного поля Білоцерківського НАУ в стаціонарній п'ятипільній сівозміні зі стовідсотковим насиченням зерновими культурами. Вивчали чотири системи основного обробітку ґрунту (табл. 1) і чотири системи удобрення агрофітоценозів сівозмі-

ни (табл. 2): за нульової системи не передбачалось внесення ґною і мінеральних добрив, першої – на гектар ріллі 6 т ґною + $N_{64}P_{54}K_{58}$, другої – 6 т ґною + $N_{98}P_{66}K_{92}$, третьої – 6 т ґною + $N_{126}P_{82}K_{116}$.

Повторність дослідів – триразова. Розміщення на площі: варіантів і повторень – послідовне, систематичне; систем обробітку ґрунту – в один ярус, а удобрення – у чотири яруси. Кожна елементарна ділянка має посівну площу 171 м², облікову – 112 м². Без захисних смуг площа кожного поля становить 7835,6 м². Загалом площа під сівозміною – 3,7 га. Вона повністю розгорнута в просторі й часі. У роботі висвітлені результати досліджень за 2019–2022 рр.

Визначали будову орного шару методом Н.А. Качинського, а вміст водотривких агрегатів у ґрунті – методом І.М. Бакшеева [33].

Результати досліджень та їх обговорення.

Щільність складення орного шару на дату сівби і збирання культур сівозміни становила відповідно 1,13 і 1,19 г/см³ на неудобрених та 1,11 і 1,18 г/см³ – удобрених найвищою нормою ділянок за полицево-дискового обробітку; 1,21 і 1,26 та 1,19 і 1,24 – безполицево-дискового; 1,18 і 1,23 та 1,14 і 1,22 – диференційованого; 1,22 і 1,27 та 1,20 і 1,25 г/см³ – за дискового обробітку і НІР_{0,05} 0,08 і 0,06 г/см³. Отже, цей показник істотно зростає за другого і четвертого варіантів обробітку, проте не перевищує критичного значення. З підвищенням норм добрив спостерігається лише тенденція до його зниження (табл. 3).

Таблиця 1 – Системи основного обробітку чорнозему типового у сівозміні

№ поля	Культура сівозміни	Варіанти основного обробітку ґрунту			
		I	II	III	IV
		Полицево-дисковий (контроль)	Чизельно- (безполицево)-дисковий	Диференційований (полицево-чизельно-дисковий)	Дисковий (мілкий)
Глибина (см) і засоби проведення основного обробітку ґрунту *					
1	Горох	18–20 (п.)	18–20 (г.)	18–20 (г.)	10–12 (д.б.)
2	Пшениця озима	8–10 (д.б.)	8–10 (д.б.)	8–10 (д.б.)	8–10 (д.б.)
	Гірчиця біла на сидерат	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	Гречка	10–12 (д.б.)	10–12 (г.)	10–12 (г.)	10–12 (д.б.)
5	Пшениця озима	6–8 (д.б.)	6–8 (д.б.)	6–8 (д.б.)	6–8 (д.б.)
	Гірчиця біла на сидерат	10–12 (д.б.)	10–12 (д.б.)	10–12 (д.б.)	10–12 (д.б.)

Примітка: п. – плуг ПЛН-3-35; д.б. – дискова борона БДВ – 3,0; г. – глибокорозпушувач (чизель) ГР – 3,4.

Таблиця 2 – Системи удобрення під культури першої сівозміни

№ поля	Культура сівозміни	Рівень удобрення	Гній, т/га	Мінеральні добрива, кг/га д.р.												
				всього			основне удобрення		під передпосівну культувацію	рядкове удобрення			підживлення (2–3 рази)			
				n	P	K	P	K		N	N	P		K	N	
1	Горох	0														
		1		30						30						
		2		30	30	30	30	30	30	30						
		3		30	30	50	30	50	30							
2	Пшениця озима	0														
		1		60	60	60	60	60							60	
		2		90	60	90	60	90							90	
		3		120	60	90	60	90							120	
	Гірчиця біла на сидерат	0														
		1		30	30	30	30	30	30							
		2		60	30	60	30	60	60							
		3		80	60	80	60	80	80							
3	Кукурудза	0														
		1	30	60	60	60	50	50	50	10	10	10				
		2	30	90	90	90	75	75	75	15	15	15				
		3	30	110	110	110	90	90	90	20	20	20				
4	Гречка	0														
		1		30	30	30	30	30	30							
		2		50	30	50	30	50	50							
		3		70	30	70	30	70	70							
5	Пшениця озима	0														
		1		80	60	80	60	80							80	
		2		110	60	80	60	80							110	
		3		140	60	100	60	100							140	
	Гірчиця біла на сидерат	0														
		1		30	30	30	30	30	30							
		2		60	30	60	30	60	60							
		3		80	60	80	60	80	80							

Об'ємна маса верхньої частини (0–10 см) орного шару ґрунту істотно зростала (на 0,06–0,07 г/см³) лише на ділянках чизельно-дискового обробітку на дату сівби сільськогосподарських рослин. На решті ділянок відхилення не перевищують НІР_{0,05}. За безполицево-дискового обробітку на дату збирання урожаю, а також диференційованого у всі строки визначення щільність будови на 0,03–0,04 г/см³ вища, ніж на контролі.

Щільність будови середньої частини (10–20 см) орного шару чорнозему типового на дату сівби і збирання культурних рослин вища відповідно на 0,08–0,09 і 0,07 г/см³ за безпо-

лицево-дискового обробітку, 0,03–0,04 і 0,04 – диференційованого, 0,10–0,11 і 0,09–0,10 г/см³ за дискового, ніж полицево-дискового, обробітку за НІР_{0,05} 0,08 і 0,07 г/см³. Цей показник будови ґрунту знаходився в межах оптимальних значень.

У нижній частині (20–30 см) орного шару об'ємна маса істотно вища за безполицево-дискового (на 0,07–0,09 г/см³) і дискового (на 0,10–0,14 г/см³) обробітків, ніж на контролі.

Доречно зазначити, що цей показник перевищував критичне значення на другому варіанті обробітку лише на дату збирання урожаю, а на четвертому – у всі строки спостережень.

Таблиця 3 – Зміна щільності будови (г/см³), пористості та оструктуреності (%) ґрунту за різних систем обробітку і удобрення

Система обробітку ґрунту	Система удобрення	Щільність будови (d), загальна (V2), капілярна (V3) і некапілярна (V4) пористість та оструктуреність (O) ґрунту	Сівба			Збирання		
			Шар ґрунту, см					
			0–10	10–20	20–30	0–10	10–20	20–30
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Полицево-дисконий (контроль)	0	d	1,08	1,13	1,19	1,13	1,19	1,26
		V2	58,8	56,9	54,6	56,9	54,6	51,9
		V3	34,0	35,6	36,8	34,6	30,5	27,7
		V4	24,8	21,3	17,8	22,3	24,1	24,2
		O	59,6	59,9	60,5	62,0	62,8	63,7
	3	d	1,06	1,11	1,16	1,12	1,17	1,25
		V2	59,5	57,6	55,7	57,3	55,3	52,3
		V3	35,6	35,2	36,4	34,9	30,1	27,5
		V4	23,9	22,4	19,3	22,4	25,2	24,8
		O	66,9	66,4	66,2	69,4	70,8	71,9
Безполлицево-дисконий	0	d	1,15	1,21	1,28	1,17	1,26	1,35
		V2	56,1	53,8	51,1	55,3	51,9	48,5
		V3	34,6	35,1	35,8	34,8	34,2	34,4
		V4	21,5	18,7	15,3	20,5	17,7	14,1
		O	54,6	61,0	63,6	58,7	63,6	66,1
	3	d	1,12	1,20	1,25	1,16	1,24	1,32
		V2	57,3	54,2	52,2	55,6	52,7	49,6
		V3	35,1	34,7	35,5	35,9	34,7	36,1
		V4	22,2	19,5	16,7	19,7	18,0	13,5
		O	61,6	67,8	69,0	66,1	71,8	74,5
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Диференційований	0	d	1,12	1,17	1,24	1,18	1,23	1,29
		V2	57,3	55,3	52,7	55,0	53,1	50,8
		V3	33,7	35,1	35,6	33,0	30,7	28,9
		V4	23,6	20,2	17,1	22,0	22,4	21,9
		O	59,6	60,4	61,1	61,8	63,2	64,4
	3	d	1,09	1,14	1,20	1,16	1,21	1,29
		V2	58,4	56,5	54,2	55,7	53,8	50,8
		V3	34,0	35,0	36,0	32,9	30,5	27,8
		V4	24,4	21,5	18,2	22,8	23,3	23,0
		O	67,3	66,8	67,2	69,5	71,1	72,6
Дисконий	0	d	1,10	1,23	1,32	1,15	1,29	1,38
		V2	58,0	53,1	49,6	56,1	50,7	47,3
		V3	33,8	35,5	37,2	35,5	34,2	36,0
		V4	24,2	17,6	12,4	20,6	16,5	11,3
		O	53,7	60,9	63,2	57,9	63,3	66,2
	3	d	1,08	1,22	1,30	1,13	1,26	1,35
		V2	58,8	53,4	50,4	56,9	51,9	48,5
		V3	35,5	35,0	37,3	36,0	34,5	36,1
		V4	23,3	18,4	13,1	20,9	17,4	12,4
		O	60,7	67,4	69,2	65,0	71,3	74,8
НІР _{0,05}		d	0,05	0,08	0,09	0,06	0,07	0,07
		V2	2,0	2,8	2,6	2,2	2,5	2,6
		V3	1,8	2,0	1,6	1,6	2,4	2,8
		V4	1,4	1,5	1,4	1,3	1,6	1,7
		O	3,4	2,8	2,6	3,1	2,6	2,4

Сумарний об'єм міжагрегатних і внутрішньоагрегатних пор орного шару неудобрених ділянок чорнозему типового на дату сівби і збирання урожаю становив відповідно 56,8 і 54,5 % по полицево-дисковому обробітку, 53,7 і 51,9 – безполицево-дисковому, 55,1 і 53,0 – полицево-чизельно-дисковому, 53,6 і 51,4 % – по дисковому обробітку. За першого, другого, третього і четвертого варіантів обробітку удобрених найвищою нормою ділянок цей показник неістотно підвищився (порівняно з неудобреними) і становив відповідно 57,6; 54,6; 56,4 і 54,2 % на дату сівби та 55,0; 52,6; 53,4 і 52,4 %. $НІР_{0,05}$ для зазначених строків визначення пористості становила відповідно 2,7 і 2,2 %.

Найвищі показники загальної пористості орного шару ґрунту за полицево-дискового обробітку. За безполицево-дискового і дискового вони істотно (відповідно на 2,8 і 3,1 %), а за диференційованого неістотно (на 1,5 %) нижчі ($НІР_{0,05}$ 2,6–3,4 %). Нижче критичного значення (50 %) цей показник не опускався.

Закономірних помітних змін величини загальної пористості верхньої частини орного шару ґрунту по варіантах полицево-дискового і дискового обробітків не спостерігається. Цей показник за полицево-дискового обробітку на дату сівби і збирання відповідно на 2,5 і 1,8 %, а за диференційованого – на 1,3 і 1,8 % нижчий проти контролю за $НІР_{0,05}$ 2,0 і 2,2 %.

У середній частині орного шару чорнозему типового об'єм пор за вказані строки спостережень менший відповідно на 3,3 і 2,7 % по чизельно-дисковому, 1,4 і 1,5 – диференційованому та 4,0 і 3,7 % – по дисковому, ніж полицево-дисковому, обробітку за $НІР_{0,05}$ 2,8 і 2,5 %. У нижній частині простежується аналогічна закономірність: на ділянках другого, третього і четвертого варіантів обробітку цей показник становив відповідно 50,4; 52,1 і 48,9 %, що менше контролю (53,6 %) на 3,2; 1,5 і 4,7 % за $НІР_{0,05}$ 2,6 %. На дату збирання урожаю загальна пористість у нижній частині орного шару ґрунту за безполицево-дискового і дискового обробітків опускається нижче критичного значення.

Об'єм капілярних пор в орному шарі неудобрених ділянок чорнозему типового на дату сівби і збирання становив відповідно 35,5 і 30,9 % за полицево-дискового обробітку, 35,2 і 34,5 – чизельно-дискового, 34,8 і 30,9 – полицево-чизельно-дискового, 35,5 і 35,2 % – за дискового обробітку; за максимальної норми добрив цей показник становив відповідно 35,7 і 30,8 % на першому варіанті обробітку; 35,1 і 35,6 – другому; 35,0 і 30,4 – третьому; 35,9 і 35,5 % – на четвертому варіанті обробітку за $НІР_{0,05}$ 1,6 і 3,0 %. Отже, у перший строк визна-

чення він помітно не відрізняється по варіантах обробітку, у другий – практично на одному рівні за полицево-дискового і диференційованого обробітків та істотно вищий за безполицево-дискового і дискового обробітків.

Капілярна пористість верхньої частини орного шару ґрунту за полицево-дискового, безполицево-дискового, полицево-безполицево-дискового і дискового обробітків становила відповідно 34,8; 34,9; 33,9 і 34,7 % на дату сівби та 34,8; 35,4; 33,0 і 35,8 % – збирання за $НІР_{0,05}$ 1,8 і 1,6 %. Отже, у перший строк визначення абсолютна різниця в показнику між варіантами обробітку знаходилась у межах $НІР_{0,05}$, а в другий строк – перевищила її лише за диференційованого обробітку. На дату сівби удобрених ділянок диференційованого обробітку зниження капілярної пористості (на 1,6 %) виявилось неістотним, а на дату збирання істотним як на неудобрених, так і удобрених варіантах дослідів.

Об'єм капілярних пор середньої частини орного шару чорнозему типового за полицево-дискового, безполицево-дискового, полицево-безполицево-дискового і дискового обробітків становив відповідно 35,4; 34,9; 35,1 і 35,3 % за сівби ($НІР_{0,05}=2,0$ %) та 30,3; 34,5; 30,6 і 34,4 % – збирання ($НІР_{0,05}=2,4$ %). Отже, у перший строк визначення показника варіанти обробітку майже рівноцінні, а у другий – істотна перевага безполицево-дискового і дискового обробітків над полицево-дисковим (контролем).

Капілярна пористість нижньої частини орного шару ґрунту за полицево-дискового, чизельно-дискового, диференційованого і дискового обробітків становила відповідно 36,6; 35,7; 35,8 і 37,3 на дату сівби ($НІР_{0,05}=1,6$ %) та 27,6; 35,2; 28,4 і 36,1 % – збирання ($НІР_{0,05}=2,8$ %). Закономірність змін цього показника аналогічна середній частині: істотні відмінності (підвищення) лише на дату збирання культур з ділянок другого і четвертого варіантів обробітку.

Об'єм некапілярних пор орного шару чорнозему типового у всі строки визначення істотно нижчий по безполицево-дисковому і дисковому та неістотно по диференційованому обробітку. Зокрема, на першому, другому, третьому і четвертому варіантах обробітку цей показник становив відповідно 21,6; 19,0; 20,8 і 18,2 % на дату сівби ($НІР_{0,05}=1,7$ %) та 23,8; 17,3; 22,6 і 16,5 % – збирання ($НІР_{0,05}=1,9$ %). Жодного разу він не опускався нижче критичного значення – 10 %.

Некапілярна пористість верхньої частини орного шару ґрунту істотно нижча на дату сівби за безполицево-дискового, а збирання – ще й за дискового обробітків. На першому, другому,

третьому і четвертому варіантах обробітку цей показник становив відповідно 24,4; 21,8; 24,0 і 23,8 % на дату сівби ($НІР_{0,05}=1,4$ %) та 22,3; 20,1; 22,4 і 20,8 % – збирання ($НІР_{0,05}=1,3$ %).

У середній частині орного шару ґрунту він зменшувався, порівняно з контролем, на всіх варіантах обробітку, але на третьому варіанті на дату сівби неістотно. Зокрема, за полицево-дискового, безполицево-дискового, диференційованого і дискового обробітків об'єм некапілярних пор становив відповідно 21,9; 19,1; 20,9 і 18,0 % на дату сівби ($НІР_{0,05}=1,5$ %) та 24,6; 17,9; 22,8 і 17,0 % – збирання ($НІР_{0,05}=1,6$ %). У нижній частині орного шару простежується аналогічна закономірність змін цього показника по досліджуваних варіантах обробітку ґрунту: на дату сівби він становив відповідно 18,6; 16,0; 17,7 і 12,8 % ($НІР_{0,05}=1,4$ %), збирання – 24,5; 13,8; 22,4 і 11,9 % ($НІР_{0,05}=1,7$ %). Він не опускається нижче критичного значення.

Вміст водотривких агрегатів в орному шарі ґрунту за полицево-дискового, безполицево-дискового, диференційованого і дискового обробітків на дату сівби становив відповідно 60,0; 59,7; 60,4 і 59,3 % на неудобрених та 66,5; 66,1; 67,1 і 65,8 % на удобрених найвищою нормою добрив ділянках за $НІР_{0,05}$ 2,6 %. На дату збирання ці показники вищі: 62,8; 62,8; 63,1 і 62,5 % на неудобрених та 70,7; 70,8; 71,1 і 70,4 % на удобрених ділянках за $НІР_{0,05}$ 3,0 %. Отже, структурний стан орного шару практично однаковий по досліджуваних варіантах обробітку ґрунту.

Встановлена різноякісність частин орного шару за цим показником за безполицево-дискового і дискового обробітків. Оструктуреність всіх частин орного шару практично на одному рівні за полицево-дискового і диференційованого обробітків. Структурний стан верхньої частини орного шару істотно гірший, а нижньої – навпаки, істотно кращий на другому і четвертому варіантах обробітку, ніж на контролі. Перевагу, хоча й неістотну, мали ці варіанти і за показником оструктуреності середньої частини орного шару.

Зокрема, у верхній, середній і нижній частинах орного шару чорнозему типового цей показник становив відповідно 64,4; 65,0 і 65,6 % по полицево-дисковому обробітку, 60,3; 66,1 і 68,3 – чизельно-дисковому, 64,6; 65,4 і 66,3 – полицево-безполицево-дисковому, 59,3; 65,7 і 68,4 % – по дисковому обробітку за $НІР_{0,05}$ 3,2; 2,7 і 2,5 %. Різниця в оструктуреності нижньої і верхньої частин орного шару ґрунту по цих варіантах обробітку становила відповідно 1,2; 8,0; 1,7 і 9,1 %.

Об'ємна маса, загальна, капілярна, некапілярна пористість та оструктуреність орного шару чорнозему типового становили відповідно 1,21 г/см³, 53,7 %, 34,1 %, 19,6 % та 61,3 % на неудобрених варіантах і 1,19 г/см³, 54,5 %, 34,3 %, 20,2 % та 68,6 % – удобрених найвищою нормою добрив. Отже, добрива справили істотний позитивний вплив на структурний стан ґрунту, що забезпечило деяке покращення показників його будови.

За нульової, першої, другої і третьої систем удобрення вихід зерна з гектара ріллі сівозміни становив відповідно 2,40; 4,07; 5,19 і 5,70 т зерна за полицево-дискового обробітку, 2,05; 3,64; 4,71 і 5,18 – безполицево-дискового, 2,41; 4,08; 5,22 і 5,74 – полицево-чизельно-дискового, 1,87; 3,54; 4,65 і 5,15 т – за дискового обробітку і $НІР_{0,05}$ 0,25 т. Вихід сухої речовини основної продукції з гектара ріллі наступний: 2,07; 3,51; 4,49 і 4,92 т на першому варіанті обробітку, 1,77; 3,14; 4,07 і 4,47 – другому, 2,09; 3,53; 4,51 і 4,91 – третьому, 1,62; 3,06; 4,02 і 4,44 т – на четвертому варіанті обробітку за $НІР_{0,05}$ 0,22 т, а основної і побічної – 4,59; 7,95; 10,33 і 11,54 т за полицево-дискового обробітку, 3,95; 7,22; 9,53 і 10,64 – чизельно-дискового, 4,66; 8,10; 10,48 і 11,70 – диференційованого, 3,68; 7,09; 9,50 і 10,69 т – за дискового обробітку і $НІР_{0,05}$ 0,41 т.

Отже, продуктивність польової зернової сівозміни практично на одному рівні за полицево-дискового і диференційованого обробітків та істотно знижується за чизельно-дискового і дискового.

Висновки. Щільність будови орного шару чорнозему типового істотно підвищується за чизельно-дискового і дискового обробітків, проте не перевищує критичного значення – 1,30 г/см³. Системи удобрення істотно не впливали на зміну цього показника.

Об'ємна маса верхньої частини (0–10 см) орного шару істотно зростає лише за безполицево-дискового обробітку на дату сівби культур сівозміни. Щільність будови середньої (10–20 см) і нижньої (20–30 см) частин орного шару істотно підвищувалася за безполицево-дискового і особливо дискового обробітків. За чизельно-дискового обробітку на дату збирання урожаю, а за дискового – у всі строки спостережень цей показник у нижній частині орного шару перевищив критичне значення. Загальна пористість орного шару за чизельно-дискового і дискового обробітків істотно, а за диференційованого – неістотно знижується, проте не перевищує критичний рівень – 50 %.

Зміни величини загальної пористості верхньої частини орного шару по варіантах обробітку неістотні. У середній і нижній частинах орного шару цей показник зменшується за безполицево-дискового і дискового обробітків істотно, а за диференційованого – неістотно.

Об'єм капілярних пор в орному шарі на дату сівби за всіх варіантів обробітку знаходиться практично на одному рівні, а на дату збирання істотно вищий за безполицево-дискового і дискового обробітків.

На дату збирання культур капілярна пористість верхньої частини орного шару істотно зменшувалася за диференційованого обробітку, а середньої і нижньої частини – істотно зростала за безполицево-дискового і дискового обробітків.

Некапілярна пористість орного шару істотно нижча за чизельно-дискового і дискового обробітків. У верхній частині орного шару цей показник істотно нижчий на дату сівби за безполицево-дискового, а збирання – ще й за дискового обробітків. У середній і нижній частинах він істотно нижчий на дату сівби за безполицево-дискового і дискового, а збирання – ще й за диференційованого обробітків.

Оструктуреність орного шару практично на одному рівні по варіантах обробітку. За безполицево-дискового і дискового обробітків спостерігається добре виражена гетерогенність цього шару за вмістом водотривких агрегатів у різних його частинах. Добрива істотно поліпшували цей показник.

Продуктивність сівозміни практично на одному рівні за полицево-дискового і диференційованого та істотно нижча за безполицево-дискового і дискового обробітків.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Землеробство на еродованих ґрунтах / І.Д. Примака та ін. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2018. С. 125–132, 184–200.
2. Наукові основи сучасних систем вітчизняного землеробства / І.Д. Примака та ін. Вінниця: «ТВОРИ», 2022. С. 245–266.
3. Екологічні проблеми землеробства / І.Д. Примака та ін. Київ: Центр учбової літератури, 2010. С. 119–133, 154–209.
4. Еволюція систем землеробства в Україні: монографія / І.Д. Примака та ін. Вінниця: «ТВОРИ», 2022. С. 433–453.
5. Маловідомі факти наукової спадщини О.О. Ізмайльського (до 170-річчя з дня народження) / І.Д. Примака та ін. Агробіологія, 2022. № 1. С. 79–84.
6. Агрономічне ґрунтознавство: навчальний посібник / І.Д. Примака та ін. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017. С. 31–42.
7. Історія агрономічної науки й техніки: навчальний посібник / І.Д. Примака та ін. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. С. 87–95.

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 сьогодення / І.Д. Примака та ін. Агробіологія. 2018. № 2. С. 6–17.

9. Медведєв В.В. Структура ґрунту (методи, генезис, класифікація, еволюція, географія, моніторинг, охорона). Харків: Вид. «13 типографія», 2008. 397 с. С. 8–9, 301–362.

10. Пліско І.В., Уваренко К.Ю., Крилач С.І., Накісько С.Г. Закономірності прояву фізичної деградації в орних ґрунтах України та регіони підвищеного її ризику. Вісник аграрної науки. 2021. № 10. С. 5–13.

11. Адамчук В.В., Булгаков В.М., Танчик С.П., Надикто В.Т. Сучасні проблеми оранки як особливого прийому обробітку ґрунту. Вісник аграрної науки. 2016. № 1. С. 5–10.

12. Камінський В.Ф., Адамчук В.В., Булгаков В.М., Надикто В.Т. Агроінженерні підходи щодо збереження родючості ґрунтів. Вісник аграрної науки. 2021. № 11. С. 5–16.

13. Медведєв В.В., Лактіонова Т.М. Ґрунтово-технологічні вимоги до ґрунтообробних знарядь і ходових систем машинно-тракторних агрегатів. Харків: КП «Друкарня №13», 2008. 68 с.

14. Медведєв В.В., Лактіонова Т.М. Ґрунтово-технологічне районування орних земель України. Харків: «13 типографія», 2007. 395 с.

15. Механічний обробіток ґрунту: історія, теорія, практика / І.Д. Примака та ін. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2019. С. 165–183, 342–353.

16. Шевченко М.В. Наукові основи систем обробітку ґрунту в польових сівозмінах Лівобережного 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. 43–62. 165 с.

18. Танчик С.П., Цюк О.А., Центило Л.В. Наукові основи систем землеробства: монографія. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. С. 175–190, 271–274.

19. Центило Л.В. Агроекологічні основи відтворення родючості чорнозему типового та підвищення продуктивності агроценозів Правобережного Лісостепу України: автореф. дис... д-ра с.-г. наук: 06.01.01. Київ, 2020. 41 с.

20. Сівозміни та родючість чорнозему Лівобережного Лісостепу: монографія / О.В. Демиденко та ін. Сміла, 2019. С. 126–127, 418–419.

21. Міщенко Ю.Г. Обґрунтування ефективності елементів органічного землеробства Лівобережного Лісостепу: автореф. дис... д-ра с.-г. наук: 06.01.01. Дніпро, 2021. 44 с.

22. Сінченко В.В. Оптимізація основного обробітку ґрунту при вирощуванні сої за різних попередників у Правобережному Лісостепу України: автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.01.01. Київ, 2020. 23 с.

23. 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.

24. Панченко О.Б., Примак І.Д., Панченко І.А. Екологічний стан чорнозему типового за різних систем основного механічного обробітку в органічному землеробстві. *Агробіологія*. 2017. № 1 (131). С. 34–41.

25. Черячукін М.І. Наукове обґрунтування та розроблення заходів основного обробітку ґрунту в зональних системах землеробства Правобережному Степу України: автореф. дис... д-ра с.-г. наук: 06.01.01. 2016. 51 с.

26. Медведєв В.В., Булигін С.Ю., Булигіна М.Е. Сучасні системи землеробства і проблема обробітку ґрунту. *Агроєкологічний журнал*. 2017. № 2. С. 127–134.

27. Землеробство: підручник / І.Д. Примак та ін. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2020. С. 376–380, 561–571.

28. Effect of soil treatment on pest infestation and crop disease distribution in black soil fields with short rotation crops / I.D. Prymak et al. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. 10(1). P. 127–132.

29. Ефективність різних систем обробітку ґрунту, удобрення в короткоротаційній сівоzmіні та вплив на фітосанітарний стан агроценозів / І.Д. Примак та ін. *Агроєкологічний журнал*. 2023. № 2. С. 150–163.

30. Prymak I., Grabovskyi M., Fedoruk Y. Produktivity of grain ear crops and post-harvest white mustard on green fertilizer depending on the systems of soil basic tillage in the Forest steppe of Ukraine. *Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук*. 2021. Т. 60. № 1. С. 21–30.

31. Іващенко О.О., Іващенко О.О. Загальна гербологія: монографія. Київ: Фенікс, 2019. 33 с., 37 с. С. 222–224.

32. Наукові основи управління бур'яновим компонентом агрофітоценозів України: навчальний посібник / І.Д. Примак та ін. Вінниця: «ТВОРИ», 2021. С. 9–10, 264–270.

33. Землеробство: навчальний посібник / С.П. Танчик та ін. Київ: ЦП «Компринт», 2022. С. 38–41, 30–35.

REFERENCES

1. Prymak, I.D., Kosolap, M.P., Kovalenko, V.P. (2018). Zemlerobstvo na erodovanykh hruntakh [Agriculture on eroded soils]. Vinnytsia, TOV TVORY, pp. 125–132, 184–200.

2. Prymak, I.D., Martyniuk, I.V., Fedoruk, Yu.V. (2022). Naukovi osnovy suchasnykh system vitchyznianoho zemlerobstva: navchalnyi posibnyk [Scientific foundations of modern systems of domestic agriculture]. Vinnytsia, TVORY, pp. 245–266.

3. Prymak, I.D., Manko, Yu.P., Ridei, N.M. (2010). Ekologichni problemy zemlerobstva [Ecological problems of agriculture]. Kyiv, Center of educational literature, pp. 119–133, 154–209.

4. Prymak, I.D., Tsiuk, O.A., Martyniuk, I.V. (2022). Evoliutsiia system zemlerobstva v Ukraini:

monohrafiia [Evolution of farming systems in Ukraine]. Vinnytsia, TOV TVORY, pp. 433–453.

5. Prymak, I.D., Prysiazhniuk, N.M., Fedoruk, Yu.V. (2022). Malovidomi fakty naukovoї spadshchyny O.O. Izmail'skoho (do 170-richchia z dnia narodzhennia) [Little-known facts of the scientific heritage of O.O. Izmail'skyi (to the 170th anniversary of his birth)]. *Ahrobiolohiia [Agrobiology]*. no. 1, pp. 79–84.

6. Prymak, I.D., Kupchuk, V.I., Lozinskyi, M.V. (2017). Ahronomichne gruntoznavstvo: navchalnyi posibnyk [Agronomic soil science]. Vinnytsia, TOV Nilan-LTD, pp. 31–42.

7. Prymak, I.D., Tkachuk, V.M., Tsentylo, L.V. (2014). Istoriia ahronomichnoi nauky y tekhniky: navchalnyi posibnyk [History of agronomic science and technology]. Vinnytsia, TOV Nilan-LTD, pp. 87–95.

8. Prymak, I.D., Panchenko, O.B., Voitovyk, M.V. (2018). Evoliutsiia teoretychnykh i praktychnykh osnov perekhodu vid polytsevoho do bezpolytsevoho i poverkhniveho ta nulovoho obrobitkiv hruntu v Ukraini z seredyny pershoi polovyny 20 st. do sohodennia [The evolution of the theoretical and practical foundations of the transition from shelf to shelfless and surface and zero tillage in Ukraine from the middle of the first half of the 20th century to the present day]. *Ahrobiolohiia [Agrobiology]*. no. 2, pp. 6–17.

9. Medvediev, V.V. (2008). Struktura hruntu (metody, henezys, klasyfikatsiia, evoliutsiia, heohrafiia, monitorynh, okhorona) [Soil structure (methods, genesis, classification, evolution, geography, monitoring, protection)]. Kharkiv, Publishing House "13 Typography", 397 p., pp. 8–9, 301–362.

10. Plisko, I.V., Uvarenko, K.Iu., Krylach, S.I., Nakisko, S.H. (2021). Zakonomirnosti proiavu fizychnoi dehradatsii v ornykh hruntakh Ukrainy ta rehiony pidvyshchenoho yii ryzyku [Patterns of manifestation of physical degradation in arable soils of Ukraine and regions of increased risk]. *Visnyk aharnoi nauky [Bulletin of agricultural science]*. no. 10, pp. 5–13.

11. Adamchuk, V.V., Bulhakov, V.M., Tanchuk, S.P., Nadykto, V.T. (2016). Suchasni problemy oranky yak osoblyvoho pryomu obrobitku hruntu [Modern problems of plowing as a special method of soil cultivation.]. *Visnyk aharnoi nauky [Bulletin of agricultural science]*. no. 1, pp. 5–10.

12. Kaminskyi, V.F., Adamchuk, V.V., Bulhakov, V.M., Nadykto, V.T. (2021). Ahroinzhenerni pidkhody shchodo zberezheniia rodiuchosti hruntiv [Agroengineering approaches to preserving soil fertility]. *Visnyk aharnoi nauky [Bulletin of agricultural science]*. no. 11, pp. 5–16.

13. Medvediev, V.V., Laktionova, T.M. (2008). Hruntovo-tekhnologichni vymohy do gruntoobrobnykh znariad i khodovykh system mashynno-traktornykh ahreativ [Soil-technological requirements for tillage implements and running systems of machine-tractor units]. Kharkiv, KP Printing house No 13, 68 p.

14. Medvediev, V.V., Laktionova, T.M. (2007). Hruntovo-tekhnologichne raionuvannia ornykh zemel Ukrainy [Soil and technological zoning of arable lands of Ukraine]. Kharkiv, Printing house No 13, 395 p.

15. Prymak, I.D., Kosolap, M.P., Voitovyk, M.V. (2019). Mekhanichnyy obrobok hruntu: istoriia, teoriia, praktyka [Mechanical tillage: history, theory, practice]. Vinnytsia, TOV TVORY, pp. 165–183, 342–353.
16. Shevchenko, M.V. (2015). Naukovi osnovy system obrobok hruntu v polovykh sivozminakh Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy: avtoref. dys... d-ra s.-h. nauk: 06.01.01 [Scientific basis of tillage systems in field crop rotations of the Left Bank Forest Steppe of Ukraine: abstract of the dissertation of the Doctor of Agricultural Sciences: 06.01.01]. Dnipropetrovsk, 41 p.
17. Shevchenko, M.V. (2019) Naukovi osnovy system obrobok hruntu v umovakh nestiikoho ta nedostatnoho zvolozhennia: monohrafiia [Scientific basis of tillage systems in conditions of unstable and insufficient moisture]. Kharkiv, KhNAU, Maidan, pp. 43–62, 165 p.
18. Tanchyk, S.P., Tsiuk, O.A., Tsentylo, L.V. (2015). Naukovi osnovy system zemlerobstva: monohrafiia [Scientific foundations of farming systems]. Vinnytsia, TOV Nilan-LTD, pp. 175–190, 271–274.
19. Tsentylo, L.V. (2020). Ahroekologichni osnovy vidtvoрення rodiuchosti chornozemu tipovoho ta pidvyshchennia produktyvnosti ahrotsenoziv Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy: avtoref. dys... d-ra s.-g. nauk: 06.01.01 [Agro-ecological bases of reproduction of typical black soil fertility and productivity improvement of agrocenoses of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine: abstract of the dissertation of the Doctor of Agricultural Sciences: 06.01.01]. Kyiv, 41 p.
20. Demydenko, O.V., Boiko, P.I., Blashchuk, M.I., Shapoval, I.S., Kovalenko, N.P. (2019). Sivozminy ta rodiuchist chornozemu Livoberezhnoho Lisostepu: monohrafiia [Crop rotations and fertility of chernozem of the Left Bank Forest Steppe]. Smila, pp. 126–127, 418–419.
21. 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 the elements of organic farming of the Left Bank Forest Steppe: abstract of the dissertation of the Doctor of Agricultural Sciences: 06.01.01]. Dnipro, 44 p.
22. Sinchenko, V.V. (2020). Optyimizatsiia osnovnoho obrobok hruntu pry vyroshchuvanni soi za riznykh poperednykh u Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy: avtoref. dys... kand. s.-h. nauk: 06.01.01 [Optimization of the main soil tillage during the cultivation of soybeans under different predecessors in the Right Bank Forest Steppe of Ukraine: abstract of the dissertation of the candidate of agricultural sciences: 06.01.01]. Kyiv, 23 p.
23. Pavlichenko, A.A. (2019) Produktivnist plodozminnoi sivozminy zalezno vid system osnovnoho obrobok 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: abstract of the dissertation of the candidate of agricultural sciences: 06.01.01]. Uman, 23 p.
24. Panchenko, O.B., Prymak, I.D., Panchenko, I.A. (2017). Ekologichni stan chornozemu tipovoho za riznykh system osnovnoho mekhanichnoho obrobok v orhanichnomu zemlerobstvi [Ecological condition of black soil typical for different systems of basic mechanical cultivation in organic farming]. Ahrobiologhiia [Agrobiology]. no. 1 (131), pp. 34–41.
25. Cheriachukin, M.I. (2016). Naukove obgruntuvannia ta rozroblennia zakhodiv osnovnoho obrobok hruntu v zonalnykh systemakh zemlerobstva Pravoberezhnomu Stepu Ukrainy: avtoref. dys... d-ra s.-h. nauk: 06.01.01 [Scientific substantiation and development of basic tillage measures in zonal farming systems of the Right Bank Steppe of Ukraine: abstract of the dissertation of the Doctor of Agricultural Sciences: 06.01.01]. 51 p.
26. Medvediev, V.V., Bulyhin, S.Iu., Bulyhina, M.E. (2017). Suchasni systemy zemlerobstva i problema obrobok hruntu [Modern farming systems and the problem of tillage]. Ahroekologichni zhurnal [Agroecological journal]. no. 2, pp. 127–134.
27. Prymak, I.D., Yezerkivska, L.V., Fedoruk, Yu.V. (2020). Zemlerobstvo: pidruchnyk [Agriculture]. Vinnytsia, TOV TVORY, pp. 376–380, 561–571.
28. Prymak, I.D., Yakovenko, O.M., Voytovyk, M.V., Karaulna, V.M., Yezerkivska, L.V., Panchenko, O.B., Fedoruk, Yu.V., Pokotylo, I.A., Panchenko, I.A. (2020). Effect of soil treatment on pest infestation and crop disease distribution in black soil fields with short rotation crops. Ukrainian Journal of Ecology. no. 10(1), pp. 127–132.
29. Prymak, I.D., Voitovyk, M.V., Hornovska, S.V. (2023). Efektyvnist riznykh system obrobok hruntu, udobrennia v korotkorotatsiinii sivozmini ta vplyv na fitosanitarnyi stan ahrotsenoziv [Effectiveness of different tillage systems, fertilizers in short-rotation crop rotation and influence on phytosanitary condition of agrocenoses]. Ahroekologichni zhurnal [Agroecological journal]. no. 2, pp. 150–163.
30. Prymak, I., Grabovskiy, M., Fedoruk, Yu. (2021). Produktivnost grain ear crops and post-harvest white mustard on green fertilizer depending on the systems of soil basic tillage in the Forest steppe of Ukraine. Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук [Bulletin of the National Academy of Sciences of Belarus. Series of agricultural sciences.]. Vol. 60, no. 1, pp. 21–30.
31. Ivashchenko, O.O., Ivashchenko, O.O. (2019). Zahalna herbologhiia: monohrafiia [General herbology]. Kyiv, Feniks, 33 p., 37 p., pp. 222–224.
32. Prymak, I.D., Kosolap, M.P., Martyniuk, I.V. (2021). Naukovi osnovy upravlinnia bur'ianovym komponentom ahrofitotsenoziv Ukrainy: navchalnyi posibnyk [Scientific basis of management of the weed component of agrophytocenoses of Ukraine]. Vinnytsia, TVORY, pp. 9–10, 264–270.
33. Tanchyk, S.P., Tsiuk, O.A., Litvinov, D.V. (2022). Zemlerobstvo: navchalnyi posibnyk [Agriculture]. Kyiv, TsP Komprynt, pp. 38–41, 30–35.

Physical construction and typical black soil structure under different systems of main cultivation and fertilization of agrophytocenoses of field crop rotation

Primak I., Panchenko O., Ezerkovska L., Karaulna V., Voytovik M., Obrazhiy S., Prysiazhnyuk N., Kachan L.

Four-year (2019-2022) studies at the experimental field of Bila Tserkva National Agrarian University established that the structural density of the arable layer of typical black soil significantly increases with chisel-disk and disk tillage, but does not exceed the critical value – 1.30 g/cm³. Fertilization systems did not significantly affect the change of this indicator.

Weight by volume of the upper part (0-10 cm) of the arable layer increases significantly only with disk-less tillage on the date of crop rotation crops sowing. The structural density of middle (10-20 cm) and lower (20-30 cm) parts of the arable layer was significantly increased with disc-less and especially disc tillage.

This indicator in the lower part of the arable layer exceeded the critical value for chisel-disc tillage on the harvest date, and for disk tillage – during all observation periods.

The total porosity of the arable layer decreases significantly with chisel-disc and disk tillage, and insignificantly – with differentiated tillage, but does not exceed the critical level of 50%.

Changes in the value of total porosity of the upper part of the arable layer according to the tillage options are insignificant. In middle and lower parts of the ar-

able layer this indicator decreases significantly with shelf-less disk and disk tillage, and insignificantly – with differentiated tillage.

The volume of capillary pores in the arable layer on the sowing date for all tillage options is almost at the same level, and on the harvesting date it is significantly higher than for shelf-less and disc tillage.

On the harvesting date the capillary porosity of the upper part of the arable layer significantly decreased under differentiated tillage, and in the middle and lower parts – significantly increased under shelf-less disk and disc tillage.

The non-capillary porosity of the arable layer is significantly lower than chisel-disc and disc tillage. In the upper part of the arable layer this indicator is significantly lower on the sowing date for shelfless-disc cultivation, and harvesting – also for disc cultivation. In middle and lower parts it is significantly lower on the sowing date than shelfless-disc and disc, and harvesting – even under differentiated tillage.

The arable layer structure is almost at the same level according to the tillage options. With shelf-less disk and disk processing, there is a well-defined heterogeneity of this layer by the content of waterproof aggregates in its various parts. Fertilizers significantly improved this indicator.

Crop rotation productivity is almost at the same level as shelf-disc and differentiated and significantly lower than shelf-disc and disc tillage.

Key words: typical black soil, fertilizers, crop rotation, tillage, construction, structure, porosity, 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.

Качан Л.М.

<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>

<https://orcid.org/0000-0001-5374-3252>

ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО

УДК 630.17:674.094.542.5

Механізація і транспортування лісу: інноваційні підходи у лісоексплуатації та лісогосподарських роботахСитник О. С. , Хрик В. М. , Кімейчук І. В. , Левандовська С. М. ,
Масальський В. П. , Лозінська Т. П. , Пенькова С. В. *Білоцерківський національний аграрний університет* E-mail: Кімейчук І. В. ivan.kimeichuk@btsau.edu.ua

Ситник О. С., Хрик В. М., Кімейчук І. В., Левандовська С. М., Масальський В. П., Лозінська Т. П., Пенькова С. В. Механізація і транспортування лісу: інноваційні підходи у лісоексплуатації та лісогосподарських роботах. «Агробіологія», 2024. № 1. С. 153–159.

Sytnyk O., Khryk V., Kimeichuk I., Levandovska S., Masalskyi V., Lozinska T., Penkova S. Mechanization and transportation of timber: innovative approaches in forest exploitation and forestry operations. «Agrobiology», 2024. no. 1, pp. 153–159.

Рукопис отримано: 17.03.2024 р.

Прийнято: 01.04.2024 р.

Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-153-159

Актуальність теми дослідження обумовлена постійним зростанням потреб у сталому й ефективному використанні лісових ресурсів у зв'язку зі збільшенням обсягів лісових робіт та пошуку більш оптимальних і екологічно безпечних методів їх проведення.

Визначено фундаментальні поняття, такі як лісове господарство та лісоексплуатація. Проаналізовано стан лісової галузі в Україні та виокремлено її основні проблеми. Здійснено аналіз інноваційних підходів у лісоексплуатації та лісогосподарських роботах, котрі впроваджують лісогосподарські підприємства. Надано пропозиції щодо подальшого розвитку і впровадження інновацій у галузі лісового господарства для підвищення його сталості та ефективності.

Встановлено, що вітчизняні підприємства лісової галузі поступово впроваджують інноваційні підходи у лісоексплуатації та лісогосподарських роботах. Однак цей процес потребує активізації, котра сприятиме підвищенню продуктивності робіт, зниженню витрат та оптимізації управління лісовими ресурсами. Для цього запропоновано здійснити низку заходів, а саме: продовжити реформування лісової галузі; провести навчання працівників лісового господарства з основ цифрових технологій; сприяти дослідницьким проектам та стимулювати інвестиції у цей сектор; проводити науково-дослідні роботи у галузі розробки та виробництва лісогосподарської техніки вітчизняними виробниками; здійснювати оновлення машинно-тракторного парку лісогосподарських підприємств через закупівлю інноваційної техніки іноземного виробництва.

Практичне значення дослідження полягає в можливості застосування отриманих результатів для вдосконалення лісового господарства в Україні. Запропоновані пропозиції щодо впровадження інноваційних підходів у лісоексплуатації та лісогосподарських роботах передбачають збільшення продуктивності, зниження витрат та оптимізацію управління лісовими ресурсами.

Ключові слова: транспорт лісу, лісоексплуатація, механізація лісогосподарських робіт, лісосічні роботи, лісопродукція.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. У сучасному економічному ландшафті життєздатність будь-якого підприємства, галузі, регіону чи країни залежить від здатності до інновацій. Це особливо актуально для таких галузей як лісове господарство, де інтеграція передових підходів визначає конкурентоспроможність. В Україні ліси мають важливе зна-

чення для економіки, тому інноваційні підходи у лісоексплуатації та лісогосподарських роботах є не лише вигідними, а також необхідними.

Ліси в Україні – життєво важливий ресурс для різних галузей, який сприяє економічному розвитку та забезпечує необхідні умови життя населення. Однак лісовий сектор має проблеми, які перешкоджають його оптимальному

розвитку. Тож, існує нагальна потреба пошуку інноваційних підходів для підвищення ефективності лісового господарства.

Застосування інноваційних технологій, зокрема у механізації та транспортуванні лісу, має численні переваги. По-перше, такі технології покращують продуктивність та ефективність праці, зменшуючи витрати, пов'язані з робочою силою та операціями. Зі свого боку, це підвищує конкурентоспроможність української лісової продукції на внутрішньому та міжнародному ринках. По-друге, інноваційні підходи сприяють економії ресурсів та екологічній стійкості. Удосконалена техніка та методи транспортування не лише мінімізують споживання пального, а також зменшують вплив лісозаготівель на навколишнє середовище. Надаючи першість збереженню довкілля, Україна може забезпечити довгострокову життєздатність своїх лісів, відповідаючи водночас міжнародним стандартам.

Крім того, інновації у лісогосподарській діяльності підвищують стандарти безпеки для працівників. Автоматизовані машини та сучасне обладнання зменшують ризики, пов'язані з ручною працею, сприяючи створенню безпечного робочого середовища [1].

Упровадження інноваційних підходів до лісокористування та ведення лісового господарства сприяє не лише економічній вигоді, а також сталому розвитку, збереженню біорізноманіття та забезпеченню добробуту громад, які залежать від лісових ресурсів. Тож, ця тема цікавить багатьох вітчизняних і зарубіжних науковців, таких як В.В. Макарова, Л.М. Могильна, А.В. Ткаченко [1], В.Д. Бондаренко, С.М. Землинський, Л.І. Копій, Г.Т. Криницький, В.В. Лавний, В.Г. Мазепа [2], А. Николук, Н. Семенченко [4], В.А. Никифорак, Я.В. Сеньовська, І.В. Човбан [9], К.В. Процак, Д.В. Хрущ [10], Є. Мендела [11], R. Gini, D. Passoni, L. Pinto, G. Sona [15], В.К. Тіунчик, Ю.О. Гром'як [16], В.М. Хрик [18], А.У. Карпук, О.М. Дзюбенко [19], В.П. Власюк [20] та інші. Попри значну кількість праць, присвячених лісовому господарству та інноваціям для підвищення його ефективності, недостатньо дослідженими залишаються інноваційні підходи у механізації та транспортуванні лісу в контексті лісоексплуатації та лісогосподарських робіт. Відсутність комплексного підходу та нестача наукових досліджень, що враховують специфіку українських умов, ускладнюють повне розуміння потенціалу інновацій галузі. Отже, подальші дослідження та аналіз інноваційних підходів у механізації і транспортуванні лісу в контексті лісоексплуатації та лісогосподарських робіт є

важливими для розвитку галузі й забезпечення сталого використання лісових ресурсів.

Мета дослідження – запропонувати способи подальшого розвитку і впровадження інноваційних підходів у галузі лісового господарства для підвищення його сталості та ефективності.

Матеріал і методи дослідження. У процесі дослідження використали загальнонаукові методи пізнання. За допомогою методу критичного аналізу визначили стан лісової галузі України та її основні проблеми. Синтез інформації дав змогу визначити інноваційні підходи у лісоексплуатації та лісогосподарських роботах, які впроваджують лісогосподарські підприємства. Методом індукції та дедукції розробили рекомендації для подальшого розвитку і впровадження інновацій у галузі лісового господарства з метою підвищення його сталості та ефективності.

Результати дослідження та обговорення. Передусім необхідно з'ясувати фундаментальні поняття лісового господарства та лісоексплуатації. Вони закладають основу для всебічного розуміння інноваційних підходів, які досліджують.

Термінологічний словник лісівництва визначає лісове господарство як комплексну дисципліну, що охоплює науку та мистецтво створення, вирощування, використання, збереження і відтворення лісів та пов'язаних з ними ресурсів для досягнення конкретних цілей, вимог і цінностей на благо людства [2].

Відповідно до Економічної енциклопедії, лісове господарство є галуззю, що перетинається із сільським господарством і займається такими видами діяльності як вирощування, розчищення, охорона та експлуатація лісів. Воно також передбачає створення та утримання природоохоронних територій [3].

А. Ніколаюк та Н. Семенченко вважають, що лісове господарство є життєво важливою галуззю суспільного виробництва, яка охоплює обстеження, документування, відтворення та розширення лісових масивів. Ведення лісового господарства спрямоване на охорону лісів від пожеж, шкідників і хвороб, а також регулювання лісокористування з метою задоволення потреб національної економіки в деревині та інших продуктах лісу [4].

Отже, лісове господарство є важливою сферою діяльності, що об'єднує наукові, технічні та соціально-економічні аспекти для ефективного управління лісовими ресурсами з метою забезпечення нарощування, використання і збереження лісів та пов'язаних з ними екосистем на користь людства і збереження природи.

Досягнення цієї мети можливе завдяки ефективній лісоексплуатації, яку відповідно до Великого тлумачного словника української мови визначають як використання лісу у господарських, природоохоронних та інших цілях, що охоплює низку лісогосподарських робіт, таких як промислова заготівля деревини, відновлення лісів, контроль над пожежами і шкідниками тощо [5]. Зі свого боку, ефективність лісоексплуатації та лісогосподарських робіт суттєво залежить від упровадження інновацій, які сприяють революціонізації технології лісового господарства, зокрема вдосконаленню механізмів збирання, транспортування і оброблення деревини, впровадженню ефективних систем моніторингу та управління лісовими ресурсами, а також зменшенню впливу на екосистему за допомогою сталих практик і технологій.

За даними Державного агентства лісових ресурсів України, площа лісового фонду нашої держави становить приблизно 10,4 млн га, з яких вкрито лісовою рослинністю 9,6 млн га [6]. Показово, що за останні п'ять десятиліть в Україні відбулося значне зростання лісистості – майже в півтора рази, а запаси деревини збільшилися втричі. Однак попри зростання, лісистість України залишається нижчою за норму, визначену в наказі Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України «Про затвердження показників регіональних нормативів оптимальної лісистості території і мінімально необхідної захисної лісистості

агрорландшафтів України». Згідно з документом, вона становить 20 % [7]. Наразі фактична лісистість становить лише 15,9 %, що значно нижче, ніж в інших країнах Європи. За площею лісів наша держава займає 8 місце в Європі (табл. 1).

Таблиця 1 – Площа лісів і лісистість країн Європи [8]

№	Країна	Площа земель, вкритих лісом, тис. га	% вкритих лісом земель від загальної площі
1	Швеція	27980	68,7
2	Фінляндія	22409	73,3
3	Туреччина	22220	28,9
4	Іспанія	18572	37,2
5	Франція	17253	31,5
6	Норвегія	12180	40
7	Німеччина	11419	32,7
8	Україна	9690	15,9
9	Італія	9566	32,5

Примітка: систематизовано автором.

На думку науковців, невтішною є вікова структура лісу [9]. Частка середньовікових насаджень є досить високою і становить 47,5 %. Натомість частка молодняку становить лише 16,9 % (рис. 1).

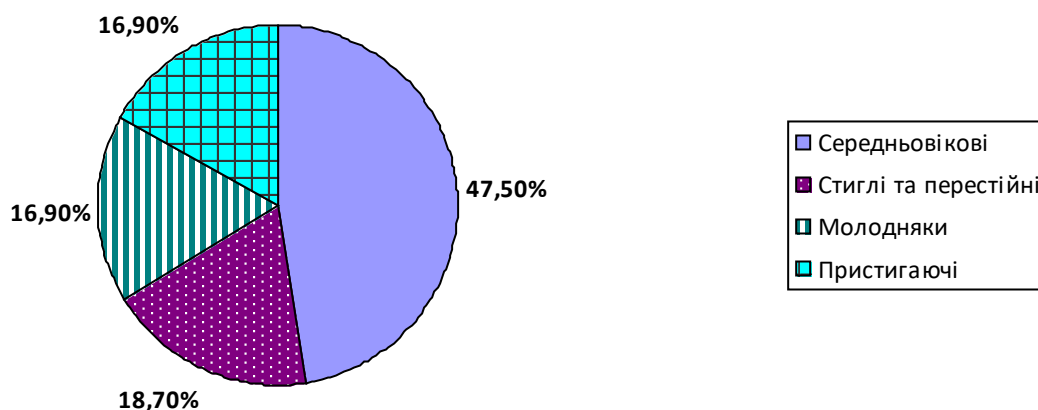


Рис. 1. Вікова структура лісових насаджень в Україні, % [8].

Примітка: систематизовано автором.

Така ситуація спричинена недостатніми площами молодняків, які не встигають оновитися на тлі зростання кількості вирубок [10]. Водночас перевірити законність таких вирубок майже неможливо. Це доводить необхідність заходів, спрямованих на збільшення та збереження лісових ресурсів України.

Зазначимо, що попри труднощі держава намагається забезпечити розвиток і стратегічне планування лісового господарства України, орієнтуючись на раціональне використання лісових ресурсів з упровадженням інноваційних підходів у лісоексплуатації та лісогосподарських роботах. Розглянемо їх детальніше.

Оцифрування послуг у лісовому господарстві. Оцифрування послуг у лісовому господарстві є важливою складовою реформи лісової галузі. Упровадження загальнодержавного електронного реєстру лісорубних квитків і загальнодержавної системи електронного обліку деревини, яка є обов'язковою для всіх постійних лісокористувачів, сприяє доступності інформації, пов'язаної з лісовим господарством, і зменшенню обігу незаконно заготовленої деревини [11]. Першим підприємством, яке отримало лісорубний квиток, стала філія «Костопільське лісове господарство» ДСГП «Ліси України». Дозвіл на використання лісових ресурсів отримали онлайн через платформу ЕкоСистема [12].

Використання інноваційних технологій для візуального моніторингу, патрулювання лісів, захисту від лісових шкідників, лісонасінневої справи, мультиспектральної зйомки та картографування. Останніми роками серед приватних лісівників і лісових господарств України зростає попит на дрони. Вони дають змогу здійснювати швидкий і точний огляд лісових ділянок, збирати великі обсяги даних за короткий час і надавати цінну інформацію для прийняття рішень у сфері лісового господарства. Дрони можуть виявляти пошкодження дерев, оцінювати обсяги деревини, а також допомагати у виявленні ризикових зон для виникнення пожеж та розповсюдження хвороб у лісі [13].

Механізація лісогосподарських робіт. Під час лісосічних робіт, а саме заготівлі деревини, використовують сучасні механізовані системи. Наприклад, системи деревної довжини та системи різання довжини за допомогою харвестерів – багатофункціональних машин, які виконують кілька операцій одночасно, зокрема валку лісу, обрізання сучків, розкрязування та упакування сортиментів під час проведення суцільних рубок, а також рубок, пов'язаних із лісовим господарством. Використання таких машин надає безліч переваг, серед яких висо-

ка швидкість заготівлі деревини, зниження виробничих витрат, підвищення безпеки працівників, зменшення руйнування поверхневого цінного шару ґрунтів тощо [14].

Для збирання даних щодо розташування дерев лісники використовують портативні лазерні далекоміри, оскільки вимірювання відстані між ними має вагоме значення під час розрахунку відповідних показників, оцінювання ділових лісів та їх розвитку.

Для оптимізації процесу виробництва лісової господарства використовують Sawmill – лісопилну систему керування сканерами та автоматизованими процесами оброблення. За допомогою датчиків і лазерів вона визначає, як оптимізувати процес виробництва скороченням первинного розпилювання дерева. Завдяки камері отримують найточніші результати, що дає змогу лісовим господарствам підвищити свої фінансові результати [15].

Оптимізація транспорту лісу. Інноваційні технології застосовують для оптимізації перевезення деревини. Зокрема, лісогосподарські підприємства поступово впроваджують електронні товаро-транспортні накладні. Одразу після формування такі накладні передають вантажоперевізнику. Це мінімізує час, необхідний для оброблення документів, і прискорює транспортування лісу. Крім того, використання ЕТТН знижує витрати, пов'язані з паперовою документацією, її зберіганням та обробленням.

Для перевезення деревини лісогосподарські підприємства використовують сучасну техніку – форвардери. Основні завдання цих машин полягають у зборі, сортуванні та перевезенні сортиментів від місця заготівлі до дороги, лісового транспортного засобу, складу або місця зберігання. Варто зазначити, що як харвестери, так і форвардери значно полегшують людську працю, вирізняються високою продуктивністю, маневреністю, мінімальним техногенним впливом на лісове середовище [14].

Враховуючи зазначене, доцільно зробити висновок про поступове впровадження вітчизняними підприємствами інноваційних підходів у лісоексплуатації та лісогосподарських роботах, яке відбувається на тлі постійного розвитку технологій і зростання потреб у сталому й ефективному використанні лісових ресурсів. Активізація цього процесу сприятиме підвищенню продуктивності робіт, зниженню витрат та оптимізації управління лісовими ресурсами [16]. Однак для цього необхідно здійснити низку заходів, а саме:

– продовжити реформування лісової галузі, зокрема, подальшу цифровізацію та розбудову інфраструктури [17];

– провести навчання працівників лісового господарства з основ цифрових технологій, що застосовують у лісовому господарстві [18];

– сприяти створенню та впровадженню інноваційних рішень у сфері лісового господарства через допомогу дослідницьким проєктам та стимулювання інвестицій у цей сектор [19];

– проводити науково-дослідні роботи у галузі розроблення і виробництва лісогосподарської техніки вітчизняними виробниками або здійснювати оновлення машинно-тракторного парку лісогосподарських підприємств через закупівлю інноваційної техніки іноземного виробництва (Eco Log, Deere & Company, Farmi Komatsu, Kesla, Ponsse, Logset, Binderberger, Амкорд та ін.) [20].

Реалізація зазначених заходів є важливим кроком щодо розвитку сучасного конкурентоспроможного та сталого лісового господарства в Україні.

Висновки. Вітчизняні лісогосподарські підприємства інтегрують інноваційні підходи у лісоексплуатаційну діяльність. Однак, щоб повною мірою використати інновації та досягти більшої продуктивності, економічної ефективності та покращити управління лісовим господарством, необхідно інтенсифікувати зусилля. Запропоновані заходи охоплюють продовження реформ у лісовому секторі, комплексні програми навчання працівників лісового господарства цифровим технологіям, стимулювання наукових досліджень та залучення інвестицій, підтримку вітчизняного виробництва лісогосподарської техніки, а також оновлення обладнання інноваційними моделями іноземного виробництва. Практичне значення дослідження полягає в тому, що воно здатне суттєво покращити стан лісового сектору України через упровадження інноваційних підходів, спрямованих на підвищення продуктивності, зниження витрат та оптимізацію методів ведення лісового господарства.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Макарова В.В., Могильна Л.М., Ткаченко А.В. Інноваційні напрями розвитку збутової зовнішньоекономічної діяльності лісогосподарських підприємств завдяки інформаційним та цифровим технологіям. Електронне наукове фахове видання з економічних наук «Modern Economics». 2023. № 39. С. 104–111. DOI: 10.31521/modecon. V39(2023)-16.
2. Лісівництво: термінологічний словник. М-во освіти і науки, молоді та спорту України, НЛТУ України / В.Д. Бондаренко та ін. Львів: НЛТУ України, 2013. 84 с.
3. Економічна енциклопедія. Словopedia. 2024. URL: <http://slovopedia.org.ua/38/53403/381328.html>
4. Николук А., Семенченко Н. Лісове господарство. Vseslova. 2024. URL: http://vseslova.com.ua/word/%D0%9B%D0%B5%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%85%D0%BE%D0%B7%D1%8F%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE-57210u.
5. Великий тлумачний словник сучасної мови. Slovnyk. Me. 2024. URL: <https://slovnyk.me/dict/vts/%D0%BB%D1%96%D1%81%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%BF%D0%BB%D1%83%D0%B0%D1%82%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F>.
6. Загальна характеристика лісів України. Державне агентство лісових ресурсів України. 2024. URL: <https://forest.gov.ua/napryamki-diyalnosti/lisi-ukrayini/zagalna-harakteristika-lisiv-ukrayini>.
7. Про затвердження показників регіональних нормативів оптимальної лісистості території і мінімально необхідної захисної лісистості агроландшафтів України: Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 22.07.2021 р. № 494. ВПУ. 2021. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1043-21#n16>.
8. Публічний звіт голови державного агентства лісових ресурсів України за 2022 рік. Державне агентство лісових ресурсів України. 2023. URL: <https://forest.gov.ua/storage/app/sites/8/public/zvit/publichnii-zvit-za-2022.pdf>
9. Никифорак В.А., Сеньовська Я.В., Човбан І.В. Використання інноваційних технологій у лісовому господарстві України. Науковий журнал «ЛОГОС. Мистецтво наукової думки». 2019. № 4. С. 22–25. URL: <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/2617-7064/article/view/193/176>.
10. Процак К.В., Хрущ Д.В. Інновації у лісовому господарстві України. Національний університет «Львівська політехніка», 2020. URL: <https://ena.lpnu.ua:8443/server/api/core/bitstreams/605305c5-8cb3-470b-a360-e296a234d6e3/content>.
11. Мендела Є. Інноваційний розвиток лісової галузі України. Вісник Хмельницького національного університету. 2022. № 6. Т. 1. С. 50–60. DOI: 10.31891/2307-5740-2022-312-6(1)-8.
12. Перший в Україні: Костопільський лісгосп отримав електронний лісорубний квиток. Рівне 1. URL: <https://rivne1.tv/news/149528-pershiy-v-ukraini-kostopilskiy-lishosp-otrimav-elektronniy-lisorubniy-kvitok>.
13. Небесний патруль. НУБІП. 2020. URL: <https://nubip.edu.ua/node/71824>.
14. Харвестери та форвардери: машини, що допомагають волинським лісівникам. Волинь. 2023. URL: <https://www.volyn.com.ua/news/252100-kharvestery-ta-forvardery-mashyny-shchodopomahaiut-volynskym-lisivnykam-foto>
15. Gini R., Passoni D., Pinto L., Sona G. Aerial images from an UAV system: 3D modeling and tree species classification in a park area. The international archives of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences. XXII ISPRS Congress. Melbourne. 2012. P. 361–366.
16. Тіунчик В.К., Гром'як Ю.О. Стан і перспективи розвитку механізації лісового господарства

ДЛГО «Львівліс». Науковий вісник УкрДЛТУ. 2002. № 12 (2). С. 58–63.

17. Як проходить реформа лісового господарства в Україні під час війни – інтерв'ю з генеральним директором ДП «Ліси України» Юрієм Болоховцем. Liga Zakon. 2024. URL: https://biz.ligazakon.net/interview/224665_yak-prokhorodit-reforma-lisovogo-gospodarstva-v-ukran-pd-chas-vyni-ntervyu-z-generalnim-direktorom-dp-lsi-ukrani-yurm-bolokhovtsem.

18. Хрик В.М. Підготовка майбутніх фахівців лісового господарства до професійної діяльності: теорія, методика, практика МОН України. Біла Церква: Середняк Т. К., 2022. 386 с.

19. Карпук А.У., Дзюбенко О.М. Інвестиційні процеси у лісовому господарстві: регіональні особливості. Інвестиції: практика та досвід. Київ, 2017. № 7. С. 19–24. URL: http://www.investplan.com.ua/pdf/7_2017/6.pdf.

20. Власюк В.П. Проблеми та перспективи розвитку механізації лісогосподарських робіт в Україні. Поліський національний університет. 2021. URL: <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/logos/article/view/8464/8431>.

REFERENCES

1. Makarova, V.V., Mohyl'na, L.M., Tkachenko, A.V. (2023). Innovatsiyni napryamy rozvytku zbutovoyi zovnishn'oeconomichnoyi diyal'nosti lisohospodars'kykh pidpryyemstv zavdyaky informatsiynym ta tsyfrovym tekhnolohiyam [Innovative directions of development of sales foreign economic activity of forestry enterprises thanks to information and digital technologies]. Elektronne naukove fakhove vydannya z ekonomichnykh nauk «Modern Economics» [Electronic scientific publication on economic sciences "Modern Economics"]. no. 39, pp. 104–111. DOI: 10.31521/modecon.V39(2023)-16.

2. Bondarenko, V.D., Zemlyns'kyu, S.M., Kopyy, L.I., Krynyts'kyu, H.T., Lavnyy, V.V., Mazepa, V.H. (2013). Lisivnytstvo: terminolohichnyy slovnyk [Forestry: Terminological Dictionary]. Lviv, NLTU Ukrayiny, 84 p.

3. Ekonomichna entsyklopediya [Economic encyclopedia]. Slovopedia, 2024. Available at: <http://slovopedia.org.ua/38/53403/381328.html>.

4. Nykolyuk, A., Semenchenko, N. (2024). Lisove hospodarstvo [Forestry]. Vseslova. Available at: http://vseslova.com.ua/word/%D0%9B%D0%B5%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%85%D0%BE%D0%B7%D1%8F%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE-57210u.

5. Velykyy tлумachnyy slovnyk suchasnoyi movy [A large explanatory dictionary of the modern language]. Slovnyk. Me. 2024. Available at: <https://slovnyk.me/dict/vts/%D0%BB%D1%96%D1%81%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%BF%D0%BB%D1%83%D0%B0%D1%82%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F>

6. Zahal'na kharakterystyka lisiv Ukrayiny [General characteristics of the forests of Ukraine]. Derzhavne ahentstvo lisovykh resursiv Ukrayiny [State Agency

of Forest Resources of Ukraine]. 2024. Available at: <https://forest.gov.ua/napryamki-diyalnosti/lisi-ukrayini/zagalna-harakteristika-lisiv-ukrayini>

7. Pro zatverdzhennya pokaznykiv rehional'nykh normatyviv optymal'noyi lisystosti terytoriyi i minimal'no neobkhidnoyi zakhysnoyi lisystosti ahrolandshaftiv Ukrayiny: Nakaz Ministerstva zakhystu dovkillya ta pryrodnykh resursiv Ukrayiny vid 22.07.2021 № 494 [On the approval of indicators of regional norms of optimal forest coverage of the territory and minimum necessary protective forest coverage of agrolandscapes of Ukraine: Order of the Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine dated July 22, 2021 No 494]. VRU, 2021. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1043-21#n16>.

8. Publichnyy zvit holovy derzhavnoho ahentstva lisovykh resursiv Ukrayiny za 2022 rik [Public report of the head of the State Forest Resources Agency of Ukraine for 2022]. Derzhavne ahentstvo lisovykh resursiv Ukrayiny [State Agency of Forest Resources of Ukraine]. 2023. Available at: https://forest.gov.ua/storage/app/sites/8/publich_zvit/publichnii-zvit-za-2022.pdf.

9. Nykyforak, V.A., Sen'ovs'ka, YA.V., Chovban, I.V. (2019). Vykorystannya innovatsiynykh tekhnolohiy u lisovomu hospodarstvi Ukrayiny [Use of innovative technologies in forestry of Ukraine]. Naukovyy zhurnal «LOHOS. Mystetstvo naukovoyi dumky» [Scientific journal "LOHOS". The art of scientific thought"]. no. 4, pp. 22–25. Available at: <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/2617-7064/article/view/193/176>.

10. Protsak, K.V., Khrushch, D.V. (2020). Innovatsiyyi u lisovomu hospodarstvi Ukrayiny [Innovations in forestry of Ukraine]. Natsional'nyy universytet «L'vivs'ka politekhnika». Available at: <https://ena.lpnu.ua:8443/server/api/core/bitstreams/605305c5-8cb3-470b-a360-e296a234d6e3/content>.

11. Mendela, Ye. (2022). Innovatsiynyy rozvytok lisovoyi haluzi Ukrayiny [Innovative development of the forest industry of Ukraine]. Visnyk Khmel'nyts'koho natsional'noho universytetu [Bulletin of the Khmelnytskyi National University]. no. 6, Vol. 1, pp. 50–60. DOI: 10.31891/2307-5740-2022-312-6(1)-8.

12. Pershyy v Ukrayini: Kostopil's'kyy lishosp otrymav elektronnyy lisorubnyy kvytok [The first in Ukraine: Kostopil forest farm received an electronic logging ticket]. Rivne 1. 2023. Available at: <https://rivne1.tv/news/149528-pershiy-v-ukraini-kostopilskiy-lishosp-otrimav-elektronnyy-lisorubnyy-kvytok>.

13. Nebesnyy patrol' [Sky patrol]. NUBIP, 2020. Available at: <https://nubip.edu.ua/node/71824>.

14. Kharvestery ta forvardery: mashyny, shcho dopomahayut' volyns'kym lisivnykam [Harvesters and forwarders: machines that help Volyn foresters]. Volyn, 2023. Available at: <https://www.volyn.com.ua/news/252100-kharvestery-ta-forvardery-mashyny-shcho-dopomahaiut-volynskym-lisivnykam-foto>.

15. Gini, R., Passoni, D., Pinto, L., Sona, G. (2012). Aerial images from an UAV system: 3D mod-

eling and tree species classification in a park area. The international archives of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences. XXII ISPRS Congress. Melbourne, pp. 361–366.

16. Tiunchyk, V.K., Hromyak, Yu.O. (2002). Stan i perspektyvy rozvytku mekhanizatsiyi lisovoho hospodarstva DLHO «L'vivlis» [The state and prospects for the development of the mechanization of forestry at Lvivlis DLGO]. *Naukovyy visnyk UkrDLTU* [Scientific Bulletin of UkrDLTU]. no. 12 (2), pp. 58–63.

17. Yak prokhodyt' reforma lisovoho hospodarstva v Ukraini pid chas viyny – interv'yu z heneral'nym dyrektorom DP «Lisy Ukrainy» Yuriyem Bolokhovtsem [How is the reform of forestry in Ukraine during the war – an interview with Yuri Bolokhovets, the general director of the State Enterprise "Forests of Ukraine"]. *Liga Zakon*, 2024. Available at: https://biz.ligazakon.net/interview/224665_yak-prokhodit-reforma-lisovogo-gospodarstva-v-ukran-pd-chas-vyni-ntervyu-z-generalnim-direktorom-dp-lsi-ukrani-urm-bolokhovtsem.

18. Khryk, V.M. (2022). Pidhotovka maybutnikh fakhivtsiv lisovoho hospodarstva do profesiynoyi diyal'nosti: teoriya, metodyka, praktyka MON Ukrainy [Training of future forestry specialists for professional activity: theory, methodology, practice of the Ministry of Education and Culture of Ukraine]. *Bila Tserkva, Srednyak T.K.*, 386 p.

19. Karpuk, A.U., Dzyubenko, O.M. (2017). Investytsiyni protsesy u lisovomu hospodarstvi: rehional'ni osoblyvosti [Investment processes in forestry: regional features]. *Investytsiyni: praktyka ta dosvid* [Investments: practice and experience]. Kyiv, no. 7, pp. 19–24. Available at: http://www.investplan.com.ua/pdf/7_2017/6.pdf.

20. Vlasyuk, V.P. (2021). Problemy ta perspektyvy rozvytku mekhanizatsiyi lisohospodars'kykh robit v Ukraini [Problems and prospects for the development of mechanization of forestry work in Ukraine]. *Polis National University*. Available at: <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/logos/article/view/8464/8431>.

Mechanization and transportation of timber: innovative approaches in forest exploitation and forestry operations

Sytnyk O., Khryk V., Kimeichuk I., Levandovska S., Masalskyi V., Lozinska T., Penkova S.

The relevance of the research topic is due to the constant growth of the demand for sustainable and efficient use of forest resources in connection with the growth of forest operations and the search for more optimal and environmentally safe methods of their implementation.

Fundamental concepts such as forestry and forest exploitation have been defined. The state of forest industry in Ukraine was analyzed and its main problems were identified. An analysis of innovative approaches in forest exploitation and forestry works implemented by forestry enterprises was carried out. Proposals for further development and implementation of innovations in the field of forestry to increase its sustainability and efficiency have been provided.

It has been established that domestic forestry enterprises are gradually introducing innovative approaches of forest exploitation and forestry operations. However, this process requires activation to improve productivity, reduce costs and optimize forest resource management. To achieve this it has been proposed to implement a number of measures: continue reforming the forestry industry; conduct training for forestry workers on the basics of digital technologies; promote research projects and stimulate investment in this sector; conduct research work in the field of forestry equipment development and production by domestic manufacturers; update the machine and tractor fleet of forestry enterprises through the purchase of innovative foreign-made equipment.

Practical significance of the research is the possibility of applying the obtained results to improve forestry in Ukraine. Suggested proposals for the implementation of innovative approaches in forest exploitation and forestry operations involve increasing productivity, reducing costs and optimization of forest resources management.

Key words: forest transport, forest exploitation, mechanization of forestry operations, logging operations, forest products.



Copyright: Ситник О. 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:

Ситник О. С.

Хрик В. М.

Кімейчук І. В.

Левандовська С. М.

Масальський В. П.

Лозінська Т. П.

Пенькова С. В.

<https://orcid.org/0009-0002-2637-1849>

<https://orcid.org/0000-0003-1912-3476>

<https://orcid.org/0000-0002-9100-1206>

<https://orcid.org/0000-0002-8485-6134>

<https://orcid.org/0000-0001-8001-2631>


<https://orcid.org/0000-0002-7119-0759>

<https://orcid.org/0000-0001-6256-3122>

УДК 633.811:631.527]:911.911.375.1

Оцінювання гетерозису та важливих декоративних ознак у нових гібридів троянди в F₁Українець О.А. , Поліщук В.В. 

Уманський національний університет садівництва

 E-mail: Українець О.А. sasha.ukrainets@gmail.com

Українець О.А., Поліщук В.В. Оцінювання гетерозису та важливих декоративних ознак у нових гібридів троянди в F₁. «Агробіологія», 2024. № 1. С. 160–166.

Ukrainets O., Polishchuk V. Assessment of heterosis and important decorative traits in new rose hybrids in F₁. «Agrobiologiya», 2024. no. 1, pp. 160–166.

Рукопис отримано: 02.04.2024 р.

Прийнято: 17.04.2024 р.

Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-160-166

У статті наведено результати дослідження з міжсортової гібридизації троянди, а саме, проведено вивчення батьківських сортів за основними декоративними показниками, оцінено ефект гетерозису гібридів F₁ над батьками, за ознаками: висота рослин, діаметр квіток, кількість пелюсток в квітці, кількість квіток, що квітнуть за одну хвилю цвітіння (продуктивність троянди). Проведено аналіз успадкування кількісних ознак у гібридів за ступенем домінування.

Дослідження проведено відповідно до загальноприйнятих національних польових та лабораторних методик і стандартів. Згідно зі схемою досліджень вивчено цінні декоративні ознаки інтродукованих сортів троянд, підібрані батьківські пари для селекції, проведено гібридизацію та оцінено особливості прояву гетерозису і успадкування кількісних ознак у гібридів за ступенем домінування. Також проведено оцінювання цінних декоративних ознак у перспективних гібридних нащадків троянди з наступним відбором цінних генотипів для покращення селективних ознак у нових сортах.

Згідно з проведеними дослідженнями, висота рослин змінюється від 43,2 см (сорт *Goldelse*) до 102 см (сорт *Hans Gonewein Rose*), а середній показник по сортах становить 71,4 см. Середнє значення за показником діаметр квітки дорівнювало 7,6 см, а найбільший діаметр квітки (більше 9 см) відмічали у сортів *Amelia*, *Lidka* та *Nostalgie*. Найбільша кількість пелюсток була в сорту *Cream Abundance* – 67,0 шт., тимчасом як найменша у сорту *Santa Monika* – 15,6 шт. Найбільшу кількість квіток з куща, що утворилась за одну хвилю цвітіння, спостерігали у сорту *Hans Gonewein Rose* – 424,4 шт.

За первинного вивчення гібридів троянд оцінено їх основні кількісні показники. Найвищими були гібриди від комбінацій P1×P3 та P2×P6 – відповідно 105,7 і 103,5 см. Середня висота дорівнювала 69,0 см. Найбільший діаметр квітки, що перевищував 9,0 см мали гібриди від комбінацій: P10×P2, P9×P7 та P1×P6. Кількість пелюсток у гібридів варіювала від 12 шт. на квітку до 62 шт. Гібриди від комбінацій P5×P10 та P7×P4 мали найбільшу середню кількість квіток за одну хвилю цвітіння, що становило 144,5 та 102,0 шт. відповідно.

Порівняно з батьківськими формами, досліджувані нащадки зазвичай мали від'ємний справжній і гіпотетичний гетерозис. Ступінь домінування (h_p) у більшості гібридів за кількісними показниками мав від'ємне наддомінування (h_p < -1). Серед комбінацій найбільше позитивного гетерозису (Γ_{гін} та Γ_{сп}) за досліджуваними показниками було у гібридів P5×P10, P1×P3, P9×P7 та P1×P6. Серед усіх гібридів першого покоління від'ємний гетерозис за всіма показниками зустрічався у 31,3 %.

Для зеленого будівництва і селекційного процесу, як носії декоративно цінних показників достатньо перспективними є гібриди від комбінацій: P5×P10, P10×P2, P10×P5, P8×P6, P2×P6, P6×P8, P5×P6, P1×P6 та P7×P9.

Ключові слова: троянда, селекція, гібридизація, гетерозис, ступінь домінування, гібрид, декоративні ознаки.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Нині на території України відбувається стрімке наростання обсягів ландшафтного будівництва і зростає попит на продукцію декоративного садівництва.

Троянда – важлива декоративна рослина, яка завдяки своїм декоративним властивостям, тривалому цвітінню, приємному аромату перевершує усі квіткові рослини у декоративному садівництві [1]. Історія вирощування троянд сягає тисячолітньої давності (141–87 рр. до н.е.) [1, 2]. Завдяки поліфункціональному значенню троянди використовували в різноманітних галузях промисловості та декоративному садівництві [2].

Рід *Rosa* (*Rosa* L.) належить до родини розоцвітих (*Rosaceae* Juss.) і об'єднує близько 200 видів [3, 4]. Деякі вчені відмічають, що їх кількість сягає до 400 [5], однак більшість з них зазначають, що головний внесок у сучасний культивованій асортимент троянд здійснено за використання менше десяти видів [4].

Вирощування та використання троянди пройшло довгий і складний історичний процес, який є унікальною моделлю одомашнення культур. Вчені зазначають, що до 1867 року лише китайська троянда була безперервно квітучою [1]. Згодом селекціонери з Європи, використовуючи китайську троянду, вивели велику кількість сучасних сортів троянд з безперервним цвітінням (ремонтантних) [6].

Враховуючи перспективи та можливості троянд, нині спостерігається широка програма гібридизації для створення сучасних сортів троянд. Більша частка гібридизації троянд зосереджена на декоративності рослин як садових троянд, так і троянд на зріз [7]. Водночас, селекція троянд ведеться за декількома ознаками, такими як життєздатність рослин, стійкість до біотичних та абіотичних чинників, естетичні ознаки, колір квіток, квітковий аромат, утворення колючок на стеблі і листках, ремонтантність та аромат [8, 9].

Селекціонери проводять велику кількість схрещувань між тетраплоїдними трояндами (садові та троянди на зріз), які є сумісними схрещуваннями [9]. Через відмінності в плоїдності лише 5–10 % диких троянд були використані в селекційних програмах [10].

За міжсорткової гібридизації можливий ефект гетерозису, або гібридної сили гібридів F_1 над батьками, за ознаками: збільшення розміру квітів, збільшення періоду цвітіння, посилення запаху, стійкість до хвороб, пристосування до нових умов середовища тощо [11, 12].

У результаті величезної кропіткої роботи закордонних і українських селекціонерів створено світовий сортимент троянд, який нині нараховує понад 37 тис. сортів (база даних сучасних троянд Американського товариства троянд «Modern Roses»), до Державного реєстру сортів, придатних для поширення в Україні занесено 55 сортів, з них 14 української селекції [13, 14].

Нині на українському ринку спостерігається великий об'єм іноземної інтервенції квіткової продукції, тому гостро постає питання про конкурентоспроможність вітчизняних сортів.

Слід зазначити, що сорти іноземної селекції не адаптовані до ґрунтово-кліматичних умов нашої країни, і здебільшого, мають короткий вегетаційний період, зменшують кількість квітконосних пагонів у жаркий період літа, уражуються хворобами та пошкоджуються великою кількістю шкідників, мають низьку морозо- і зимостійкість. У зв'язку з цим, необхідно розширення робіт з інтродукції та створення нових генотипів для збагачення сортименту господарсько цінними і стійкими до хвороб і адаптованими до екологічних умов зростання сортами.

Метою досліджень було вивчити особливості прояву гетерозису та успадкування кількісних ознак у гібридів за ступенем домінування. Провести оцінювання цінних декоративних ознак у вихідних сортів та перспективному гібридному потомстві троянди з наступним відбором цінних генотипів для покращення селективних ознак у нових сортів.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили у 2019–2022 рр. на ботанічній ділянці кафедри садово-паркового господарства Уманського НУС. Матеріалом досліджень слугувала колекція сортів.

Для селекційної схеми відібрано сорти груп чайно-гібридні та флорібунда. Батьківські пари підбирали за такими параметрами: висока стійкість до біотичних і абіотичних чинників, ремонтантність рослин та декоративність (висота рослин, діаметр квітки, кількість пелюсток, забарвлення квітки, форма квітки, аромат, продуктивність рослини тощо).

Загалом було проведено 450 діалельних схрещувань. Створення нового вихідного матеріалу та оцінювання його проводили відповідно до методик, що використовують у селекції рослин [15–18]. Дані досліджень піддавали статистичному аналізу за рекомендаціями Р.Л. Отта (R.L. Ott) та М.Т. Лонгнекера (M.T. Longnecker) «Вступ до статистичних методів та аналізу даних» [19].

Для обрахунку прояву успадкування кількісних ознак у новоствореного вихідного матеріалу за ступенем домінування, використували формулу Б. Гріффінга (B. Griffing) [20]:

$$hp = \frac{(F_1 - MP)}{(P_{\max} - MP)}$$

де hp – оцінка домінування;

F_1 – середнє арифметичне гібридів першого покоління;

P_{\max} – середнє арифметичне батьківської форми з найвищим проявом ознаки;

MP – середнє арифметичне двох батьківських форм.

Групування отриманих даних проводили за градацією Г. Бейла (G.M. Veil) та Р. Аткінса (R. E. Atkins) [21]: 1) $hp < -1$ означає гібридну депресію (від'ємне наддомінування); 2) $-1 \leq hp < -0,5$ – від'ємне домінування; 3) $-0,5 \leq hp < 0,5$ – проміжне успадкування; 4) $0,5 < hp \leq 1$ – домінування; 5) $hp > 1$ – наддомінування (позитивний гетерозис).

Гетерозис гіпотетичний і справжній розраховували за формулами:

$$\Gamma_{\text{гип}} = \frac{F_1 - MP}{MP} \times 100, \%$$

$$\Gamma_{\text{спр}} = \frac{F_1 - P_{\max}}{P_{\max}} \times 100, \%$$

де F_1 – дані гібрида;

MP – середнє арифметичне двох батьківських форм;

P_{\max} – найбільше значення ознаки одного з батьків.

Результати дослідження та обговорення.

Для оптимального підбору сортів троянд для зеленого будівництва, а також введення їх у селекційний процес, вагоме місце займає вивчення морфологічних особливостей досліджуваних сортів (табл. 1).

Згідно з проведеними дослідженнями, висота рослин змінюється від 43,2 см (сорт *Goldelse*) до 102 см (сорт *Hans Gonewein Rose*), а середній показник по сортах становить 71,4 см. Сорти: *Chippendale*, *Gospel*, *Lidka*, *Nostalgie*, *Hans Gonewein Rose* та *Minerva* – перевищували середній показник від 1 до 31 см, а коефіцієнт варіації (CV) по сортах дорівнював 22,9 %.

Середнє значення за показником діаметр квітки дорівнювало 7,6 см, а найбільший діаметр квітки (більше 9 см) відмічали у сортів *Amelia*, *Lidka* та *Nostalgie*. Найменший діаметр квітки спостерігали у сорту *Goldelse* – 3,9 см.

Найбільша кількість пелюсток була в сорту *Cream Abundance* – 67,0 шт., тимчасом найменша у сорту *Santa Monika* – 15,6 шт. Коефіцієнт варіації дорівнював 39,5 %.

Найбільшу кількість квіток з куца, що утворилась за одну хвилю цвітіння, відмічали у сорту *Hans Gonewein Rose* – 424,4 шт., тимчасом найменшу кількість спостерігали у сорту *Amelia* – 26,5 шт. У зв'язку з цим достатньо високий коефіцієнт варіації ($CV=97,1$ %).

Водночас у дослідженнях було проведено первинне вивчення гібридів троянд першого покоління та оцінено їх основні кількісні показники (табл. 2).

Таблиця 1 – Оцінка досліджуваних сортів троянд за окремими декоративними показниками

Назва сорту	Висота рослин, см	Діаметр квітки, см	Кількість пелюсток, шт.	Середня кількість квіток/ куц
<i>Amelia</i>	66,4	9,1	30,0	25,6
<i>Cream Abundance</i>	66,2	8,6	67,0	94,5
<i>Chippendale</i>	82,2	8,7	33,6	89,5
<i>Gebruder Grimm</i>	65,4	6,9	46,7	144,4
<i>Goldelse</i>	43,2	3,9	23,1	85,1
<i>Hans Gonewein Rose</i>	102,0	6,0	40,4	424,4
<i>Lidka</i>	74,1	9,2	33,3	30,3
<i>Minerva</i>	72,0	6,9	31,8	125,3
<i>Nostalgie</i>	86,5	9,3	31,9	33,4
<i>Santa Monika</i>	56,3	7,7	15,6	142,5
$x_{\text{ср}}$	71,4	7,6	35,3	119,5
$CV, \%$	22,9	22,4	39,5	97,1

Таблиця 2 – Оцінювання основних декоративних показників гібридів троянди

Комбінація	Висота рослин, см	Діаметр квітки, см	Кількість пелюсток, шт.	Середня кількість квіток/ кущ
P3×P6	75,1	7	42	28
P5 ×P10	45,3	5,7	36	144,5
P1×P3	105,7	6	40	93
P10×P2	45,6	9,2	12	83
P10×P5	38,3	6,9	32	83
P8 × P6	56,3	6,3	47	37,5
P2×P6	103,5	7,8	21	93
P7×P4	67,3	8,5	31	102
P2×P10	83,7	7,1	40	95
P10×P3	79,3	7,2	18	88,5
P9×P7	50,6	9,1	35	39,5
P6×P8	84	5,5	54	65
P5×P6	44,2	8,3	18	68
P1×P2	88,1	6,7	26	32
P1×P6	59,1	9,3	62	65
P9×P3	66,6	5,8	21	91,5
P9×P7	66,3	3,5	16	75,5
P5×P9	68,1	7,5	24	53
$x_{сеп}$	69,0	7,0	31,4	67,3
CV, %	21,5	25,1	51,2	31,7

Серед отриманих гібридів першого покоління більшість мали клумбовий тип росту, а гібрид від комбінації P5×P9 – кущовий тип росту. Гібрид від комбінації P10×P5 – мініатюрний тип, оскільки його середня висота сягала 38,3 см. Найвищими серед отриманих сіянців були гібриди від комбінацій P1×P3 та P2×P6 – відповідно 105,7 та 103,5 см. Середня висота за сортами дорівнювала 69,0 см. Коефіцієнт варіації (CV, %) за висотою рослин становив 21,5 %, що відповідає значному варіюванню.

Найбільший діаметр квітки, що перевищував 9,0 см мали гібриди від комбінацій: P10×P2, P9×P7 та P1×P6. У гібридів від комбінацій: P5×P10, P6×P8, P9×P3 та P9×P7 діаметр квітки був менший 6 см. Середнє значення гібридів за цим показником 7,0 см, CV=25,1 %. Кількість пелюсток у гібридів варіювала від 12 шт. на квітку до 62 шт. Коефіцієнт варіації дорівнював 51,2 %. Середнє значення по гібридах становило 31,4 шт. Найбільшу кількість пелюсток мав гібрид від комбінації P1×P6 – 62,0 шт.

Достатньо сильно варіював показник середньої кількості квіток на рослині, що квітнуть за одну хвилю цвітіння (CV = 31,7 %). Гібриди від комбінацій P5×P10 та P7×P4 мали найбільшу середню кількість квіток за

одну хвилю цвітіння, що становило 144,5 та 102,0 шт. відповідно. Найменшу кількість мали гібриди від комбінації P3×P6 – 28,0 шт.

У селекції троянд науково обґрунтованим дослідженням гетерозисного ефекту приділено недостатньо уваги. У зв'язку з цим було проведено оцінювання гетерозису та успадкування кількісних ознак у гібридів за ступенем домінування (табл. 3).

Порівняно з батьками, досліджувані гібриди зазвичай мали від'ємний справжній і гіпотетичний гетерозис. Найбільший гіпотетичний і справжній гетерозис за висотою рослин був у гібрида з комбінації P1×P3 – відповідно 59,5 та 59,3 %. Позитивний гетерозис ($\Gamma_{ср}$) у гібридів першого покоління зустрічається в комбінаціях: P2×P6 – 1,5 %, P2×P10 – 1,8 %, P10×P3 – 19,8 % та P1×P2 – 7,2 %. Ступінь домінування (hp) за висотою рослин також був найбільший у гібрида з комбінації P1×P3 і дорівнював 492,6, що відповідає позитивному наддомінуванню. У гібридів з комбінацій: P2×P6, P10×P3 та P1×P2 також відмічали позитивне наддомінування (hp >1). У гібридів з комбінацій: P10×P2, P10×P5, P8×P6, P9×P7, P1×P6 та P7×P9 hp < -1, що відповідає від'ємному наддомінуванню (депресії).

Таблиця 3 – Оцінювання ступеня домінування (hr) та гетерозису (%) нащадків F₁

Комбінація	Висота рослини			Діаметр квітки			Кількість пелюсток			Середня кількість квіток/ кущ		
	Г _{гін} [*]	Г _{спр} ^{**}	hr	Г _{гін}	Г _{спр}	hr	Г _{гін}	Г _{спр}	hr	Г _{гін}	Г _{спр}	hr
P3×P6	-10,7	-26,4	-0,5	-4,9	-19,6	-0,2	13,5	4,0	1,5	-89,1	-93,4	-1,4
P5×P10	-8,9	-19,5	-0,7	-1,6	-50,3	-0,1	86,0	55,8	4,4	27,0	1,4	1,1
P1×P3	59,5	59,3	492,6	-32,2	-33,4	-16,8	25,8	19,0	4,6	61,6	3,9	1,1
P10×P2	-34,2	-44,6	-1,8	13,9	8,1	2,6	-70,9	-82,1	-1,1	-30,0	-41,8	-1,5
P10×P5	-23,1	-32,1	-1,8	18,4	-10,6	0,6	65,4	38,5	3,4	-27,1	-41,8	-1,1
P8 × P6	-35,3	-44,8	-2,0	-2,2	-8,2	-0,3	30,2	16,3	2,5	-86,4	-91,2	-1,6
P2×P6	12,4	1,5	1,2	7,0	-8,8	0,4	-60,9	-48,0	-2,5	-64,2	-78,1	-1,0
P7×P4	-3,5	-9,1	-0,6	5,3	-8,0	0,4	-22,5	-33,6	-1,3	16,8	-29,4	0,3
P2×P10	20,8	1,8	0,2	-12,5	-17,0	-2,3	-3,1	-40,3	-0,1	-19,8	-33,3	-1,0
P10×P3	29,5	19,8	3,6	-12,1	-17,4	-1,9	-26,8	-46,4	-0,7	-23,7	-37,9	-1,0
P9×P7	-37,0	-41,5	-4,8	-1,6	-1,6	0,0	7,4	5,1	3,4	24,2	18,4	-4,9
P6×P8	-3,5	-17,6	-0,2	-14,7	-19,8	-2,3	49,6	33,7	4,2	-76,3	-84,7	-1,4
P5×P6	-39,2	-56,7	-1,0	66,8	37,6	3,2	-43,3	-55,4	-1,6	-73,3	-84,0	-1,1
P1×P2	18,6	7,2	1,7	-23,9	-2,8	-8,3	-46,4	-61,2	-1,2	-46,7	-66,1	-0,8
P1×P6	-29,8	-42,1	-1,4	23,3	2,6	1,2	76,1	53,5	5,2	-71,1	-84,7	-0,8
P9×P3	-12,8	-23,0	-1,0	-35,4	-2,9	-12,0	-35,9	-37,5	-13,8	48,9	2,2	1,1
P7×P9	-17,4	-23,3	-2,3	-62,1	-62,2	0,0	-50,9	-52,0	-23,7	137,3	126,2	28,0
P5×P9	5,0	-21,2	0,2	13,9	-18,9	0,3	-12,7	-24,8	-0,8	-10,5	-37,7	-0,2

Примітка: Г_{гін}^{*} – гетерозис гіпотетичний, Г_{спр}^{**} – гетерозис справжній.

За діаметром квітки найбільший позитивний гетерозис був у гібрида з комбінації P5×P6 – Г_{гін} = 66,8 % та Г_{спр} = 37,6 %. У гібридів з комбінацій P10×P2 та P1×P6 також спостерігається позитивний гетерозис Г_{гін} = 13,9 %, Г_{спр} = 8,1 % та Г_{гін} = 23,3 %, Г_{спр} = 2,6 % відповідно. Гібриди з комбінацій: P10×P5 та P5×P9 мали позитивний гіпотетичний гетерозис, тимчасом справжній гетерозис мав від'ємне значення. У гібридів з комбінацій: P3×P6, P5×P10, P8×P6, P2×P6, P7×P4, P9×P7, P7×P9 та P5×P9 спостерігається проміжне успадкування за діаметром квітки (-0,5 ≤ hr < 0,5). Позитивне наддомінування спостерігали у гібридів з комбінацій P10×P2 та P5×P6 hr = 2,6 і 3,2 відповідно.

Найкращі показники (Г_{гін} та Г_{спр}) за кількістю пелюсток у квітці зустрічались у гібридів з комбінацій P5×P10 та P1×P2 – відповідно Г_{гін} = 86,0 %, Г_{спр} = 55,8 % та Г_{гін} = 49,6 %, Г_{спр} = 33,7 %. Позитивне наддомінування за цим показником спостерігали у гібридів з комбінацій: P3×P6, P5×P10, P1×P3, P10×P5, P8 × P6, P9×P7, P6×P8 та P1×P6. У гібридів з комбінацій: P10×P2, P2×P6, P7×P4, P5×P6, P1×P2, P9×P3 та

P7×P9 спостерігали від'ємне наддомінування або депресію. За середньою кількістю квіток за весь період цвітіння найвищий гетерозис був у гібрида P7×P9 – Г_{гін} = 137,3 та Г_{спр} = 126,2 %. Позитивне наддомінування (hr > 1) спостерігали у гібридів з комбінацій: P5×P10, P1×P3, P9×P3 та P7×P9.

Висновки. Отже, порівняно з батьківськими формами, досліджувані нащадки зазвичай мали від'ємний справжній і гіпотетичний гетерозис. Ступінь домінування (hr) у більшості гібридів за кількісними показниками мав від'ємне наддомінування (hr < -1). Серед комбінацій найбільше позитивного гетерозису (Г_{гін} та Г_{спр}) за досліджуваними показниками було у гібридів P5×P10, P1×P3, P9×P7 та P1×P6. Серед усіх гібридів першого покоління від'ємний гетерозис за всіма показниками зустрічався у 31,3 %.

Для зеленого будівництва і селекційного процесу, як носії декоративно цінних і біологічних показників достатньо перспективними є гібриди від комбінацій: P5×P10, P10×P2, P10×P5, P8 × P6, P2×P6, P6×P8, P5×P6, P1×P6 та P7×P9.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Рубцова О.Л. Рід *Rosa* L. в Україні: генофонд, історія, напрями досліджень, досягнення та перспективи: монографія. Київ: Фенікс, 2009. 375 с. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/IR_2013_2_19.
2. Canli F.A., Kazaz S. Biotechnology of roses: progress and future prospects. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*. 2009. Seri. A. P. 167–183.
3. Phylogenetic Relationships in the Genus *Rosa* Revisited Based on *rpl16*, *trnL-F*, and *atpB-rbcL* Sequences / C. Liu et al. *HortScience horts*. 2015. Vol. 50. Issue 11. P. 1618–1624. DOI: 10.21273/HORTSCI.50.11.1618
4. The *Rosa* genome provides new insights into the domestication of modern roses / O. Raymond et al. *Nat Genet*. 2018. Vol. 50. P. 772–777. DOI: 10.1038/s41588-018-0110-3
5. Golino D.A. A rose collection for a healthy future. *American Rose*. 2002. Vol. 36. No 19. P. 26–28.
6. Scent evolution in Chinese roses / G. Scalliet et al. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2008. Vol. 105. No 15. P. 5927–5932. DOI: 10.1073/pnas.0711551105
7. Bandahmane M., Dubois A., Raymond O., Bris M.L. Genetic and genomics of flower initiation and development in roses. *J. of Exp. Bot*. 2013. Vol. 64. No 4. P. 847–857. DOI: 10.1093/jxb/ers387
8. A high quality genome sequence of *Rosa chinensis* to elucidate ornamental traits / L.H.S. Oyant et al. *Nature Plants*. 2018. Vol. 4. P. 473–484. DOI: 10.1038/s41477-018-0166-1
9. The expression level of *Rosa* Terminal Flower 1 (RTFL1) is related with recurrent flowering in roses / L.N. Wang et al. *Molecular Biology Reports*. 2012. Vol. 39. P. 3737–3746. DOI: 10.1007/s11033-011-1149-8
10. Cross compatibility in various scented *rosa* species breeding / Farooq Amjad et al. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*. 2016. Vol. 53. P. 864–869. DOI: 10.21162/PAKJAS/16.1817.
11. Heterosis and combining ability estimates for assessing potential parents to develop F1 hybrids in upland cotton / N. Solongi et al. *The Journal of Animal & Plant Sciences*. 2019. Vol. 29(5). P. 1362–1373.
12. Datta Subodh Kumar Datta. Breeding of new ornamental varieties: Rose. *Current science*. 2018. Vol. 114. No 6. P. 1194–1206. DOI: 10.18520/cs/v114/i06/1194-1206
13. Modern Roses. URL: <https://www.rose.org/modernroses>.
14. Державний Реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні. URL: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reystir-sortiv-roslin>
15. Дідора В.Г., Смаглій О.Ф., Ермантраут Е.Р. Методика наукових досліджень в агрономії: навч. посіб. Київ: Центр учбової літератури, 2013. 264 с.
16. Protocol for distinctness, uniformity and stability tests *Rosa* L. Community Plant Variety Office: European Union. 2009. 35 p. URL: https://cpvo.europa.eu/sites/default/files/documents/rosa_2_rev.pdf
17. Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability of Rose (*Rosa* L.). URL: <https://www.upov.int/edocs/tgdocs/en/tg011.pdf>
18. Атлас морфологічних ознак сортів троянди (*Rosa* L.): допов. до Методики проведення експер-

тизи сортів троянди на відмінність, однородність та стабільність. Київ: Алефа, 2009. 64 с.

19. Ott R.L., Longnecker M.T. An introduction to statistical methods and data analysis. Nelson Education. 2015. 235 p.
20. Griffing B. Analysis of quantitative geneaction by constant parent regression and related techniques. *Genetics*. 1950. Vol. 35. P. 303–321. DOI: 10.1093/genetics/35.3.30310.
21. Beil G.M., Atkins R.E. Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Iowa State J. Sci*. 1965. Vol. 39. No 3. P. 345–348. DOI: 10.15407/frg2018.01.04611.

REFERENCES

1. Rubtsova, O.L. (2009). Rid Rosa L. v Ukraini: henofond, istoriia, napriamy doslidzhen, dosiahnennia ta perspektyvy: monohrafiia [The genus Rosa L. in Ukraine: gene pool, history, research directions, achievements and prospects]. Kyiv, Feniks, 375 p.
2. Canli, F.A., Kazaz, S. (2009). Biotechnology of roses: progress and future prospects. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi. Seri. A. pp. 167–183.
3. Liu, C., Wang, G., Wang, H. (2015). Phylogenetic Relationships in the Genus *Rosa* Revisited Based on *rpl16*, *trnL-F*, and *atpB-rbcL* Sequences. *HortScience horts*. Vol. 50, Issue 11, pp. 1618–1624. DOI: 10.21273/HORTSCI.50.11.1618
4. Raymond, O., Gouzy, J., Just, J. (2018). The *Rosa* genome provides new insights into the domestication of modern roses. *Nat Genet*. Vol. 50, pp. 772–777. DOI: 10.1038/s41588-018-0110-3
5. Golino, D.A. (2002). A rose collection for a healthy future. *American Rose*. Vol. 36, no. 19, pp. 26–28.
6. Scalliet, G., Piola, F., Douady, C.J. (2008). Scent evolution in Chinese roses. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. Vol. 105, no. 15, pp. 5927–5932. DOI: 10.1073/pnas.0711551105
7. Bandahmane, M., Dubois, A., Raymond, O., Bris, M.L. (2013). Genetic and genomics of flower initiation and development in roses. *J. of Exp. Bot*. Vol. 64, no. 4, pp. 847–857. DOI: 10.1093/jxb/ers387
8. Oyant, L.H.S., Ruttik, T., Hamama, L. (2018). A high quality genome sequence of *Rosa chinensis* to elucidate ornamental traits. *Nature Plants*. Vol. 4, pp. 473–484. DOI:10.1038/s41477-018-0166-1
9. Wang, L.N., Liu, Y.F., Zhang, Y.M. (2012). The expression level of *Rosa* Terminal Flower 1 (RTFL1) is related with recurrent flowering in roses. *Molecular Biology Reports*. Vol. 39, pp. 3737–3746. DOI: 10.1007/s11033-011-1149-8
10. Farooq, Amjad, Lei, Shi, Nadeem, Muhammad (2016). Cross compatibility in various scented *rosa* species breeding. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*. Vol. 53, pp. 864–869. DOI: 10.21162/PAKJAS/16.1817.
11. Solongi, N., Jatoi, W., Baloch, M.J., Siyal, Mahfishan, Solangi, A., Memon, S. (2019). Heterosis and combining ability estimates for assessing potential parents to develop F1 hybrids in upland cotton. *The Journal of Animal & Plant Sciences*. Vol. 29(5), pp. 1362–1373.

12. Datta Subodh Kumar, Datta. (2018). Breeding of new ornamental varieties: Rose. Current science. Vol. 114, no. 6, pp. 1194–1206. DOI: 10.18520/cs/v114/i06/1194-1206

13. Modern Roses. Available at: <https://www.rose.org/modernroses>.

14. Derzhavnyi Reiestr sortiv roslyn, prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini [The State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine]. Available at: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reiestr-sortiv-roslyn>

15. Didora, V.H., Smahlii, O.F., Ermantraut, E.R. (2013). Metodyka naukovykh doslidzhen v ahronomii: navch. posib. [Methods of scientific research in agronomy]. Kyiv, Center for Educational Literature, 264 p.

16. Protocol for distinctness, uniformity and stability tests *Rosa L.* Community Plant Variety Office: European Union. 2009, 35 p. Available at: https://cpvo.europa.eu/sites/default/files/documents/rosa_2_rev.pdf

17. Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability of Rose (*Rosa L.*). Available at: <https://www.upov.int/edocs/tgdocs/en/tg011.pdf>

18. Atlas morfolohichnykh oznak sortiv troiandy (*Rosa L.*): dopov. do Metodyky provedennia eksperytyzy sortiv troiandy na vidmynnist, odnorodnist ta stabilnist [Atlas of morphological characters of rose varieties (*Rosa L.*): supplement to the Methodology for examination of rose varieties for distinctiveness, uniformity and stability]. Kyiv, Alefa, 2009, 64 p.

19. Ott, R.L., Longnecker, M.T. (2015). An introduction to statistical methods and data analysis. Nelson Education. 235 p.

20. Griffing, B. (1950). Analysis of quantitative geneaction by constant parent regression and related techniques. Genetics. Vol. 35, pp. 303–321. DOI: 10.1093/genetics/35.3.30310.

21. Beil, G.M., Atkins, R.E. (1965). Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. Iowa State J. Sci. Vol. 39, no. 3, pp. 345–348. DOI: 10.15407/fig2018.01.04611.

Assessment of heterosis and important decorative traits in new rose hybrids in F₁ Ukrainets O., Polishchuk V.

The article presents the research results of inter-varietal roses hybridization: the parent varieties were studied according to the main decorative indicators, the effect of heterosis of F₁ hybrids over the parents was evaluated by the following traits: plants height, flower diameter, number of petals per flower, number of flowers blooming in one flowering wave (rose productivity). The analysis of inheritance of quantitative traits

in hybrids according to the degree of dominance was carried out.

The research was conducted in accordance with generally accepted national field and laboratory methods and standards. According to the research scheme, valuable decorative traits of introduced rose varieties were studied, parental pairs for selection were chosen, hybridization was carried out, peculiarities of heterosis manifestation and inheritance of quantitative traits in hybrids by the degree of dominance were evaluated. Valuable decorative traits in promising hybrid rose progeny were also evaluated, followed by selection of valuable genotypes to improve selective traits in new varieties.

According to the research, plants height varies from 43.2 cm («*Goldelse*» variety) to 102 cm («*Hans Gonewein Rose*» variety), and the average value for the varieties is 71.4 cm. The average flower diameter was 7.6 cm, and the largest flower diameter (more than 9 cm) was observed in the varieties «*Amelia*», «*Lidka*» and «*Nostalgie*». The largest number of petals was in the «*Cream Abundanc*» variety – 67.0 pcs, while the smallest – in the «*Santa Monika*» variety – 15.6 pcs. The largest number of flowers per bush formed during one flowering wave was observed in «*Hans Gonewein Rose*» and was equal to 424.4 pcs.

During the initial study of rose hybrids their main quantitative indicators were evaluated. The tallest were hybrids from the combinations P1×P3 and P2×P6 – 105.7 cm and 103.5 cm respectively. The average height of the varieties was 69.0 cm. The largest flower diameter, which exceeded 9.0 cm, was observed in hybrids from combinations: P10×P2, P9×P7 and P1×P6. The number of petals in the hybrids varied from 12 per flower to 62. Hybrids of the combinations P5×P10 and P7×P4 had the highest average number of flowers per flowering wave and were equal to 144.5 and 102.0 pcs. respectively.

Compared to the parental forms, the studied offspring usually had negative true and hypothetical heterosis. The dominance degree (hp) in most hybrids had negative overdominance (hp<-1). Among the combinations the highest positive heterosis (Hip and Hspr) for the studied parameters was in hybrids P5×P10, P1×P3, P9×P7 and P1×P6. Among all first-generation hybrids negative heterosis by all indicators was found in 31.3%.

For green construction and selection process as carriers of decorative valuable and biological indicators the hybrids from combinations are quite promising: P5×P10, P10×P2, P10×P5, P8×P6, P2×P6, P6×P8, P5×P6, P1×P6 and P7×P9.

Key words: rose, selection, hybridization, heterosis, degree of dominance, hybrid, decorative traits.



Copyright: Українець О.А., Поліщук В.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:

Українець О.А.

Поліщук В.В.

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

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

АГРОНОМІЯ

УДК 633.16:631.8

Вплив біопрепаратів на формування кількісних показників сорту ячменю ярого Бравий за різних фонів живлення

Вискуб Р.С. , Скнипа Н.Л. 

Донецька державна сільськогосподарська дослідна станція НААН України



Вискуб Р.С., Скнипа Н.Л. Вплив біопрепаратів на формування кількісних показників сорту ячменю ярого Бравий за різних фонів живлення. «Агробіологія», 2024. № 1. С. 167–174.

Vyskub R., Sknypa N. The influence of biological preparations on the formation of quantitative indicators of spring barley variety «Bravyi» under different nutritional backgrounds. «Agrobiology», 2024. no. 1, pp. 167–174.

Рукопис отримано: 15.03.2024 р.

Прийнято: 01.04.2024 р.

Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-167-174

Метою досліджень було вивчення дії мікробіологічних препаратів на формування біометричних показників рослин ячменю ярого (*Hordeum vulgare* L.) за мінеральної та органічної систем удобрення (сорт ячменю ярого – Бравий). Дослідження виконували у польовій сівозміні Донецької державної сільськогосподарської дослідної станції НААН України у 2021–2023 рр. на двох фонах живлення: мінеральному ($N_{30}P_{30}$) і органічному (біогумус – 1000 кг/га). У результаті кількісного аналізу найвищим коефіцієнт кущіння ячменю ярого наприкінці фази кущіння на мінеральному фоні живлення був за використання препаратів Мікрогумін та Байкал для обробки насіння (1,9), на органічному фоні живлення всі варіанти використання мікробіологічних препаратів для обробки насіння сприяли формуванню кількості пагонів на рівні 1,5–1,6 шт. Найбільшу кількість вузлових коренів на рослині ячменю ярого на мінеральному фоні (2,3) дозволили сформувати варіанти, де виконували обробку біопрепаратами насіння та посівів. На органічному фоні в середньому на 0,1 шт. було менше вузлових коренів ніж на мінеральному фоні. За проведення аналізу рослин у фазу повної стиглості встановлено, що за мінерального фону живлення найвищі коефіцієнти загального кущіння одержано на варіантах за інокуляції насіння Мікрогуміном та обприскування посівів Байкалом (1,9). На варіантах Байкал (обприскування посівів у фазу кущіння) та Байкал (обробка насіння) + Біоритм (обприскування посівів у фазу кущіння) були найбільші коефіцієнти продуктивного кущіння (1,8 та 1,7 відповідно). За використання органічного фону живлення найкращий показник коефіцієнту загального кущіння одержаний за інокуляції насіння препаратом Мікрогумін – 1,6, коефіцієнти продуктивного кущіння коливались в межах 1,2–1,3. Використання мікробіологічних препаратів для обробки насіння, що вивчали, сприяло підвищенню коефіцієнту кущіння та формуванню вузлових коренів у рослин ячменю ярого незалежно від фону живлення. Кількість стебел, як загальних так продуктивних, була більшою на мінеральному фоні живлення на всіх варіантах дослідів.

Ключові слова: ячмінь ярий, система удобрення, мікробіологічні препарати, фаза кущіння, фаза повної стиглості, біометричні показники.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Підвищення врожайності ярих зернових колосових культур через удосконалення наявних технологій вирощування та розробки нових найбільш раціональних і екологічно безпечних прийомів агротехніки є одним з основних напрямів аграрної науки [1–3].

Дослідники відмічають втрату гумусного шару ґрунту, що призводить до зменшення мож-

ливостей біологізації землеробства з погляду рівня родючості ґрунтів [4, 5]. Зменшення негативного антропогенного впливу в сільському господарстві завдяки використанню органічних добрив, впровадження у виробництво розширеного набору сільськогосподарських культур є метою органічного землеробства [6–8].

Сметанко та ін. [9–11] вважають перспективним використання елементів біологізації

виращування зернових на фоні різних попередників і мінерального живлення для підвищення продуктивності та якості зерна зернових культур в умовах Південного Степу України.

Для збереження в ґрунті бездефіцитного балансу гумусу потрібно постійне внесення органічних добрив. Значна кількість досліджень спрямована на використання для відновлення родючості ґрунтів біогумусних органічних добрив, які одержують за промислової переробки компостів, здебільшого використовують біогумус, який отримують за допомогою каліфорнійських черв'яків [12–15].

За науковими дослідженнями І.О. Бідної та інших вчених [16, 17], використання біостимуляторів різного походження підвищує ефективність добрив, покращуючи умови живлення рослин та їх продуктивність. Застосування біопрепаратів створює реальні передумови для суттєвого підвищення врожаю зернових культур з одночасним зменшенням на 25–30 % норм внесення мінеральних добрив.

Отже, як вказують літературні джерела [18–24], вирішення проблеми підвищення врожайності ячменю ярого потребує вдосконалення наявних агротехнічних прийомів його вирощування з урахуванням агробіологічних особливостей нових адаптивних сортів та вдосконалення системи удобрення з використанням біологічних препаратів, які застосовують як за обробки насіння, так і під час догляду за посівами. Тому нині дослідження щодо вдосконалення системи удобрення через використання біопрепаратів, регуляторів росту рослин, біодобрив є актуальними.

У дослідженнях проводили інокуляцію насіння ячменю ярого мікробіологічними препаратами для встановлення їх впливу на фізіологічні процеси формування рослинами біометричних показників на різних фонах живлення.

Метою дослідження було вивчити дію мікробіологічних препаратів на формування біометричних показників рослин ячменю ярого за мінерального та органічного систем удобрення.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження виконували у польовій сівозміні Донецької державної сільськогосподарської дослідної станції НААН України у 2021–2023 рр. на двох фонах живлення: мінеральному ($N_{30}P_{30}$) і органічному (біогумус – 1000 кг/га). Повторність у досліді 3-кратна. Розміщення ділянок – систематичне. Площа облікової ділянки становила 40 м².

Основний метод досліджень – польовий, який доповнювали аналітичними дослідження-

ми, вимірами, підрахунками і спостереженнями відповідно до загальноприйнятих методик та методичних рекомендацій у рослинництві [25, 26]. Статистичну оцінку виконано із застосуванням ППП «ОСГЕ».

Ґрунт – чорнозем звичайний малогумусний важкосуглинковий. Вміст гумусу в орному шарі становить 4,5 %. Валовий вміст основних поживних речовин: N – 0,28–0,31 %, P_2O_5 – 0,16–0,18 %, K_2O – 1,8–2,0 %.

Технологія вирощування була загальноприйнятою для східної частини Північного Степу України, крім поставлених на вивчення питань та відповідала зональним і регіональним рекомендаціям. Для досліджень обрано сорт ячменю ярого Бравий (різновидність – медікум), внесений у 2020 р. до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Попередник – соняшник. Мінеральні та органічні добрива вносили під час сівби. Стимулятори росту використовували згідно зі схемою досліді (табл. 1).

Результати дослідження та обговорення. Фенологічні спостереження за ростом та розвитком рослин ячменю ярого свідчать про позитивний вплив заходів, що досліджували, на формування рослинами біометричних показників наприкінці фази кушіння. Найкращий габітус, незалежно від фону живлення, забезпечувало використання Байкалу та Біоритму для обробки насіння. Фони живлення більш суттєво впливали на показник висоти рослин. Зокрема, рослини мінерального фону були вищими за рослини органічного в середньому на 3 см (табл. 1).

Використання мікробіологічних препаратів для обробки насіння, що вивчали, сприяло підвищенню коефіцієнту кушіння у рослин незалежно від фону живлення. Найвищим коефіцієнт кушіння (1,9) на мінеральному фоні живлення був за використання препарату Мікрогумін для обробки насіння, а також за сумісного використання препаратів Мікрогумін та Байкал для обробки насіння.

Високий рівень формування кількості пагонів (1,6 шт./рослину) на органічному фоні живлення забезпечувало використання мікробіологічних препаратів наступних варіантів: Мікрогумін (обробка насіння), Мікрогумін (обробка насіння) + Екостимул (фаза кушіння), Байкал (обробка насіння) + Біоритм (фаза кушіння) та Байкал (обробка насіння) + Екостимул (фаза кушіння).

Фони живлення майже однаково впливали на формування вузлових коренів. На органічному фоні в середньому на 0,1 шт. було менше вузлових коренів ніж на мінеральному фоні.

Найбільшу кількість вузлових коренів на рослині ячменю ярого на мінеральному фоні (2,3 шт./рослину) дозволили сформувати варіанти Мікрогумін (обробка насіння) + Екостимул (фаза кущіння), Байкал (обробка насіння) + Біоритм (фаза кущіння) та Байкал (обробка насіння) + Екостимул (фаза кущіння).

На органічному фоні в середньому на 0,1 шт. було менше вузлових коренів ніж на мінеральному фоні. Більш істотно впливало використання мікробіологічних препаратів для обробки насіння перед сівбою. Зокрема, кількість вторинних коренів збільшувалась порівняно з контролем від 0,1 до 0,4 шт. Найбільшу кіль-

кість вузлових коренів на рослині ячменю ярого на органічному фоні (2,3 шт./рослину) сформував лише варіант Мікрогумін + Байкал (обробка насіння). Варіанти з обробкою біопрепаратами насіння та посівів, а саме Мікрогумін (обробка насіння) + Біоритм (фаза кущіння), Мікрогумін (обробка насіння) + Екостимул (фаза кущіння) та Байкал (обробка насіння) + Біоритм (фаза кущіння), забезпечили дещо меншу кількість вузлових коренів на рослині – 2,2 шт./рослину.

Вплив мікробіологічних препаратів на формування біометричних показників рослинами ячменю ярого сорту Бравий у фазу повної стиглості представлено у таблиці 2.

Таблиця 1– Біометричні показники рослин ячменю ярого сорту Бравий наприкінці фази кущіння, 2021–2023 рр.

Варіант досліджу	Висота, см	Кількість на рослині, шт.	
		стебел	вузлових коренів
Фон живлення – N ₃₀ P ₃₀			
Контроль	34,3	1,3	2,0
Мікрогумін (обробка насіння)	34,6	1,9	2,1
Мікрогумін + Байкал (обробка насіння)	35,2	1,9	2,2
Мікрогумін (обробка насіння) + Біоритм (обприскування у фазу кущіння)	35,1	1,6	2,1
Мікрогумін (обробка насіння) + Екостимул (обприскування у фазу кущіння)	34,9	1,5	2,3
Байкал (обробка насіння) + Біоритм (обприскування у фазу кущіння)	35,3	1,8	2,3
Байкал (обробка насіння) + Екостимул (обприскування у фазу кущіння)	35,2	1,6	2,3
Байкал (обприскування у фазу кущіння)	34,4	1,3	2,0
Біоритм (обприскування у фазу кущіння)	34,4	1,3	1,9
Екостимул (обприскування у фазу кущіння)	34,4	1,3	1,9
Фон живлення – Біогумус (1000 кг/га)			
Контроль	28,9	1,2	1,9
Мікрогумін (обробка насіння)	29,5	1,6	2,2
Мікрогумін + Байкал (обробка насіння)	30,1	1,5	2,3
Мікрогумін (обробка насіння) + Біоритм (обприскування у фазу кущіння)	30,0	1,5	2,2
Мікрогумін (обробка насіння) + Екостимул (обприскування у фазу кущіння)	30,1	1,6	2,2
Байкал (обробка насіння) + Біоритм (обприскування у фазу кущіння)	31,1	1,6	2,2
Байкал (обробка насіння) + Екостимул (обприскування у фазу кущіння)	30,0	1,6	2,1
Байкал (обприскування у фазу кущіння)	29,0	1,2	1,8
Біоритм (обприскування у фазу кущіння)	28,9	1,2	1,8
Екостимул (обприскування у фазу кущіння)	29,0	1,1	1,8
НІР _{0,5} (фон живлення)	2,5	0,11	0,10
НІР _{0,5} (препарат)	1,1	0,05	0,05
НІР _{0,5} (сукупна дія фонів живлення та препаратів)	3,5	0,15	0,15

Таблиця 2 – Біометричні показники рослин ячменю ярого сорту Бравий у фазу повної стиглості, 2021–2023 рр.

Варіант досліджу	Висота, см	Кількість стебел, шт./м ²		Коефіцієнт кущіння	
		загал.	прод.	загал.	прод.
Фон живлення – N ₃₀ P ₃₀					
Контроль	66,7	541	529	1,4	1,3
Мікрогумін (обробка насіння)	71,7	752	645	1,9	1,6
Мікрогумін + Байкал (обробка насіння)	72,0	690	661	1,7	1,6
Мікрогумін (обробка насіння) + Біоритм (обприскування у фазу кущіння)	70,7	665	603	1,7	1,5
Мікрогумін (обробка насіння) + Екостимул (обприскування у фазу кущіння)	73,7	640	599	1,6	1,5
Байкал (обробка насіння) + Біоритм (обприскування у фазу кущіння)	69,7	694	675	1,7	1,7
Байкал (обробка насіння) + Екостимул (обприскування у фазу кущіння)	68,7	614	590	1,5	1,5
Байкал (обприскування у фазу кущіння)	69,0	780	747	1,9	1,8
Біоритм (обприскування у фазу кущіння)	68,7	612	597	1,5	1,5
Екостимул (обприскування у фазу кущіння)	67,7	618	601	1,6	1,5
Фон живлення – Біогумус (1000 кг/га)					
Контроль	58,3	523	491	1,3	1,2
Мікрогумін (обробка насіння)	61,0	651	491	1,6	1,2
Мікрогумін + Байкал (обробка насіння)	59,7	605	501	1,5	1,3
Мікрогумін (обробка насіння) + Біоритм (обприскування у фазу кущіння)	59,0	590	528	1,5	1,3
Мікрогумін (обробка насіння) + Екостимул (обприскування у фазу кущіння)	61,3	577	482	1,5	1,2
Байкал (обробка насіння) + Біоритм (обприскування у фазу кущіння)	60,3	581	533	1,5	1,3
Байкал (обробка насіння) + Екостимул (обприскування у фазу кущіння)	63,7	598	484	1,5	1,2
Байкал (обприскування у фазу кущіння)	62,7	591	520	1,5	1,3
Біоритм (обприскування у фазу кущіння)	60,7	571	489	1,4	1,2
Екостимул (обприскування у фазу кущіння)	58,7	585	473	1,5	1,2
НІР _{0,5} (фон живлення)	4,0	18,6	14,6	0,17	0,23
НІР _{0,5} (препарат)	1,8	8,3	6,5	0,08	0,10
НІР _{0,5} (сукупна дія фонів живлення та препарату)	5,6	26,3	20,6	0,25	0,33

На мінеральному фоні живлення найбільшу висоту рослин забезпечував варіант Мікрогумін (обробка насіння) + Екостимул (фаза кущіння), що на 7 см вище за контрольний варіант. Органічний фон сприяв формуванню найбільшої висоти рослин за сумісного використання обробки насіння Байкалом та обприскування посівів на початку фази кущіння препаратом Екостимул (приріст порівняно з контролем – 6 см).

Кількість стебел, як загальних так продуктивних, була більшою на мінеральному фоні живлення на всіх варіантах досліджу. Найнижчі показники кущіння за мінерального фонів живлення були за використання препарату Біоритм для обприскування рослин у фазу кущіння.

На мінеральному фоні живлення найвищі коефіцієнти загального кущіння були на варіантах за інкуляції насіння Мікрогуміном та обприскування посівів Байкалом (1,9).

На варіантах, де застосовували інокуляцію препаратом Мікрогумін були сформовані коефіцієнти продуктивного кушіння, які дорівнювали від 1,5 до 1,6. На варіантах Байкал (фаза кушіння) та Байкал (обробка насіння) + Біоритм (фаза кушіння) були найбільші коефіцієнти продуктивного кушіння (1,8 та 1,7 відповідно).

За органічного фону живлення суттєвої різниці за коефіцієнтами загального кушіння (середнє – 1,5) між варіантами не було встановлено. Найвищий показник коефіцієнту загального кушіння був одержаний за інокуляції насіння препаратом Мікрогумін (фаза кушіння) – 1,6. Коефіцієнти продуктивного кушіння коливались в межах 1,2–1,3.

Висновки. За проведення аналізу формування біометричних показників у рослин ячменю ярого сорту Бравий наприкінці фази кушіння відмічено найвищий коефіцієнт кушіння ячменю ярого (1,9) на фоні живлення $N_{30}P_{30}$ за використання препарату Мікрогумін для обробки насіння, а також за сумісного використання препаратів Мікрогумін та Байкал для обробки насіння. Застосування мікробіологічних препаратів для обробки насіння на фоні живлення Біогумус (1000 кг/га) сприяло формуванню кількості пагонів на рівні 1,5–1,6 шт.

Найбільшу кількість вузлових коренів на рослині ячменю ярого на фоні $N_{30}P_{30}$ (2,3) дозволили сформувати варіанти, де виконували обробку біопрепаратами насіння та посівів. На фоні Біогумус (1000 кг/га) в середньому на 0,1 шт. було менше вузлових коренів, ніж на мінеральному фоні.

За проведення аналізу формування біометричних показників у рослин ячменю ярого сорту Бравий у фазу повної стиглості було встановлено, що на фоні живлення $N_{30}P_{30}$ найвищі коефіцієнти загального кушіння були на варіантах за інокуляції насіння Мікрогуміном та обприскування посівів Байкалом (1,9). На варіантах Байкал (обприскування посівів у фазу кушіння) та Байкал (обробка насіння) + Біоритм (обприскування посівів у фазу кушіння) були найбільші коефіцієнти продуктивного кушіння (1,8 та 1,7 відповідно).

За використання фону живлення Біогумус (1000 кг/га) найвищий показник коефіцієнту загального кушіння був одержаний за інокуляції насіння препаратом Мікрогумін – 1,6, коефіцієнти продуктивного кушіння коливались в межах 1,2–1,3.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Черемісіна С.Г., Россоха В.В. Ефективність виробництва зернових культур в Україні: аналіз сучасного стану та перспективи підвищення. *Економіка АПК*. 2021. № 6. С. 54–67. DOI: 10.32317/2221-1055.202106054
2. Атамась Г. Аналітичне дослідження розвитку зерновиробництва в Одеській області України. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2020. № 95. С. 132–137. DOI: 10.37000/abbsl.2019.95.21
3. Вінюков О.О., Балян А.В., Бондарева О.Б., Чугрій Г.А. Актуальні технології підвищення продуктивності зернових культур у східній частині Північного Степу України. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 7 (820). С. 5–14. DOI: 10.31073/agrovisnyk202107-01
4. Petrychenko V.F., Korniychuk O.V., Voronetska I.S. Biological farming in conditions of transformational changes in the agrarian production of Ukraine. *Agricultural Science and Practice*. 2018. 5(2). P. 3–12. DOI: 10.15407/agrisp5.02.003
5. Тимофеев М.М., Бондарева О.Б., Вінюков О.О. Біологізація рослинництва – основа формування сталих агробіоценотів. *Зернові культури*. 2017. Т. 1. № 1. С. 79–85. URL: <https://journal-grain-crops.com/arhiv/view/5dbbdc1825e6a.pdf>
6. Aguilera E., Guzmán G., Alonso A. Greenhouse gas emissions from conventional and organic cropping systems in Spain. I. Herbaceous crops. *Agron. Sustain. Dev.* 2015. 35. P. 713–724.
7. Rutkoviene V., Česonienė L., Steponavičius D. Nitrogen losses from organic and mineral fertilizers in model soil system. *Cereal Res. Commun.* 2007. 35. P. 313–316.
8. Chaturvedi L., Bagri P.K., Singh T. Effect of natural farming on growth, yield and economics of barley (*Hordeum vulgare* L.). *The Pharma Innovation Journal*. 2023. 12(10). P. 1372–1374. URL: <http://www.thepharmajournal.com>
9. Сметанко О.В., Бурикїна С.І., Кривенко А.І. Вплив елементів біологізації вирощування пшениці озимої на різних фонах мінерального живлення в умовах Південного Степу України. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 8 (785). С. 33–37. DOI: 10.31073/agrovisnyk201808-05
10. Василенко М.Г. Органо-мінеральні добрива і регулятори росту рослин в органічному землеробстві. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 2. С. 11–18. DOI: 10.31073/agrovisnyk201702-02
11. Виробництво та використання органічних добрив / І.А. Шувар та ін. Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2015. 596 с.
12. Сендецький В.М. Виробництво органічних добрив нового покоління «Біогумус» з органічних відходів агропромислового комплексу методом вермикультивування і його вплив на урожайність сільськогосподарських культур. *Збірник наукових праць Білоцерківського національного аграрного університету «Агробіологія»*. 2010. № 4 (80). С. 72–78.
13. Sunag M.N., Singh P.R., Singh R., Singh K. Effect of integrated nutrient management on the

performance of barley (*Hordeum vulgare* L.). The Pharma Innovation Journal. 2021. 10(9). P. 1492–1496.

14. Harendra S., Bahir A. Effect of integrated use of vermicompost, Azotobacter and inorganic fertilizers on yield and nutrients uptake by wheat. Annals of Plant and Soil Research. 2013. 12(2). P. 89–91.

15. Raghvendra S., Durgesh K.M., Ravikesh K.P., Rahul R. An Investigation into the Impacts of Preparatory Tillage and Nutrient Management on Barley Yield and Economic Viability in the Context of Water Stress Conditions. Int. J. Environ. Clim. Change. 2024. Vol. 14. No. 2. P. 601–607. URL: <https://www.sdiarticle5.com/review-history/110920>

16. Біднина І.О., Влащук О.С., Козирев В.В., Томницький А.В. Ефективність спільного застосування добрив і мікробних препаратів при вирощуванні сільськогосподарських культур на півдні України. Зрошуване землеробство. 2013. № 60. С. 54–56. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zz_2013_60_22.

17. Волкогон В.В., Надкернична О.В., Ковалевська Т.М. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика: монографія. Київ: Аграрна наука, 2006. 312 с.

18. Agrotechnical methods of increasing drought resistance of spring barley / O. Vinyukov et al. Revista de la Universidad del Zulia. 2022. No 13 (37). P. 244–261. DOI: 10.46925/rdluz.37.16

19. Vaschenko V., Shevchenko O., Vinyukov A., Bondareva O. Correlation of effects of the general combination ability and the sign of the duration of the spring-hilling period in spring barley varieties. Agrolife scientific journal. 2021. No 10 (2). P. 203–208. DOI: 10.17930/AGL2021225

20. Остапчук М.О., Поліщук І.С., Мазур О.В., Максимов А.М. Використання біопрепаратів – перспективний напрямок вдосконалення агротехнологій. Сільське господарство та лісівництво. 2015. № 2. С. 5–17. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agf_2015_2_3

21. Гирка А.Д., Вінюков О.О., Андрейченко О.Г., Кулик І.О. Вплив біопрепаратів та регуляторів росту на продуктивність рослин ячменю ярого голозерного та плівчастого в умовах північного Степу. Бюлетень Інституту сільськогосподарства степової зони НААН України. 2012. № 3. С. 65–68. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/bisg_2012_3_19

22. Урожайність і якість насіння сільськогосподарських культур за дії регуляторів росту рослин / М.Г. Василенко та ін. Агроекологічний журнал. 2018. № 1. С. 96–101. DOI: 10.33730/2077-4893.1.2018.161350

23. Власюк О.С. Вплив удобрення на ефективність обробки мікробними препаратами насіння та посівів ячменю ярого. Зернові культури. Т. 4. № 1. 2020. С. 80–86. DOI: 10.31867/2523-4544/0109

24. Fertilizer and cultivar affect the barley rhizobiome, while domestication age only affects growth at low nutrient levels / N.L. Kindtler et al. DOI: 10.1101/2023.11.24.568554

25. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

26. Методичні вказівки щодо проведення польових дослідів з вивчення технологій вирощування зернових культур. ІЗ УААН. Київ, 2003. 22 с.

REFERENCES

1. Cheremisina, S.H., Rossokha, V.V. (2021). Efektyvnist vyrobnytstva zernovykh kultur v Ukraini: analiz suchasnoho stanu ta perspektyvy pidvyshchennia [Efficiency of grain production in Ukraine: analysis of the current state and prospects for improvement]. Ekonomika APK [Economy of agro-industrial complex]. no. 6, pp. 54–67. DOI: 10.32317/2221-1055.202106054

2. Atamas, H. (2020). An analytical study of the development of grain production in the Odessa region of Ukraine. Agrarian Bulletin of the Black Sea Littoral. no. 95, pp. 132–137. DOI: 10.37000/abbsl.2019.95.21

3. Vinyukov, O., Balian, A., Bondareva, O., Chuhrii, A. (2021). Aktual'ni tehnologii' pidvyshhennja produktyvnosti zernovykh kul'tur u shidnij chastyni Pivnichnogo Stepu Ukrainy [Current technologies of increasing the productivity of grain crops in the Eastern part of the Northern Steppe of Ukraine]. Visnyk ahrarynoi nauky [Bulletin of Agricultural Science]. no. 7 (820), pp. 5–14. DOI: 10.31073/agrovisnyk202107-01

4. Petrychenko, V.F., Kornychuk, O.V., Voronetska, I.S. (2018). Biological farming in conditions of transformational changes in the agrarian production of Ukraine. Agricultural Science and Practice. no. 5(2), pp. 3–12. DOI: <https://doi.org/10.15407/agrisp5.02.003>

5. Timofeev, M.M., Bondareva, O.B., Vinyukov, O.O. (2017). Biologization of crop production - the basis of the formation of sustainable agrobioses. Cereal crops. no. 1(1), pp. 79–85. Available at: <https://journal-grain-crops.com/arhiv/view/5dbbdc1825e6a.pdf>

6. Aguilera, E., Guzmán, G., Alonso, A. (2015). Greenhouse gas emissions from conventional and organic cropping systems in Spain. I. Herbaceous crops. Agron. Sustain. Dev. no. 35, pp. 713–724.

7. Rutkoviene, V., Česonienė, L., Steponavičius, D. (2007). Nitrogen losses from organic and mineral fertilizers in model soil system. Cereal Res. Commun. no. 35, pp. 313–316.

8. Chaturvedi L., Bagri P.K., Singh T. (2023). Effect of natural farming on growth, yield and economics of barley (*Hordeum vulgare* L.). The Pharma Innovation Journal. no. 12(10), pp. 1372–1374. Available at: <http://www.thepharmajournal.com>

9. Smetanko, O.V., Burykina, S.I., Kryvenko, A.I. (2018). Vplyv elementiv biologizacii' vyroshhuvannja pshenyци ozymoi' na riznyh fonah mineral'nogo zhyvlennja v umovah Pivdenного Stepu Ukrainy [Influence of elements of biologization of cultivation of winter wheat on different backgrounds of mineral nutrition in conditions of South Steppe of Ukraine]. Visnyk ahrarynoi nauky [Bulletin of Agricultural Science]. no. 8 (785), pp. 33–37. DOI: 10.31073/agrovisnyk201808-05

10. Vasylenko, M.G. (2017). Organo-mineral'ni dobryva i regulatory rostu roslyn v organichnomu zemlerobstvi [Organo-mineral fertilizers and growth regulators of plants in organic farming]. Visnyk ahrary-

noyi nauky [Bulletin of Agricultural Science]. no. 2, pp. 11–18. DOI: 10.31073/agrovisnyk201702-02

11. Shuvar, I.A., Sendetsky, V.M., Bunchak, O.M., Hnydyuk, V.S., Tymofiychuk, O.B. (2015). Vyrobnystvo ta vykorystannya orhanichnykh dobryv [Production and use of organic fertilizers]. Ivano-Frankivsk, Symphony Forte, 596 p.

12. Sendetsky, V.M. (2010). Vyrobnystvo orhanichnykh dobryv novoho pokolinnya «Biohumus» z orhanichnykh vidkhodiv ahropromysloвого kompleksu metodom vermykultyvuvannya i yoho vplyv na urozhaynist silskohospodarskykh kultur [Production of new generation organic fertilizer from organic wastes of agroindustrial complex by vermiculturing and its influence on agriculture crops productivity]. Zbirnyk naukovykh prats Bilotserkivskoho natsionalnoho aharnoho universytetu “Ahrobiolohiya” [Bulletin of the Bila Tserkva State Agrarian University “Agrobiologiya”]. no. 4 (80), pp. 72–78.

13. Sunag, M.N., Singh, P.R., Singh, R., Singh, K. (2021). Effect of integrated nutrient management on the performance of barley (*Hordeum vulgare* L.). The Pharma Innovation Journal. no. 10(9), pp. 1492–1496.

14. Harendra, S., Bahir, A. (2013). Effect of integrated use of vermicompost, *Azotobacter* and inorganic fertilizers on yield and nutrients uptake by wheat. *Annals of Plant and Soil Research*. no 12(2), pp. 89–91.

15. Raghvendra, S., Durgesh, K.M., Ravikesh, K.P., Rahul, R. (2024). An Investigation into the Impacts of Preparatory Tillage and Nutrient Management on Barley Yield and Economic Viability in the Context of Water Stress Conditions. *Int. J. Environ. Clim. Change*. Vol. 14, no. 2, pp. 601–607. Available at: <https://www.sdiarticle5.com/review-history/110920>

16. Bidnyna, I.O., Vlashtuk, O.S., Kozyrev, V.V., Tomnytskiy, A.V. (2013). The effectiveness of the joint use of fertilizers and microbial preparations in the cultivation of crops in southern Ukraine. *Irrigated Farming*. no. 60, pp. 54–56. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zz_2013_60_22.

17. Volkogon, V.V., Nadkernychna, O.V., Kovalevska, T.M. (2006). *Microbial preparations in agriculture. Theory and practice*. Kyiv, Agrarian science, 312 p.

18. Vinyukov, O., Gyrka, A., Korobova, O., Bondareva, O., Chuhrii, H. (2022). Agrotechnical methods of increasing drought resistance of spring barley. *Revista de la Universidad del Zulia*. no. 13 (37), pp. 244–261. DOI: 10.46925/rdluz.37.16

19. Vaschenko, V., Shevchenko, O., Vinyukov, A., Bondareva, O. (2021). Correlation of effects of the general combination ability and the sign of the duration of the spring-hilling period in spring barley varieties. *Agrilife scientific journal*. no. 10 (2), pp. 203–208. DOI: 10.17930/AGL2021225

20. Ostapchuk, M.O., Polishchuk, I.S., Mazur, O.V., Maksimov, A.M. (2015). Vykorystannja biopreparativ – perspektyvnyj naprjamok vdoskonalennja agrotehnologij [Using of biological products – perspective direction of improvement agrotechnologies]. *Sil'ske hospodarstvo ta lisivnyctvo* [Agriculture and forestry]. no. 2, pp. 5–17. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agf_2015_2_3

21. Girka, A.D., Vinyukov, O.O., Andreychenko, O.G., Kulyk, I.O. (2012). Vplyv biopreparativ ta rehulyatoriv rostu na produktyvnist roslyn yachmenyu yarohto holozernoho ta plivchastoho v umovakh pivnichnoho Stepu [The influence of biological preparations and growth regulators on the productivity of spring bare and membrane barley plants in the conditions of the Northern Steppe]. *Byuleten Instytutu sil'skoho hospodarstva stepovoyi zony NAAN Ukrayiny* [Bulletin of the Institute of Agriculture of the Steppe Zone of the National Academy of Sciences of Ukraine]. no. 3, pp. 65–68. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/bisg_2012_3_19

22. Vasylenko, M.H., Stadnyk, A.P., Dushko, P.M., Draga, M.V., Zatsarina, Yu.A., Perets, S.V. (2018). Crop yield and seed quality of agricultural crops under using plants growth regulators [Urozhajnist' i jakist' nasinnja sil's'kogospodars'kyh kul'tur za dii' reguljatoriv rostu roslyn]. *Agroekologichnyy zhurnal* [Agroecological journal]. no. 1, pp. 96–101. DOI: 10.33730/2077-4893.1.2018.161350

23. Vlasyuk, O.S. (2020). The effect of fertilization on the effectiveness of microbial treatment of seeds and crops of spring barley. *Grain Crops*. no. 4 (1), pp. 80–86. DOI: 10.31867/2523-4544/0109

24. Kindtler, N.L., Sheikh, S., Richardy, J., Krogh, E.E., Maccario, L., Vestergård, M., Fonseca, da Rute R., Ekelund, F., Laursen, Kristian H. Fertilizer and cultivar affect the barley rhizobiome, while domestication age only affects growth at low nutrient levels. DOI: 10.1101/2023.11.24.568554

25. Dospekhov, B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methods of field experiment (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow, Agropromizdat, 351 p.

26. *Metodychni vkazivky shchodo provedennia polovykh doslidiv z vyvchennia tekhnolohii vyroshchuvannia zernovykh kultur* [Methodical guidelines for conducting field experiments on the study of technologies for growing grain crops]. Kyiv, IZ UAAN, 2003, 22 p.

The influence of biological preparations on the formation of quantitative indicators of spring barley variety «Bravyi» under different nutritional backgrounds

Vyskub R., Sknypa N.

Goal of research was to study of the effect of microbiological preparations on biometric indicators formation of spring barley plants (*Hordeum vulgare* L.) under mineral and organic fertilization systems (spring barley variety «Bravyi»). The research was carried out in the field crop rotation of the Donetsk State Agricultural Science Station of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine in 2021-2023 on two nutritional backgrounds: mineral ($N_{30}P_{30}$) and organic (biohumus – 1000 kg/ha). As a result of quantitative analysis the highest tillering coefficient of spring barley at the end of the tillering phase on a mineral nutrition background was when using «Microhumin» and «Baikal» preparations for seed treatment (1.9); on

an organic nutrition background all options for using microbiological preparations for seed treatment contributed to the formation of the number of shoots at the level of 1.5-1.6 pcs. The largest number of nodal roots on a spring barley plant on a mineral background (2.3) made it possible to form variants where seeds and crops were treated with biological preparations. On an organic background, an average of 0.1 pcs there were fewer nodal roots than on the mineral background. During plants analysis in the phase of full maturity, it was established that with a mineral nutrition background the highest coefficients of general tillering were in the variants with inoculation of seeds with «Microhumin» and spraying of crops with «Baikal» (1,9). «Baikal» (spraying of crops in tilling phase) and «Baikal» (seed processing) + «Biorhythm» (spraying of crops in tilling phase) variants had the highest coef-

ficients of productive tillering (1.8 and 1.7 respectively). When using an organic nutritional background the best indicator of general tillering coefficient was obtained when inoculating seeds with the drug «Mikrohumin» (spraying of crops in tilling phase) –1.6, the coefficients of productive tillering ranged from 1.2 to 1.3. The use of Microbiological preparations application for seed treatment contributed to an increase in the tillering coefficient and secondary roots formation in spring barley plants regardless of the nutritional background. The number of total and productive stems was greater on the mineral nutrition background in all experimental variants.

Key words: spring barley, mineral and organic fertilizing system, microbiological preparations, tillering phase, phase of full ripeness, biometric indicators.



Copyright: Вискуб Р.С., Скнипа Н.Л. © 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:

Вискуб Р.С.

Скнипа Н.Л.

<https://orcid.org/0000-0001-7679-2188>

<https://orcid.org/0000-0001-5612-9135>

АГРОНОМІЯ

УДК 633.31:631.559:631.8(477.4)

Формування урожайності зеленої маси люцерни за різних доз та строків внесення мінеральних добрив в умовах Правобережного Лісостепу УкраїниКозак Л.А.¹ , Панченко Т.В.¹ , Козак А.Л.²¹ Білоцерківський національний аграрний університет² Компанія «Corteva Agriscience»✉ E-mail: Козак Л.А. kla59@ukr.net; Панченко Т.В. panchenko.taras@gmail.com;
Козак А.Л. andrii.kozak@corteva.com

Козак Л.А., Панченко Т.В., Козак А.Л. Формування урожайності зеленої маси люцерни за різних доз та строків внесення мінеральних добрив в умовах Правобережного Лісостепу України. «Агробіологія», 2024. № 1. С. 175–187.

Kozak L., Panchenko T., Kozak A. The formation of green mass yield of alfalfa under different doses and periods of mineral fertilizers application in the conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine. «Agrobiologia», 2024. no. 1, pp. 175–187.

Рукопис отримано: 17.04.2024 р.
Прийнято: 02.05.2024 р.
Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-175-187

Дози добрив та строки їх внесення мали вплив на ріст, розвиток, виживаність люцерни та на енергетичну ефективність її вирощування.

Найкраща виживаність люцерни спостерігалася на варіантах, де вносили $P_{120}K_{120}$ двічі за рік вегетації. Зокрема виживаність становила у межах 72,0–74,1 % за першого укусу, 66,2–68,4 % за другого і 46,5–47,2 % за третього укусу. Найнижча виживаність рослин люцерни спостерігалася на варіанті без добрив, відповідно по укусах становила 69,5; 63,5 і 41,9 %.

Найбільша площа листової поверхні люцерни спостерігалася на варіанті з внесенням $P_{120}K_{120}$ восени та весною і становила 129 тис. м²/га, що перевищувало контроль в 2,3 рази. На варіантах з внесенням за вегетацію люцерни $P_{120}K_{120}$ і $P_{60}K_{60}$ врожайність зеленої маси підвищувалася, порівняно з контролем, в 1,9 рази.

Найвищу врожайність зеленої маси люцерни отримано за подвійного внесення $P_{120}K_{120}$ – 54,2 т/га, що суттєво перевищувало контроль. Дрібне внесення добрив ($P_{60}K_{60}$ восени та $P_{60}K_{60}$ навесні) не має суттєвої переваги над удобренням $P_{120}K_{120}$ весною, або восени (врожайність становила відповідно 39,9; 40,4 і 39,2 т/га).

Урожайність зеленої маси люцерни по укусах розподілялася нерівномірно. У середньому по досліді, перший укіс давав 35,9 % зеленої маси, другий – 39,3 %, а третій укіс – лише 24,8 %.

Використання мінеральних добрив у дозі $P_{60}K_{60}$ приводило до збільшення витрат сукупної енергії вирощування люцерни на 1,89 ГДж/га, або на 6,71 %, порівняно до контролю. За внесення $P_{120}K_{120}$ витрати збільшувалися на 4,39 ГДж/га, або на 15,59 %, порівняно з контролем. Внесення мінеральних добрив під люцерну сприяло підвищенню енергетичного коефіцієнту. Внесення $P_{60}K_{60}$ приводило до підвищення енергетичного коефіцієнту на 11,7 %, порівняно з контролем, $P_{120}K_{120}$ – на 31,9 %, $P_{60}K_{60}$ восени $P_{120}K_{120}$ весною – на 39,3 %, а $P_{120}K_{120}$ восени і $P_{120}K_{120}$ весною – на 56,2 %. Розрахунками встановлено, що мінеральні добрива сприяли зменшенню енергоємності 1 т кормових одиниць. Зокрема, якщо на варіанті без добрив енергоємність 1 т кормових одиниць становила 1,06 ГДж, то внесення $P_{60}K_{60}$ приводило до зниження цього показника на 10 %, $P_{120}K_{120}$ – на 24,0 %, $P_{60}K_{60}$ восени $P_{120}K_{120}$ весною – на 28,1 %, а $P_{120}K_{120}$ восени і $P_{120}K_{120}$ весною – на 36,1 %.

Ключові слова: люцерна, дози добрив, строки внесення, урожайність зеленої маси, укуси люцерни, економічна ефективність, густина рослин, строки вегетації, виживання рослин.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Люцерна є однією із найцінніших кормових бобових трав в Україні. Це високобілкова, високоврожайна, багаторічна культура, може вирощуватися як на зелений корм так і на сіно, сінаж, у сумішках і на високобілковий силос. У кормовому раціоні сільськогосподарських тварин люцерна є джерелом дешевого і якісного білка, особливо у зимовий період [23]. Високий відсоток люцерни у раціоні тварин приводить до здешевлення кормів. Вирощують люцерну здебільшого у вивідних полях, оскільки вона може утримуватися на одному полі до семи років. Однак наразі цю культуру вирощують на порівняно незначній площі. Зокрема, у 90-х роках площа вирощування люцерни в Україні сягала до 1,8 млн га [8], у 2018 році її площі скоротилися удвічі і становили лише 920 тис. га [1]. Це недостатньо і пояснюється певними технологічними проблемами вирощування, високою потенційною засміченістю ґрунтів кормових сівозмін та низкою інших причин. Окрім цього, урожайність зеленої маси люцерни по роках користування досить нестабільна і залежить від низки чинників, насамперед від кількості доступних елементів живлення, кислотності ґрунтів та погодних умов, що склалися у рік вирощування. Однією з важливих причин низької врожайності є сівба люцерни на маргінальних землях, які зазвичай мають низьку родючість ґрунту. Кращі землі використовують для сівби зернових культур з метою забезпечення продовольчої безпеки. Тому внесення добрив є прямою та ефективною стратегією управління для підвищення врожайності та якості зеленої маси, особливо на низькородючих ґрунтах.

З урожаєм люцерни на безпокровних посівах у перший рік життя виноситься з ґрунту, в кг/га: азоту – 180; фосфору – 18; калію – 60; кальцію – 98; магнію – 42; натрію – 10. У наступні роки кількість використаних елементів живлення для росту і розвитку збільшується і становить: 300–320 кг/га азоту, 60–80 фосфору та 180–200 кг/га калію, що дає сформувати близько 45 т/га зеленої маси. Як зернобобова культура люцерна за допомогою азотфіксуючих бактерій до 40 % азоту фіксує з атмосфери, а решту отримує з ґрунту [4].

Дослідники рекомендують під люцерну вносити органічні добрива у нормі 20–40 т/га під попередник, а фосфорно-калійні – під оранку в підвищеній дозі – 90–150 кг P_2O_5 і 60–100 кг/га K_2O , які будуть використовуватися покривною культурою і травостоєм у перший та в наступні роки життя. Щорічно після скошування люцерну рекомендується підживлювати фосфором і калієм $P_{30-60}K_{30-60}$ [2, 12].

Фосфор, як елемент живлення, має важливе значення у формуванні урожайності люцерни, особливо у створенні і функціонуванні симбіотичного апарату. Завдяки достатньому засвоєнню фосфору азотфіксуючими бактеріями зростає кількість легмоглобіну, який є індикатором активності азотфіксації, а тому забезпечує синтез амінокислот, білків, жирів, крохмалю і цукрів у люцерні. Вносити фосфорні добрива необхідно не лише на один рік, а пролонговано і на подальші роки використання посівів люцерни, завдяки тому, що фосфор малорухливий у ґрунті [3].

Доступний фосфор сприяє гарному розвитку кореневої системи і подовжує термін використання полів люцерни. Дефіцит фосфору на люцерні можна розпізнати за синьо-фіолетовим відтінком на листках і червоно-фіолетовим на стеблі та нижній стороні листків. У перший рік люцерна використовує до 70 кг/га фосфору, а потім щороку під час відновлення вегетації цю дозу треба вносити знову. Варто зауважити, що щорічна доза використання фосфорних добрив змінюється і залежить від забезпечення ґрунтів цим елементом живлення, програмованою врожайністю та кількістю добрив, що вносили у попередні роки [11].

Найкраще зростає люцерна на родючих ґрунтах, які містять в орному шарі не менш як 2,5–3 % гумусу, та повним забезпеченням органічними і мінеральними добривами. Гній доцільно вносити під попередник чи передпопередник люцерни, а азотні і калійні добрива рекомендують вносити у дозі 30–60 кг/га, тимчасом доза фосфорних добрив значно більша і становить 100–120 кг/га [7].

Калій незамінний у вуглеводному та білковому обміні люцерни. Він посилює асиміляцію вуглеводів і синтез білків, а також переміщення вуглеводів із надземної частини в кореневу систему. Калій сприяє підвищенню зимостійкості і посухостійкості люцерни [5, 10].

Калій – незамінний макроелемент рослин, необхідний для росту та розвитку люцерни [17]. Забезпечення калієм люцерни у достатній кількості сприяє кращому розвитку кореневої системи на ранніх стадіях, кращій витривалості посівів, а тому сприяє виживаності рослин до збору врожаю [13]. Краща виживаність рослин люцерни за удобрення калієм частково пояснюється стійкістю до стресів завдяки достатнім запасам вуглеводів [25, 26]. Однак позитивні кореляції між удобренням калієм і врожайністю люцерни та виживаністю не завжди є однозначними у науковій літературі [14, 19].

Забезпечення достатньою кількістю доступного калію є важливим у управлінні до-

ступними поживними речовинами у ґрунті задля отримання високої сталої урожайності люцерни та поживної цінності корму з неї. Завдяки достатньому удобренню калійними добривами встановлена позитивна реакція люцерни на ріст урожайності, що відмічено багатьма вченими [19]. На ґрунтах з низьким вмістом калію, зазвичай, внесення високих доз калійних добрив сприяло стрімкішому підвищенню урожайності люцерни, ніж на ґрунтах з кращим забезпеченням цим макроелементом [13, 14, 15, 17, 25, 26]. Крива реакції урожайності люцерни від росту доз калійних добрив не знижувалася навіть за надлишкового внесення калію у ґрунт. Водночас не спостерігалися ні зниження якості корму з люцерни ні негативної дії на культуру [20], що однак суперечить результатам досліджень інших вчених.

Додавання калію на піщаних ґрунтах, які поширені в посушливих і напівпосушливих регіонах, збільшувало фіксацію азоту на 300 % завдяки посиленню утворення бульбочок у коренях, що свідчить про позитивну кореляцію між удобренням калієм і фіксацією азоту в люцерни. Також встановлено, що внесення калійних добрив зменшує стреси, спричинені нестачею води [26] і захворюваність люцерни [16].

Надмірна концентрація калію в тканинах (>3 % сухої маси) у люцерні може мати негативний вплив на уміст сирого протеїну та деякі основні поживні речовини, а також уміст кальцію, магнію і натрію [22].

Використання кальцій-дефіцитних кормів, зумовлене надмірним поглинанням калію в раціонах, може призвести до недоїдання та низької продуктивності великої рогатої худоби. Також встановлено, що зниження поживної цінності люцерни, особливо через якість сирого протеїну і перетравність нейтральних детергентних волокон, відбувається зі збільшенням застосованої норми K_2O понад 300 кг/га [18].

Для ґрунтів з низьким вмістом калію швидкість обмінного насичення K_2O до оптимальної концентрації становить 3–4 % [24, 15]. Ґрунти з низьким вмістом K_2O для оптимального росту рослин часто потребують вищих доз калійних добрив, особливо для багаторічних рослин, таких як люцерна [19].

На сьогодні хлористий калій, сульфат калію і нітрат калію є поширеними джерелами калійних добрив, які використовують для вирощування люцерни. Вибір кращого калійного добрива на основі його складу та властивостей ґрунту для покращення забезпечення калієм люцерни в ґрунтах з його дефіцитом має важливе значення у підвищенні урожайності цієї культури [21].

Отже, за даними багатьох дослідників, можна зробити висновок, що внесення фосфорних і калійних добрив сприяє росту урожайності зеленої маси люцерни, однак дози добрив та час їх внесення значно залежить від якості ґрунтів, погодно-кліматичних умов вирощування культури та інших чинників.

Метою дослідження було встановлення строків внесення та доз мінеральних добрив на ріст і розвиток люцерни, виживаність рослин, урожайність зеленої маси, енергетичну ефективність вирощування в умовах центральної частини Правобережного Лісостепу України.

Матеріал і методи дослідження. У досліді використовували наступні методи досліджень: спостереження, порівняння, експеримент, аналіз і синтез, польовий, візуальний, вимірний, ваговий, кількісний, метод пробного снопа, математично-статистичний.

Дослідження проводили впродовж трьох років вирощування люцерни у тимчасовому польовому досліді кафедри технологій у рослинництві та захисту рослин, розміщеному у сівозміні науково-виробничого центру (НВЦ) БНАУ.

Розміщення повторень суцільне, варіантів у повтореннях систематичне, послідовне. Повторність досліді трикратна.

Розмір облікової ділянки 108 м². Люцерну сорту Ярославна підсівали під ячмінь на зерно. Облік урожаю у досліді проводили прямим методом, за допомогою зважування зеленої маси із залікової площі ділянки.

Результати урожайності обробляли статистичним методом для дисперсійного аналізу у програмі Statistica 6,0.

Фенологічні спостереження, обліки й аналізи рослин з люцерною проводили згідно з «Методикою проведення досліджень в кормовиробництві». З цією метою було виділено на двох несуміжних повтореннях по десять рослин люцерни. На цих ділянках підраховували кількість рослин, які вступили у цю фазу і повне настання фази. Настання фази відмічали за нарахування на ділянці 10 % рослин, що її досягли, а повну фазу – у 75 % [9].

Для визначення густоти посівів виділяли ділянки площею 0,5 м² з 3-разовою повторністю на кожному з трьох повторень. На ділянках підраховували кількість рослин за повних сходів, кожного укусу люцерни, після припинення вегетації восени і за відновлення росту весною [9].

Облік урожаю зеленої маси люцерни проводили прямим методом – скошуванням травостою з раніше виділеної облікової ділянки, зважуванням і наступними перерахунками [6].

Науково-виробничий центр (НВЦ) БНАУ розміщений у центральній частині Правобережного Лісостепу України, у зоні помірно континентального клімату Білоцерківського агроґрунтового району. Він характеризується сприятливими температурними умовами і ґрунтовим покривом для вирощування більшості сільськогосподарських культур, зокрема люцерни.

Погодні умови загалом значно впливають на рівень урожайності будь-якої культури. Тому були проаналізовані елементи погодних умов за роки досліджень.

За елементами погоди 2020 рік був достатньо теплим і зволеним. За рік випало 562,2 мм опадів за середньобагаторічних даних 530,2 мм, а за 5–9-й місяці 313,8 мм, що на 19,9 % вище середньобагаторічних даних. Сума активних температур вище 10 і 15-ти градусів була відповідно вищою від середньобагаторічних даних на 46,2 та 41,5 градуси. Тому рік, загалом, був сприятливим для вирощування люцерни другого року життя.

Встановлено, що 2021 і 2022 роки мало чим відрізнялися між собою за сумою опадів за рік і періодом з 5 до 9-го місяців, що відповідає більшій частині вегетаційного періоду люцерни. Водночас ці показники були значно нижчими у порівнянні із середньобагаторічними даними. Зокрема, якщо за 2015–2022 рр. середня кількість опадів за рік становила 530,2 мм, а за 5–9-й місяці 261,8 мм, то у 2021 р. ці показники становили відповідно 462,6 і 253,7 мм, що менше багаторічних даних на 14,6 і 3,2 %. Відповідно у 2022 р. середня кількість опадів за рік становила 463,2 мм, а за 5–9-й місяці 240,1 мм, що було менше середньобагаторічних даних на 14,5 і 9,0 %. Незважаючи на це опади випадали подекадно нерівномірно, що впливало на ГТК і корегувало рівень урожайності люцерни.

Важливим показником елементів погоди є температура, яка також впливає на ріст і розвиток люцерни. Встановлено, що за сумами температур вище 10 і 15 °С роки практично не відрізнялися. Зокрема, у 2021 році суми температур вище 10 і 15 °С становили відповідно 2896,6 і 2599,1 градусів, або -3,9 і +7,0 %, а у 2022 році – 2959,9 і 2597,8 градусів, або -6,1 і +6,9 %, порівняно з середньобагаторічними даними.

Загалом погодні умови були сприятливими для вирощування люцерни, що підтверджується і ГТК, який за роки досліджень у середньому за вегетацію становив 0,92–0,94.

Дослід був закладений на типових для центральної частини Правобережного Лісостепу України ґрунтах – вилуженому чорноземі з умістом гумусу 3,2–4,0 %. Ґрунт за механічним складом крупнопилувато-середньосуг-

линковий. Уміст рухливих форм поживних речовин (P_2O_5 , K_2O) середній і становить 8–12 мг на 100 г ґрунту.

Результати дослідження та обговорення.

Люцерна має високі потреби щодо умов проростання – температури повітря і ґрунту, вологозабезпеченості та ґрунтового режиму живлення. Результати досліджень показали, що зазначені чинники життя істотно впливають на наростання надземної маси люцерни. Водночас проведені спостереження вказують на те, що зростаючі дози мінеральних добрив, які вносять у підживлення, на перебіг вегетації люцерни впливають незначно. За варіантами досліду відмінності у тривалості фаз розвитку люцерни та міжкісничевих періодів становили не більше 2–3 діб.

Водночас проводили обліки настання фаз вегетації люцерни впродовж трьох років використання травостою на зелену масу (табл. 1).

У різні роки використання травостою найбільші розбіжності у тривалості вегетації люцерни спостерігалися до збору першого укосу і у період від третього укосу до закінчення вегетації восени. Це пов'язано з різними погодними умовами у роки досліджень, тобто з настанням початку вегетації навесні та закінченням її восени. Водночас тривалість вегетації за три укоси майже однакова, оскільки різниця становить лише 5 діб. За середніх даних тривалість вегетації за три укоси становила 172 доби, а по роках досліджень вона варіювала від 170 до 175 діб. Слід зазначити, що найбільшими темпами росту і розвитку люцерни відрізняється у другому укосі. Зокрема, період від початку весняного відростання до початку цвітіння (збору першого укосу) становив у досліді 62–73 доби, тимчасом від відростання після першого укосу до початку цвітіння (збору другого укосу) – 51–56 діб. Ріст і розвиток люцерни після другого укосу до третього укосу становив ще менше – 51–53 доби. Це обумовлено різними чинниками, особливо меншою кількістю опадів, а тому і доступної вологи у ґрунті в періоди від першого укосу до третього укосу.

Важливою умовою високої продуктивності люцерни є її густина травостою. Тому необхідно отримати оптимальну густоту рослин та зберегти її до збирання впродовж усього періоду використання травостою. Вивчено вплив доз і строків внесення мінеральних добрив на виживання рослин люцерни (табл. 2).

Встановлено, що з кожним укосом кількість рослин люцерни, які вижили, зменшується. На період від весняного відростання до першого укосу відсоток рослин, які вижили, становив у середньому по досліді 70,8 %, до другого укосу – 65,0 %, а до третього – лише 45,3 %.

Таблиця 1 – Дата настання та кількість діб вегетації люцерни за укосами

Строки вегетації	Дата				Діб від початку вегетації та між укосами			
	2020 р.	2021 р.	2022 р.	середнє	2020 р.	2021 р.	2022 р.	середнє
Початок весняного відростання	10.04	9.04	18.04	12.04	-	-	-	-
Збір першого укосу	10.06	20.06	18.06	16.06	62	73	62	66
Збір другого укосу	05.08	10.08	12.08	09.08	56	51	56	54
Збір третього укосу	25.09	30.09	04.10	30.09	52	51	53	52
За три укоси	-	-	-	-	170	175	171	172
Закінчення вегетації	01.11	12.11	5.11	06.11	204	217	202	208

Таблиця 2 – Вплив строків внесення та доз мінеральних добрив на густоту сходів та виживання люцерни, середнє за 2021–2022 рр.

Варіант		Укоси						
		густина сходів, шт./м ²	перший		другий		третій	
دوزи добрив	строки внесення		шт./м ²	виживання, %	шт./м ²	виживання, %	шт./м ²	виживання, %
Контроль (без добрив)		475	330	69,5	274	63,5	199	41,9
P ₆₀ K ₆₀	весна	470	324	68,9	270	63,2	212	45,1
P ₁₂₀ K ₁₂₀	весна	465	336	72,3	289	68,4	219	47,1
P ₆₀ K ₆₀	осінь	474	340	71,7	280	65,0	203	42,8
P ₆₀ K ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	осінь весна	471	328	69,6	271	63,3	206	43,7
P ₆₀ K ₆₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	осінь весна	465	329	70,8	275	65,1	218	46,9
P ₁₂₀ K ₁₂₀	осінь	460	341	74,1	284	67,9	214	46,5
P ₁₂₀ K ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	осінь весна	478	328	68,6	273	62,8	221	46,2
P ₁₂₀ K ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	осінь весна	475	342	72,0	286	66,2	224	47,2

Дози добрив не мали істотного впливу на виживання рослин. Зокрема, різниця у кількості рослин, що вижили по варіантах дослідження становила у межах 5 %.

Встановлена тенденція дещо вищого виживання рослин люцерни на варіантах з вищими дозами добрив. Зокрема, на час першого укусу, найкраща виживаність люцерни спостерігалася на варіантах, де вносили $P_{120}K_{120}$ восени або весною та на варіанті де вносили $P_{120}K_{120}$ восени і весною. Виживаність становила у межах 72,0–74,1 %. На час другого укусу виживаність рослин люцерни на цих варіантах була також найвищою – у межах 66,2–68,4 %, а на час третього укусу – 46,5–47,2 %. Найнижча виживаність рослин люцерни спостерігалася на варіанті без добрив, відповідно по укусах становила 69,5; 63,5 і 41,9 %.

Закономірно, що густина посівів люцерни у 2022 році була орієнтовно на 23–28 % нижчою, а ніж у 2021 році по усіх варіантах дослідження відповідно.

Площа листкової поверхні люцерни є важливим показником для оцінки фотосинтетичної активності рослини. Цей параметр визначає площу листових пластинок, яка є доступною поваріантно для здійснення фотосинтезу, тоб-

то для засвоєння сонячного світла та вуглекислого газу з метою синтезу органічних речовин у рослинах. Збільшення площі листкової поверхні закономірно сприятиме підвищенню врожайності та якості зеленої маси, що робить цей показник важливим за вирощування люцерни на зелену масу. Встановлено, що є певні закономірності формування листкової маси люцерни залежно від укусу, строків внесення та доз мінеральних добрив (рис. 1).

Площа листкової поверхні люцерни з кожним укусом закономірно зменшувалася. Зокрема, у середньому за два роки досліджень по дослідженню, площа листкової поверхні люцерни перед першим укусом становила 43,9 тис. м²/га, перед другим – 28,4 тис. м²/га, що на 55 % менше, ніж перед першим укусом. Перед третім укусом площа листкової поверхні люцерни була лише 19,1 тис. м²/га, що на 48,5 % менше від площі листкової поверхні перед другим укусом.

Однак варто пам'ятати, що кількість поживних речовин в одиниці зеленої маси люцерни кожного наступного укусу збільшується, а тому збір перетравного протеїну, каротину та інших корисних тваринам речовин, поукісно знижується меншою мірою.

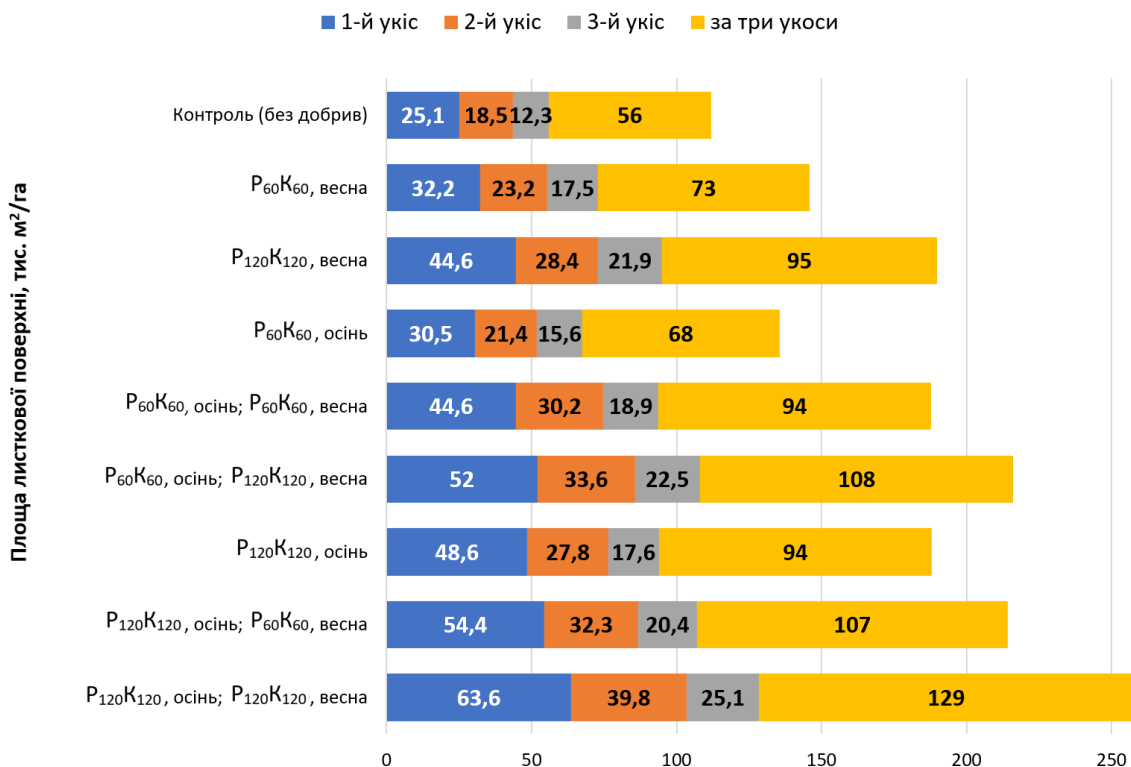


Рис. 1. Вплив строків внесення та доз мінеральних добрив на площу листкової поверхні люцерни, тис. м²/га (середнє за 2 роки).

Найвища площа листкової поверхні люцерни спостерігалася на варіанті з внесенням $P_{120}K_{120}$ восени та весною і становила 129 тис. $m^2/га$, що перевищувало контроль в 2,3 рази.

Незалежно від дози з внесенням $P_{120}K_{120}$ і $P_{60}K_{60}$ та строків, восени чи весною, врожайність зеленої маси люцерни підвищувалася, порівняно з контролем, в 1,9 рази.

Приблизно однакові результати отримано за внесення $P_{60}K_{60}$ восени і $P_{60}K_{60}$ весною чи таку ж дозу $P_{120}K_{120}$ одноразово. На цих варіантах площа листкової поверхні люцерни перевищувала контроль в 1,7 рази.

Проведені дослідження показують, що досліджувані добрива у досліді істотно впливали на врожайність зеленої маси люцерни. Зокрема, якщо на контролі (без добрив) урожай-

ність люцерни в сумі за 2 роки використання травостою становила 53,0 т/га, то за внесення добрив за варіантами досліді вона зростала до 63,8–119,4 т/га. Встановлено, що врожайність змінюється від строків внесення та доз мінеральних добрив (табл. 3).

Результати досліджень показують, що внесення в підживлення фосфорно-калійних добрив позитивно вплинуло на врожайність зеленої маси люцерни. Водночас зі збільшенням доз добрив врожайність зеленої маси зростає. Зокрема, у середньому за два роки досліджень, за внесення $P_{60}K_{60}$ весною врожайність зеленої маси становила 31,6 т/га, або +19 % до контролю без добрив, а за внесення весною $P_{120}K_{120}$ – 40,4 т/га, або +52 % до контролю.

Таблиця 3 – Вплив строків внесення та доз мінеральних добрив на врожайність зеленої маси люцерни, т/га (за три укоси)

Варіант досліді		2021 р.			2022 р.			Середнє за два роки		
دوزи добрив	строки підживлення	урожайність, т/га	відхилення від контролю, т/га	%	урожайність, т/га	відхилення від контролю, т/га	%	урожайність, т/га	відхилення від контролю, т/га	%
Контроль (без добрив)		26,7	-	100	26,3	-	100	26,5	-	100
$P_{60}K_{60}$	весна	32,6	5,9	122	30,5	4,2	116	31,6	5,1	119
$P_{120}K_{120}$	весна	38,3	11,6	143	42,5	16,2	162	40,4	13,9	152
$P_{60}K_{60}$	осінь	32,1	5,4	120	30,8	4,5	117	31,5	5,0	119
$P_{60}K_{60}$ $P_{60}K_{60}$	осінь весна	41,4	14,7	155	38,4	12,1	146	39,9	13,4	151
$P_{60}K_{60}$ $P_{120}K_{120}$	осінь весна	45,5	18,8	170	45,5	19,2	173	45,5	19,0	172
$P_{120}K_{120}$	осінь	42,1	15,4	158	36,3	10	138	39,2	12,7	148
$P_{120}K_{120}$ $P_{60}K_{60}$	осінь весна	47,9	21,2	179	41	14,7	156	44,5	18,0	168
$P_{120}K_{120}$ $P_{120}K_{120}$	осінь весна	58,5	31,8	219	50,5	24,2	192	54,5	28,0	206
НІР ₀₅			3,8			4,0			3,9	

Також спостерігається тенденція до дещо ефективнішого ранньовесняного внесення добрив, ніж осіннього. На варіантах з внесенням $P_{60}K_{60}$ і $P_{120}K_{120}$ навесні отримано середню урожайність за роки досліджень – 31,6 і 40,4 т/га, а за внесення восени – 31,5 і 39,2 т/га.

Роздрібне внесення добрив ($P_{60}K_{60}$ восени та $P_{60}K_{60}$ навесні) не має суттєвої переваги над підживленням посівів $P_{120}K_{120}$ весною, або восени (врожайність становила відповідно 39,9; 40,4 і 39,2 т/га).

Найвищу врожайність зеленої маси люцерни отримано за внесення $P_{120}K_{120}$ восени + $P_{120}K_{120}$ навесні – 54,2 т/га або 206 % до контролю, що суттєво вище.

За внесення дещо нижчої кількості добрив, а саме $P_{120}K_{120}$ восени + $P_{60}K_{60}$ навесні або $P_{60}K_{60}$ восени + $P_{120}K_{120}$ навесні отримали теж достатньо високу урожайність зеленої маси, а саме – 44,5 і 45,5 т/га, що перевищувало контроль на 68 і 72 %.

Варто зазначити, що роки досліджень за погодними умовами вирізнялися незначно, а тому рівень урожайності зеленої маси люцерни був майже однаковий і становив у 2021 році, у середньому по всіх варіантах, 40,6 т/га, у 2022 році – 38,0 т/га.

За багатоукісного використання люцерни на корм значний інтерес становить не лише загальна продуктивність травостою за вегетацію, а також розподіл урожаю зеленої маси за укосами. У літературі немає повних даних з цього питання не лише для Лісостепу України, але й для Поліської та Степової зон.

Ряд науковців зазначають, що поукісна врожайність люцерни розподіляється нерівномірно. Зокрема вказують, що на другий рік використання травостою у сприятливих умовах рівень врожайності люцерни не знижується і може бути навіть вищим, ніж у перший рік. Очевидно, на врожайність зеленої маси люцерни впливають погодні умови, уміст поживних речовин у ґрунті тощо. У дослідженнях урожайність зеленої маси у перший рік використання люцерни становила, у середньому по досліді – 40,6 т/га, на другий рік використання – 38,0 т/га, тобто зниження врожайності було незначним, що дозволяло використовувати цей посів люцерни ще 3–4 роки без значних додаткових витрат.

У наших дослідженнях поукісна врожайність зеленої маси розподіляється нерівномірно (табл. 4).

Таблиця 4 – Вплив строків внесення та доз мінеральних добрив на розподіл врожайності зеленої маси люцерни за укосами

Варіант досліді		Урожайність зеленої маси, т/га								
دوزи добрив	строки підживлення	2021 р.			2022 р.			середнє за 2 роки		
		1-й укис	2-й укис	3-й укис	1-й укис	2-й укис	3-й укис	1-й укис	2-й укис	3-й укис
Контроль (без добрив)		8,4	11,2	7,1	9,3	10,9	6,1	8,9	11,1	6,6
$P_{60}K_{60}$	весна	8,5	13,3	10,8	10,4	11,4	8,7	9,5	12,4	9,8
$P_{120}K_{120}$	весна	9,7	15	13,6	16,4	16,6	9,5	13,1	15,8	11,6
$P_{60}K_{60}$	осінь	12,0	11,6	8,5	11,7	12,6	6,5	11,9	12,1	7,5
$P_{60}K_{60}$ $P_{60}K_{60}$	осінь весна	11,4	19,1	10,9	16,2	14,1	8,1	13,8	16,6	9,5
$P_{60}K_{60}$ $P_{120}K_{120}$	осінь весна	14,2	19,6	11,7	19,7	15,7	10,1	17,0	17,7	10,9
$P_{120}K_{120}$	осінь	15,4	15,5	11,2	16,1	11,8	8,4	15,8	13,7	9,8
$P_{120}K_{120}$ $P_{60}K_{60}$	осінь весна	17,4	19,8	10,7	17,7	15,5	7,8	17,6	17,7	9,3
$P_{120}K_{120}$ $P_{120}K_{120}$	осінь весна	19,2	25,9	13,4	22,4	18,4	9,7	20,8	22,2	11,6

Отримані результати вказують, що вищу врожайність зеленої маси дає люцерна за першого та другого укосів і значно нижчу за третього укосу. За внесення мінеральних добрив врожайність люцерни підвищується. Зі збільшенням доз мінерального живлення спостерігається помітне збільшення врожайності зеленої маси.

Розподіл урожайності зеленої маси люцерни по укосах був нерівномірним. Перший укіс, у середньому по досліді, давав 35,9 % зеленої маси, другий – 39,3 %, а третій укіс – лише 24,8 %.

Слід зазначити, що в роки використання травостою люцерни за підживлення восени спостерігається підвищення врожайності в першому укосі, а за підживлення навесні – навпаки у другому та третьому укосах. Зокрема, за внесення $P_{120}K_{120}$ восени, в середньому за два роки, перший укіс дав 40,2 % врожаю, другий – 34,8, а третій – 25,0. Водночас внесення $P_{120}K_{120}$ весною приводило до отримання 32,3 % урожайності зеленої маси в перший укіс, 39,1 % – в другий і 25,0 % – в третій укіс.

Використання мінеральних добрив може позитивно впливати на врожайність та якість урожаю, але також закономірно збільшує витра-

ти енергії на вирощування культури. Це пов'язано з тим, що виробництво мінеральних добрив потребує значних витрат енергії, що може вплинути на загальну енергетичну ефективність вирощування люцерни. Якщо використання мінеральних добрив підвищує врожайність настільки, що значно збільшує її та знижує витрати енергії на одиницю продукції, то це може бути вигідним з енергетичного погляду. Однак важливо також враховувати екологічні аспекти використання мінеральних добрив, такі як забруднення ґрунту та водних ресурсів.

Дослідженнями та розрахунками встановлено, що застосування різних доз мінеральних добрив приводило до закономірного зростання витрат сукупної енергії на вирощування люцерни (табл. 5). Зокрема, використання мінеральних добрив у дозі $P_{60}K_{60}$ приводило до збільшення витрат сукупної енергії вирощування люцерни на 1,89 ГДж/га, або на 6,71 %, порівняно до контролю. За збільшення добрив удвічі ($P_{120}K_{120}$) витрати збільшувалися на 4,39 ГДж/га, або на 15,59 %, порівняно з контролем. Збільшення дози внесення добрив до $P_{120}K_{120}$ восени і весною приводило до максимального у досліді збільшення витрат сукупної енергії – на 8,78 ГДж/га, порівняно з контролем.

Таблиця 5 – Енергетична оцінка вирощування люцерни залежно від доз добрив та рівня удобрення (середнє за 2021–2022 рр.)

Варіант досліді		Витрати сукупної енергії, ГДж/га	Вміст в урожаї, ГДж/га		Енергетичний коефіцієнт	Коефіцієнт енергетичної ефективності	Енергоємність 1 т кормових одиниць, ГДж
доза добрив	строки підживлення		валова енергія	обмінна енергія			
Контроль (без добрив)		28,16	88,68	49,45	3,15	1,76	1,06
$P_{60}K_{60}$	весна	30,05	105,75	58,97	3,52	1,96	0,95
$P_{120}K_{120}$	весна	32,55	135,19	75,39	4,15	2,32	0,81
$P_{60}K_{60}$	осінь	30,05	105,41	58,78	3,51	1,96	0,95
$P_{60}K_{60}$ $P_{60}K_{60}$	осінь весна	32,88	133,52	74,45	4,06	2,26	0,82
$P_{60}K_{60}$ $P_{120}K_{120}$	осінь весна	34,69	152,26	84,90	4,39	2,45	0,76
$P_{120}K_{120}$	осінь	32,55	131,18	73,15	4,03	2,25	0,83
$P_{120}K_{120}$ $P_{60}K_{60}$	осінь весна	34,67	148,91	83,04	4,30	2,40	0,78
$P_{120}K_{120}$ $P_{120}K_{120}$	осінь весна	36,94	182,38	101,70	4,94	2,75	0,68

Уміст валової та обмінної енергії також закономірно змінювався, залежно від доз внесення добрив у досліді. Зокрема, найвищий уміст валової енергії у досліді отримано на варіанті з внесенням $P_{120}K_{120}$ восени і весною – 182,38 ГДж/га, що перевищувало контрольний варіант без добрив на 17,07 ГДж/га. Внесення мінеральних добрив з більшою дозою на варіантах досліді приводило до закономірного отримання більшої кількості обмінної енергії в урожаї люцерни.

Така ж залежність спостерігалася і з вмістом в урожаї обмінної енергії. Зокрема, найбільша кількість обмінної енергії спостерігалася на варіанті з внесенням $P_{120}K_{120}$ восени і весною – 101,7 ГДж/га, що перевищувало контроль на 9,52 ГДж/га.

Внесення мінеральних добрив під люцерну сприяло підвищенню енергетичного коефіцієнту. Зокрема, внесення $P_{60}K_{60}$ приводило до підвищення енергетичного коефіцієнту на 11,7 %, порівняно з контролем, $P_{120}K_{120}$ – 31,9 %, $P_{60}K_{60}$ восени $P_{120}K_{120}$ весною – на 39,3 %, а $P_{120}K_{120}$ восени і $P_{120}K_{120}$ весною – на 56,2 %.

Внесення доз мінеральних добрив під люцерну, зокрема високих – пролонговано було доцільним, оскільки коефіцієнт енергетичної ефективності був на усіх варіантах вище одиниці. Навіть за найвищої дози добрив – $P_{120}K_{120}$ восени і $P_{120}K_{120}$ весною коефіцієнт енергетичної ефективності був у досліді найвищим і становив 2,75, що перевищувало варіант без добрив на 0,99.

Розрахунками встановлено, що мінеральні добрива сприяли зменшенню енергоємності 1 т кормових одиниць. Зокрема, якщо на варіанті без добрив енергоємність 1 т кормових одиниць становила 1,06 ГДж, то внесення $P_{60}K_{60}$ приводило до зниження цього показника на 10 %, $P_{120}K_{120}$ – на 24,0 %, $P_{60}K_{60}$ восени $P_{120}K_{120}$ весною – на 28,1 %, а $P_{120}K_{120}$ восени і $P_{120}K_{120}$ весною – на 36,1 %.

Висновки.

1. Найвищу врожайність зеленої маси люцерни отримано за внесення $P_{120}K_{120}$ восени + $P_{120}K_{120}$ навесні – 54,2 т/га, що суттєво вище контролю. На цьому варіанті склалися умови, що сприяли найвищій по досліді виживаності люцерни – 72,0–74,1 %. На цьому ж варіанті отримана найбільша площа листової поверхні люцерни – 129 тис. м²/га, що перевищувало контроль в 2,3 рази.

2. Роздрібне внесення добрив ($P_{60}K_{60}$ восени та $P_{60}K_{60}$ навесні) не мало суттєвої переваги над удобренням $P_{120}K_{120}$ весною, або восени (врожайність становила відповідно 39,9; 40,4 і 39,2 т/га).

3. Найбільшу кількість обмінної енергії отримано з варіанта де вносили $P_{120}K_{120}$ восени і весною – 101,7 ГДж/га, що було вище варіанта, де добрива не вносили на 9,52 ГДж/га. Збільшення внесених доз мінеральних добрив під люцерну сприяло підвищенню енергетичного коефіцієнту. Енергоємність кормових одиниць зі збільшенням доз мінеральних добрив пропорційно знижувалася.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Антипова Л.К. Урожайність сіна сортів люцерни залежно від погодних умов та рістрегулюючого препарату Емістим С. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2020. № 1. С. 43–49.
2. Башкірова Н.В., Новак Т.В. Експериментальні зміни в системі розмноження люцерни посівної від алогамії до автогамії. Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів. 2005. Т. 3. № 1–2. С. 21–25.
3. Гетман Н.Я., Векленко Ю.А., Ткачук Р.О. Формування екологічно стійких агрофітоценозів люцерни посівної залежно від умов вирощування. АгроСтор. 2018. URL: <https://agrostore.biz.ua/formuvannya-ekologichno-stijkix-agrofitocenziv-lyucerni-posivno%dl%97-zalezno-vid-umov-viroshhuvannya/>
4. Багаторічні бобові трави як основа природної інтенсифікації кормовиробництва / Г.І. Демидає та ін.; за ред. проф. Г.І. Демидає, Г.П. Квітка. Київ: ТОВ «Ніланд-ЛТД», 2013. 322 с.
5. Дитер Шпаар. Люцерна – королева кормових культур. Agroexpert. 2011. № 4. С. 52–56.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 350 с.
7. Єрмакова Л., Іванівська Р. Люцерна – ваш вдалий вибір. Пропозиція – головний журнал з питань агробізнесу. 2008. URL: <https://propozitsiya.com.ua/lyucerna-vash-vdaliy-vibir>
8. Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножко М.А. Люцерна. Рослиництво: підручник. Київ: Аграрна освіта, 2001. 591 с.
9. Бабич А.О. Методика проведення дослідів з кормовиробництва. Вінниця, 1998. 96 с.
10. Събев В., Пачев И. Экономическая оценка внесения минерального удобрения и обработки почвы для люцерны на корм. Вісник Харківського національного аграрного університету імені В.В. Докучаєва. Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство. Харків, 2008. № 2. С. 193–200.
11. Фосфор. Система живлення люцерни. Masseeds. 2013. URL: <https://masseeds.ua/nashi-publikatsiyi/systema-zhyvlennya-lyutserny>
12. Шевель І.В. Вплив добрив на продуктивність і деякі показники якості люцерни при вирощуванні її на зрошуваному чорноземі південному. Таврійський науковий вісник. Херсон: ННБК «Херсонський агроуніверситет», 2003. № 25. С. 65–69.

13. The long-term impact of phosphorus and potassium fertilization on alfalfa yield and yield components / W.K. Berg et al. *Crop Sci.* 2007. No 47. P. 2198–2209. DOI: 10.2135/cropsci2006.09.0576

14. Influence of phosphorus and potassium fertilization on alfalfa yield and yield components / W.K. Berg et al. *Crop Sci.* 2005. No 45. P. 297–304. DOI: 10.2135/cropsci2005.0297

15. Flynn R. *Interpreting Soil Tests: Unlock the Secrets of Your Soil*; New Mexico State University Cooperative Extension: Las Cruces, NM, USA. 2015. 676 p.

16. Grewal H.S., Williams R. Influence of potassium fertilization on leaf to stem ratio, nodulation, herbage yield, leaf drop, and common leaf spot disease of alfalfa. *J. Plant Nutr.* 2002. No 25. P. 781–795. DOI: 10.1081/PLN-120002959

17. Functions of macronutrients. *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants* / M. Hawkesford et al. Academic Press: Waltham, MA, USA. 2012. P. 135–189. DOI: 10.1016/B978-0-12-384905-2.00006-6

18. Potassium fertilization affects alfalfa forage yield, nutritive value, root traits, and persistence / J.M. Jungers et al. *Agron. J.* 2019. No 111. P. 2843–2852. DOI: 10.2134/agronj2019.01.0011

19. Alfalfa yield components and soil potassium depletion as affected by potassium fertilization / J. Lloveras et al. *Agron. J.* 2012. No 104. P. 729–734. DOI: 10.2134/agronj2011.0293

20. Macolino S., Laurialt L.M., Rimi F., Ziliotto U. Phosphorus and Potassium Fertilizer Effects on Alfalfa and Soil in a Non-Limited Soil. *Agron. J.* 2013. No 105. P. 1613–1618. DOI: 10.2134/agronj2013.0054

21. Potassium and Sulfur Fertilizer Sources Influence Alfalfa Yield and Nutritive Value and Residual Soil Characteristics in an Arid, Moderately Low-Potassium Soil / K. Murali Darapuneni et al. DOI: 10.3390/agronomy14010117

22. Pant H.K., Mislevy P., Rechcigl J.E. Effect of phosphorous and potassium on forage nutritive value and quantity. *Agron. J.* 2004. No 96. P. 1299–1305. DOI: 10.2134/agronj2004.1299

23. Petrychenko V.F., Hetman N.Ya., Veklenko Yu.A. Substantiation of alfalfa productivity at long-term use of grass stands in conditions of climate change. *Herald of Agrarian Science.* 2020. No 3 (804). P. 20–26. DOI: 10.31073/agrovisnyk202003-03

24. Schneider A., Villemin P. Importance of texture and CEC in K fertilization advice. In *Proceedings of the 23rd Colloquium of the International Potash Institute.* Prague, Czechoslovakia, 1992. P. 395–398.

25. Teixeira E.I., Moot D.J., Mickelbart M.V. Seasonal patterns of root C and N reserves of lucerne crops (*Medicago sativa* L.) grown in a temperate climate were affected by defoliation regime. *Eur. Agron. J.* 2007. No 26. P. 10–20. DOI: 10.1016/j.eja.2006.08.010

26. Wang M., Zheng Q., Shen Q., Guo S. The critical role of potassium in plant stress response. *Int. J. Mol. Sci.* 2013. No 14. P. 7370–7390. DOI: 10.3390/ijms14047370

REFERENCES

1. Antipova, L.K. (2020). Urozhajnist sina sortiv lyucerni zalezno vid pogodnih umov ta ristregulyuyuchogo preparatu Emistim C [Hay yield of alfalfa varieties depending on weather conditions and regulatory growth drug Emistym C]. *Visnik agrarnoyi nauki Prichornomor'ya* [Herald of Agrarian Science of the Black Sea Region]. no. 1, pp. 43–49.

2. Bashkirova, N.V., Novak, T.V. (2005). Eksperimentalni zmini v sistemi rozmnozheniya lyucerni posivnoyi vid alogamiyi do avtogamiyi [Experimental changes in the alfalfa breeding system from allogamy to autogamy]. *Visnik Ukrayinskogo tovaristva genetikiv i selekcioneriv* [Bulletin of the Ukrainian Society of Geneticists and Breeders]. Vol. 3, no. 1–2, pp. 21–25.

3. Getman, N.Ya., Veklenko, Yu.A., Tkachuk, R.O. (2018). Formuvannya ekologichno stijkih agrofitocenoziv lyucerni posivnoyi zalezno vid umov viroshuvannya [The formation of ecologically stable agrophytocoenoses of seed alfalfa depending on growing conditions]. *AgroStore* [AgroStore]. Available at: <https://agrostore.biz.ua/formuvannya-ekologichno-stijkix-agrofitocenoziv-lyucerni-posivno%20d1%2097-zalezno-vid-umov-viroshuvannya/>

4. Demidas, G.I., Kvitko, G.P., Tkachuk, O.P. (2013). Bagatorichni bobovi travi yak osnova prirodnoyi intensifikaciyi kormovirobnictva [Perennial legumes as a basis for natural intensification of fodder production]. Kyiv, TOV «Niland-LTD», 322 p.

5. Diter, Shpaar (2011). Lyucerna – koroleva kormovih kultur [Alfalfa is the queen of fodder crops]. *Agroexpert*, no. 4, pp. 52–56.

6. Dosphehov, B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta* [Methodology of field experience]. Moscow, Agropromizdat, 350 p.

7. Yermakova, L., Ivanivska, R. (2008). Lyucerna – vash vdaliy vibir [Alfalfa is your good choice]. *Propoziciya – golovnij zhurnal z pitan agrobiznesu* [The offer is the main magazine on agribusiness issues]. Available at: <https://propozitsiya.com/ua/lyucerna-vash-vdaliy-vibir>

8. Zinchenko, O.I., Salatenko, V.N., Bilonozhko, M.A. (2001). *Lyucerna. Roslinnictvo: pidruchnik* [Alfalfa. Plant growing]. Kyiv, Agrarian science, 591 p.

9. Babich, A.O. (1998). *Metodika provedennya doslidiv z kormovirobnictva* [Methods of conducting experiments on fodder production]. Vinnitsa, 96 p.

10. Sbev, V. Pachev, I. (2008). Ekonomicheskaya ocenka vneseniya mineralnogo udobreniya i obrabotki pochvy dlya lyucerny na korm [Economic assessment of mineral fertilizer application and soil treatment for alfalfa forage]. *Visnik Harkivskogo nacionalnogo agrarnogo universitetu imeni V.V. Dokuchayeva. Gruntoznavstvo, agrohimiya, zemlerobstvo, lisove gospodarstvo* [Bulletin of Kharkiv National Agrarian University named after V.V. Dokuchaev. Soil science, agrochemistry, agriculture, forestry]. Kharkiv, no. 2, pp. 193–200.

11. Fosfor. Sistema zhivlennya lyucerni [Alfalfa feeding system]. *Masseeds* [Masseeds]. 2013. Avail-

able at: <https://masseeds.ua/nashi-publikatsiyi/systema-zhyvlyennya-lyutserny>

12. Shevel, I.V. (2003). Vpliv dobriv na produktivnist i deyaki pokazniki yakosti lyucerni pri viroshuvanni yiyi na zroshuvanomu chornozemi pivdennomu [The influence of fertilizers on the productivity and some indicators of the quality of alfalfa when growing it on irrigated chernozem in the south]. *Tavrijskij naukovij visnik [Taurian Scientific Bulletin]*. Kherson, NNVK, no. 25, pp. 65–69.

13. Berg, W.K., Cunningham, S.M., Brouder, S.M., Joern, B.C., Johnson, K.D., Santini, J.B., Volenec, J.J. (2007). The long-term impact of phosphorus and potassium fertilization on alfalfa yield and yield components. *Crop Sci.* no. 47, pp. 2198–2209. DOI: 10.2135/cropsci2006.09.0576

14. Berg, W.K., Cunningham, S.M., Brouder, S.M., Joern, B.C., Johnson, K.D., Volenec, J.J. (2005). Influence of phosphorus and potassium fertilization on alfalfa yield and yield components. *Crop Sci.* no. 45, pp. 297–304. DOI: 10.2135/cropsci2005.0297

15. Flynn, R. (2015). *Interpreting Soil Tests: Unlock the Secrets of Your Soil*; New Mexico State University Cooperative Extension: Las Cruces, NM, USA. 676 p.

16. Grewal, H.S., Williams, R. (2002). Influence of potassium fertilization on leaf to stem ratio, nodulation, herbage yield, leaf drop, and common leaf spot disease of alfalfa. *J. Plant Nutr.* no. 25, pp. 781–795. DOI: 10.1081/PLN-120002959

17. Hawkesford, M., Horst, W., Kichey, T., Lambers, H., Schjoerring, H.J., Moller, I.S., White, S. (2012). *Functions of macronutrients. Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press: Waltham, MA, USA, pp. 135–189. DOI: 10.1016/B978-0-12-384905-2.00006-6

18. Jungers, J.M., Kaiser, D.E., Lamb, J.F.S., Lamb, J.A., Noland, R.L., Samac, D.A., Wells, M.S., Sheaffer, C.C. (2019). Potassium fertilization affects alfalfa forage yield, nutritive value, root traits, and persistence. *Agron. J.* no. 111, pp. 2843–2852. DOI: 10.2134/agronj2019.01.0011

19. Lloveras, J., Chocarro, C., Torres, L., Viladrich, D., Costafreda, R., Santiveri, F. (2012). Alfalfa yield components and soil potassium depletion as affected by potassium fertilization. *Agron. J.* no. 104, pp. 729–734. DOI: 10.2134/agronj2011.0293

20. Macolino, S., Lauriault, L.M., Rimi, F., Zil-iotto, U. (2013). Phosphorus and Potassium Fertilizer Effects on Alfalfa and Soil in a Non-Limited Soil. *Agron. J.* no. 105, pp. 1613–1618. DOI: 10.2134/agronj2013.0054].

21. Murali, K., Darapuneni, Leonard, M. Lauriault, Gasper, K. Martinez, Koffi, Djaman, Kevin, A. Lombard, Syam, K. Dodla. Potassium and Sulfur Fertilizer Sources Influence Alfalfa Yield and Nutritive Value and Residual Soil Characteristics in an Arid, Moderately Low-Potassium Soil. DOI: 10.3390/agronomy14010117

22. Pant, H.K., Mislevy, P., Rechcigl, J.E. (2004). Effect of phosphorous and potassium on forage nutritive value and quantity. *Agron. J.* no. 96, pp. 1299–1305. DOI: 10.2134/agronj2004.1299

23. Petrychenko, V.F., Hetman, N.Ya., Veklenko, Yu.A. (2020). Substantiation of alfalfa productivity at long-term use of grass stands in conditions of climate change. *Herald of Agrarian Science.* no. 3 (804), pp. 20–26. DOI: 10.31073/agrovisnyk202003-03

24. Schneider A., Villemin P. (1992). Importance of texture and CEC in K fertilization advice. In *Proceedings of the 23rd Colloquium of the International Potash Institute*. Prague, Czechoslovakia, pp. 395–398.

25. Teixeira, E.I., Moot, D.J., Mickelbart, M.V. (2007). Seasonal patterns of root C and N reserves of lucerne crops (*Medicago sativa* L.) grown in a temperate climate were affected by defoliation regime. *Eur. Agron. J.* no. 26, pp. 10–20. DOI: 10.1016/j.eja.2006.08.010.

26. Wang, M., Zheng, Q., Shen, Q., Guo, S. (2013). The critical role of potassium in plant stress response. *Int. J. Mol. Sci.* no. 14, pp. 7370–7390. DOI: 10.3390/ijms14047370

The formation of green mass yield of alfalfa under different doses and periods of mineral fertilizers application in the conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine

Kozak L., Panchenko T., Kozak A.

Doses of fertilizers and timing of their application had an effect on the growth, development, survival of alfalfa and on the energy efficiency of its cultivation.

The best survival of alfalfa was observed in the options where $P_{120}K_{120}$ was applied twice during the growing season. At the same time, survival was within the range of 72.0–74.1% for the first cut, 66.2–68.4% for the second cut, and 46.5–47.2 % for the third cut. The lowest survival of alfalfa plants was observed on the variant without fertilizers and, respectively, on the cut, it was 69.5, 63.5 and 41.9 %.

The largest leaf surface area of alfalfa was observed in the variant with $P_{120}K_{120}$ application in autumn and spring and was 129,000 m²/ha, which exceeded the control by 2.3 times. On the variants with introduction of alfalfa $P_{120}K_{120}$ and $P_{60}K_{60}$ during the growing season, the yield of green mass increased by 1.9 times compared to the control.

The highest green mass yield of alfalfa was obtained with double application of $P_{120}K_{120}$ – 54.2 t/ha, which significantly exceeded the control. Portion application of fertilizers ($P_{60}K_{60}$ in autumn and $P_{60}K_{60}$ in spring) has no significant advantage over $P_{120}K_{120}$ fertilization in spring or autumn (the yield was 39.9, 40.4 and 39.2 t/ha, respectively).

The green mass yield of alfalfa was unevenly distributed according to the terms of mowing. On average, according to the experiment, the first cut gave 35.9 % of green mass, the second cut – 39.3%, and the third – only 24.8%.

The use of mineral fertilizers in the dose of $P_{60}K_{60}$ led to an increase in the total energy consumption of

alfalfa cultivation by 1.89 GJ/ha, or by 6.71%, compared to the control. When applying $P_{120}K_{120}$, the costs increased by 4.39 GJ/ha, or by 15.59%, compared to the control. Mineral fertilizers application under alfalfa helped to increase the energy coefficient. The introduction of $P_{60}K_{60}$ led to an increase in the energy coefficient by 11.7%, compared to the control, $P_{120}K_{120}$ – by 31.9%, $P_{60}K_{60}$ in autumn $P_{120}K_{120}$ in spring – by 39.3%, and $P_{120}K_{120}$ in autumn and $P_{120}K_{120}$ in spring – by 56.2%. It was established by calculations that mineral ferti-

zers contributed to the reduction of the energy intensity of 1 ton of fodder units. So, if the energy intensity of 1 ton of feed units was 1.06 GJ in the version without fertilizers, then the introduction of $P_{60}K_{60}$ led to a decrease in this indicator by 10%, $P_{120}K_{120}$ by 24.0%, $P_{60}K_{60}$ in the fall, $P_{120}K_{120}$ in the spring by – 28.1%, and $P_{120}K_{120}$ in autumn and $P_{120}K_{120}$ in spring – by 36.1%.

Key words: alfalfa, fertilizer doses, time of application, yield of green mass, alfalfa slopes, economic efficiency, plant density, growing season, plant survival.



Copyright: Козак Л.А., Панченко Т.В., Козак А.Л. © 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:

Козак Л.А.

Панченко Т.В.

<https://orcid.org/0000-0002-7770-9734>

<https://orcid.org/0000-0003-1114-5670>

УДК 633.852:631.524

Урожайність насіння гірчиці залежно від застосування мінеральних добрив

Миколайко І.І.¹ , Карпук Л.М.² ¹ Уманський державний педагогічний університет імені П. Тичини² Білоцерківський національний аграрний університет

Миколайко І.І., Карпук Л.М. Урожайність насіння гірчиці залежно від застосування мінеральних добрив. «Агробіологія», 2024. № 1. С. 188–195.

Mykolaiko I., Karpuk L. Mustard seeds yield depends on the mineral fertilizers application. «Agrobiology», 2024. no. 1, pp. 188–195.

Рукопис отримано: 09.04.2024 р.

Прийнято: 24.04.2024 р.

Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-188-195

За результатами досліджень виявлено особливості формування елементів структури урожаю та урожайність насіння гірчиці залежно від застосування мінеральних добрив.

Встановлено, що внесення фосфорно-калійних добрив, як основного, так і спільно з позакореневим підживленням азотними добривами забезпечило достовірне збільшення висоти рослин в усіх фенологічних фазах росту та розвитку рослин гірчиці. Достовірно меншим приріст висоти рослин був в контролі, а найбільшим – за спільного застосування основного удобрення з нормою $P_{45}K_{45}$ та дворазового позакореневого підживлення азотними добривами – N_{15} по сходах та N_{30} у фазу розетки–стеблування, який становив 36,1 см або був більшим на 9,4 см чи 35,2 % ніж в контролі. Дослідженнями з'ясовано, що під дією мінеральних добрив показники структури врожаю зростали як порівняно з контролем – без добрив, так і залежно від основного удобрення та позакореневого підживлення. Найбільша кількість стебел та стручків на рослині, відповідно – 6,0 та 105,9 шт. формувалося за основного удобрення фосфорно-калійними добривами та дворазового позакореневого підживлення азотними добривами по сходах та у фазу розетки–стеблування. Застосування мінеральних добрив забезпечило достовірне підвищення урожайності насіння гірчиці, порівняно з контролем – без добрив. У середньому з усіх сортів за чотири роки урожайність насіння в контролі становила 1,17 т/га, водночас як за внесення в основне удобрення $P_{45}K_{45}$ вона збільшилася на 0,32 т/га і становила 1,49 т/га. Найбільшою вона була за сумісного застосування основного удобрення та дворазового позакореневого підживлення.

З метою підвищення урожайності насіння гірчиці за його вирощування в умовах Правобережного Лісостепу доцільно в основне удобрення вносити $P_{45}K_{45}$ та проводити дворазове підживлення по сходах азотними добривами з нормою N_{15} та у фазу розетки–стеблування з нормою N_{30} , що забезпечує високу насінневу продуктивність гірчиці.

Ключові слова: урожайність, основне удобрення, позакореневе підживлення, біометричні показники, сума активних температур.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Агроекологічні переваги вирощування гірчиці в Україні, її медико-біологічні властивості, висока рентабельність виробництва продукції сприяють подальшому розвитку ринку збуту, її переробки та збільшенню прибутковості культури [1]. За площею посіву гірчиці Україна входить в десятку світових лі-

дерів з її вирощування та на четвертому місці за обсягом виробництва культури серед олійних культур в державі, де гірчиця поступається лише ріпаку, сої та соняшнику [2]. За всебічного використання гірчиці в останні роки попит на її насіння зростає, тому дослідження способів підвищення урожайності насіння гірчиці є актуальним.

Застосування мінеральних добрив є ефективним агрозаходом підвищення урожайності гірчиці, яка належить до культур, що добре реагують на внесення добрив, тому реалізація її біологічного потенціалу значною мірою визначається відповідною кількістю мінеральних добрив. У період активного росту гірчиця добре реагує на внесення азотних добрив, що забезпечує збільшення урожайності до 30 % [3, 4]. Застосування мінеральних добрив підвищує урожайність гірчиці, оскільки її коренева система добре засвоює з ґрунту важкорозчинні сполуки фосфору та азоту [5].

За даними Л.В. Губенко, О.Я. Любчич [6], внесення мінеральних добрив навіть у незначній кількості (60 кг/га д. р. фосфору і 90 кг/га д. р. калію) сприяло суттєвому збільшенню урожайності насіння гірчиці – на 0,84 т/га. Дослідженням П.С. Вишнівського та ін. з'ясовано, що внесення добрив у дозах NPK забезпечило підвищення урожайності гірчиці на 0,53 т/га порівняно з контролем [7]. Застосування добрив забезпечує збільшення кількості гілок на 0,7 шт./м² порівняно з контролем – без добрив [8] та збільшення стручків на 5 %, насінин в стручку на 7,4–35,6 % [9]. Гірчиця біла чутлива до фізичного стану ґрунту, про що свідчить зміна показників структури врожаю залежно від систем основного обробітку ґрунту та удобрення. Зокрема, на фоні мінерального удобрення, рослини за висотою значно переважали за полицевої системи основного обробітку ґрунту (152 см), порівняно з чизельною системою основного обробітку ґрунту, де висота рослин була нижчою на 9 % від контролю і становила 139 см [10]. Застосування мінеральних добрив забезпечило збільшення висоти рослин сорту Пріма на 11,1 см і сорту Запоріжанка на 13,5 см порівняно з контролем [11]. Внесення мінеральних добрив забезпечувало формування більшої кількості структури урожаю, а саме: за доз добрив N₃₀P₆₀K₉₀ та N₄₅P₆₀K₉₀ кількість стручків на рослині збільшувалася, відповідно – до 3,6 та 3,7 шт., водночас в контролі їх було 3,1 шт. [12].

Створення сприятливих умов для росту і розвитку рослин гірчиці та формування високої продуктивності культури є одним з головних завдань, на що мають бути спрямовані всі агротехнологічні заходи за вирощування насіння гірчиці.

Мета дослідження. Виявити особливості формування елементів структури урожаю та урожайність насіння гірчиці залежно від застосування мінеральних добрив.

Матеріал і методи дослідження. Досліди, згідно з програмою досліджень, з визначення

впливу мінеральних добрив на урожайність насіння гірчиці проводили в умовах нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу України на дослідному полі Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини МОН, упродовж 2020–2023 рр. Досліди проводили з 5-ма сортами чорної і білої гірчиці. Схемою досліду передбачено основне внесення фосфорно-калійних добрив в дозі P₄₅K₄₅ без підживлення та з підживленням азотними добривами в дозі N₁₅ по сходах, а також основне удобрення у дозі P₄₅K₄₅ з дворазовим підживленням азотними добривами по сходах в дозі N₁₅ і одне підживлення азотними добривами в дозі N₃₀ у фазу розетки–стеблування. У контролі добрива не вносили. Сівбу проводили звичайним рядковим способом з нормою висіву насіння 2 млн шт./га. У основне удобрення вносили суперфосфат (20 % д.р.) та калій хлористий (54 % д.р.), для підживлення застосовували аміачну селітру (34,4 % д.р.).

Фенологічні спостереження та аналіз структури рослин визначали згідно з Методикою сортопробування сільськогосподарських культур [13], урожайність насіння – зважуванням по ділянках з кожного повторення, відбір середніх проб насіння та його схожість – згідно з чинним ДСТУ [14]. Оцінку достовірності експериментальних даних проводили розрахунково-порівняльним методом з використанням дисперсійного аналізу за методом Фішера [15] та методичних рекомендацій [16].

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем опідзолений важкосуглинковий, який характеризується грудкувато-пилуватою структурою, з невисоким вмістом гумусу – 3,31 %. Реакція ґрунтового розчину нейтральна – рН 6,5–6,7. Вміст рухомих сполук фосфору (за методом Чирікова) та калію становить 80–130 мг/кг – середня забезпеченість.

Результати дослідження та обговорення. Ріст рослин й накопичення ними вегетативної маси визначаються впливом агротехнологічних, кліматичних, біологічних та абіотичних чинників, сортовими особливостями, формуванням біометричних показників структури урожаю – висотою рослин, інтенсивністю стеблування, кількістю стручків на рослині тощо.

Встановлено, що внесення фосфорно-калійних добрив, як основного, забезпечило достовірне збільшення висоти рослин в усіх фенологічних фазах росту та розвитку рослин гірчиці. У середньому, з усіх сортів, за роки досліджень висота рослин збільшилася у фазу розетки на 1,5 см або 14,9 %, порівняно з контролем (табл. 1).

Таблиця 1 – Висота рослин гірчиці, см, залежно від застосування добрив (середнє за сортами, 2020–2023 рр.)

Варіант	Фази росту та розвитку			
	розетка	бутанізація	цвітіння	дозрівання
Без добрив – контроль	10,1	37,7	64,3	96,2
$P_{45}K_{45}$ в основне без підживлення	11,6	40,9	71,0	101,5
$P_{45}K_{45}$ в основне + підживлення N_{15} по сходах	12,2	42,6	76,6	102,9
$P_{45}K_{45}$ в основне + два підживлення N_{15} по сходах + N_{30} у фазу розетки–стеблуння	12,8	44,4	80,5	104,3
$HP_{0,05}$	0,09	0,31	0,30	0,36

Аналогічне збільшення висоти рослин спостерігалось у фазах росту й розвитку – бутонізації, цвітіння та дозрівання насіння. Спільне застосування основного удобрення та дворазового позакореневого підживлення азотними добривами по сходах та у фазу розетки–стеблуння забезпечило значне підвищення висоти рослин – на 2,7 см або 26,7 %, порівняно з контролем та на 0,6 см або 4,9 %, порівняно з основним удобренням та одноразовим позакореневим підживленням по сходах. Одноразове позакореневе підживлення на фоні основного фосфорно-калійного удобрення також забезпечило достовірне підвищення висоти рослин порівняно з контролем.

Доцільно зазначити, що найбільший приріст висоти рослин за внесення мінеральних добрив спостерігався в міжфазний період бутонізація–цвітіння (рис. 1). У середньому за всіх норм застосування добрив він становив 33,4 см, водночас як в міжфазний період розетка–бутонізація приріст висоти був меншим на 2,9 см, а в міжфазний період цвітіння–дозрівання – на 6,5 см.

Достовірно меншим приріст висоти рослин був в контролі, а найбільшим – за спільного застосування основного удобрення та дворазового позакореневого підживлення азотними добривами, який становив 36,1 см або був більшим на 9,4 см чи 35,2 % ніж в контролі.

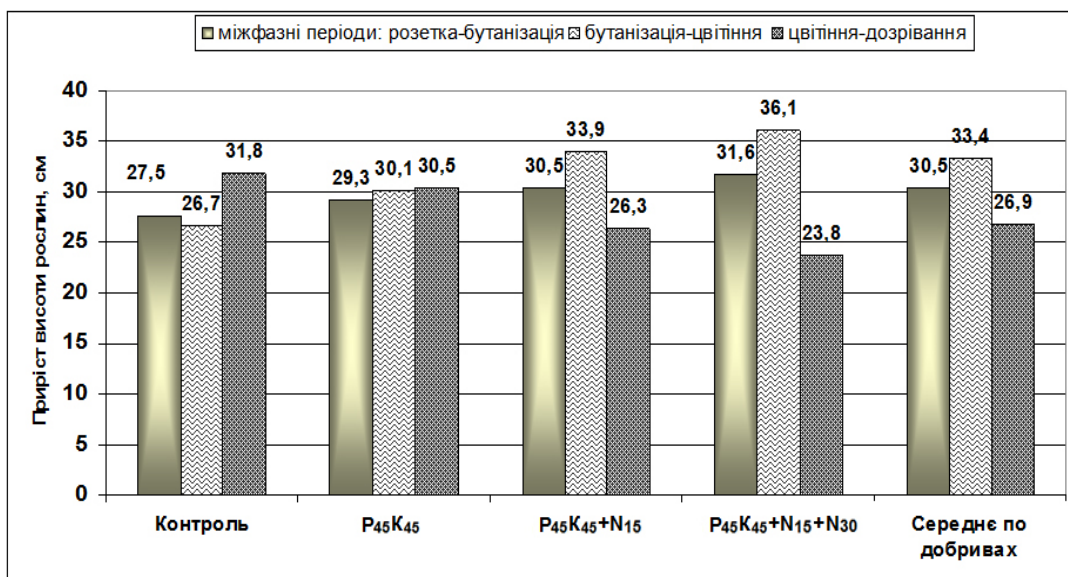


Рис. 1. Приріст висоти рослин за міжфазні періоди їх росту і розвитку (середнє з усіх сортів за 2020–2023 рр.).

Одноразове позакореневе підживлення на фоні основного фосфорно-калійного удобрення також забезпечило значне збільшення приросту висоти рослин порівняно з контролем.

Дослідженнями виявлено, що під дією мінеральних добрив показники структури врожаю зростали як порівняно з контролем – без добрив, так і залежно від основного удобрення та позакореневого підживлення. Найбільша кількість стебел та стручків на рослині, відповідно – 6,0 та 105,9 шт. формувалася за основного удобрення фосфорно-калійними добривами та дворазового позакореневого підживлення азотними добривами по сходах та у фазу розетки–стеблування (рис. 2).

Застосування фосфорно-калійних добрив у нормі $P_{45}K_{45}$ лише як основного, забезпечило збільшення кількості стебел на 2,6 шт., стручків на 41,6 шт. порівняно з контролем. За одноразового позакореневого підживлення азотними добривами з нормою N_{15} по сходах кількість стебел збільшилася на 1,8 шт. або 52,9 %, стручків – на 27,8 шт. або 43,2 % порівняно з контролем.

Спільне застосування в основне удобрення фосфорно-калійних та одноразове позакореневе підживлення азотними добривами по сходах забезпечило підвищення елементів структури урожаю не лише порівняно з контролем, а також з використанням основного удобрення культури.

Одним з головних й об'єктивних критеріїв оцінки ефективності застосування еле-

ментів технології є урожайність культури, яка акумулює вплив ґрунтово-кліматичних умов вирощування, де знаходилась рослина впродовж вегетаційного періоду та агротехнологічні заходи. На думку ряду науковців [17–20], урожайність є інтегруючим показником, який значною мірою залежить від погодних умов, що складаються за період вегетації, строків сівби, норм висіву насіння та інших чинників зовнішнього середовища.

Застосування мінеральних добрив достовірно забезпечило підвищення урожайності насіння гірчиці, порівняно з контролем – без добрив. У середньому за всіма сортами за роки досліджень, урожайність насіння у контролі становила 1,17 т/га, водночас як за внесення в основне удобрення $P_{45}K_{45}$ вона збільшилася на 0,32 т/га і становила 1,49 т/га (рис. 3).

Достовірно вищу урожайність насіння як порівняно з контролем, так і застосуванням лише основного удобрення отримано за сумісного використання в основне удобрення $P_{45}K_{45}$ та позакореневого підживлення азотними добривами. На фоні основного удобрення позакореневе підживлення азотними добривами по сходах забезпечило підвищення урожайності насіння порівняно з контролем на 0,52 т/га, а порівняно з використанням лише основного удобрення на 0,20 т/га, дворазове підживлення по сходах та одне у фазу розетки–стеблування – відповідно, на 0,56 та 0,24 т/га ($HP_{0,05 \text{ добрива}} = 0,04$ т/га). Частка впливу чинника добрива була найбільшою і становила 85,6 %.

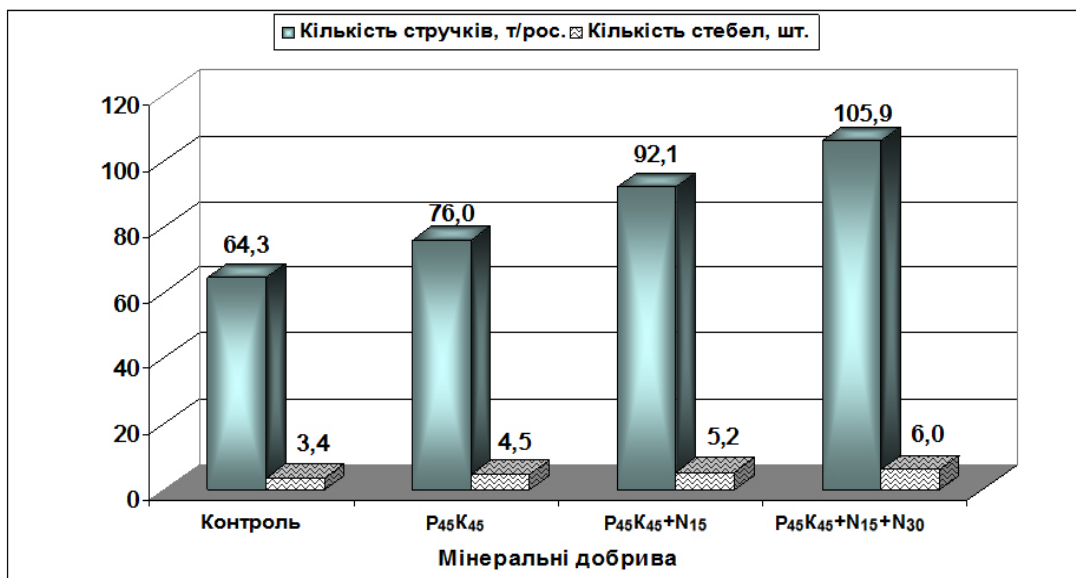


Рис. 2. Біометричні показники структури врожаю залежно від застосування мінеральних добрив (середнє за сортами, 2020–2023 рр.).

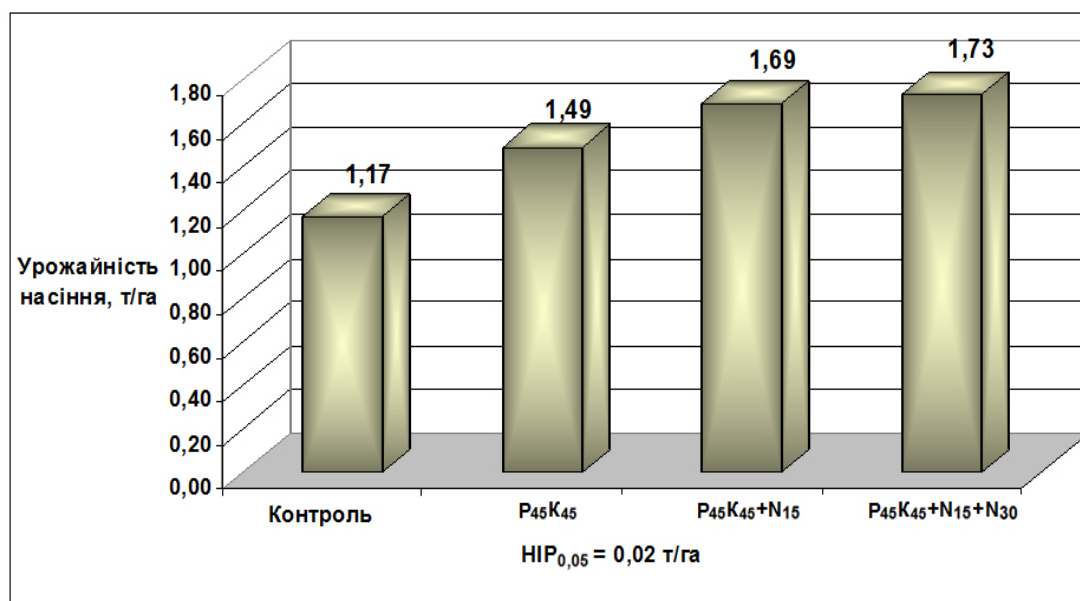


Рис. 3. Урожайність насіння гірчиці (середнє за сортами, 2020–2023 рр.).

За роками досліджень спостерігається аналогічна залежність значного збільшення урожайності насіння залежно від застосування мінеральних добрив порівняно з контролем. Достовірно більшу урожайність насіння отримано за сумісного внесення основного фосфорно-калійного добрива у дозі P₄₅K₄₅ з одно-разовим (N₁₅) та дворазовим (N₃₀) позакореневим підживленням азотними добривами, яка збільшувалася від 0,24 т/га – 2021 р. до 0,71 т/га – 2020 р. порівняно з контролем (табл. 2).

Найнижчий приріст урожайності насіння (6,1 %) за сумісного внесення основного удобрення та дворазового позакореневого піджив-

лення отримано у 2021 р., а найбільше – 33,8 % в 2022 р., порівняно з контролем.

Встановлено, що на формування урожайності насіння достовірно впливала сума активних температур вище 10 °C упродовж вегетації (рис. 4).

Найвищу урожайність – 1,50 т/га, отримано в 2021 р., коли сума активних температур становила 1399,6 °C. Зі зменшенням суми активних температур до 1364 °C урожайність насіння достовірно зменшувалася. Найменшу урожайність насіння – 0,97 т/га отримано в 2020 р., коли сума активних температур була найменшою і становила 1347,8 °C.

Таблиця 2 – Урожайність насіння гірчиці залежно від застосування добрив

Варіант	Роки досліджень			
	2020	2021	2022	2023
Без добрив – контроль	0,95	1,50	1,10	1,12
P ₄₅ K ₄₅ в основне без підживлення	1,50	1,64	1,30	1,52
P ₄₅ K ₄₅ в основне + підживлення N ₁₅ по сходах	1,61	1,71	1,70	1,74
P ₄₅ K ₄₅ в основне + два підживлення N ₁₅ по сходах + N ₃₀ у фазу розетки–стеблуння	1,66	1,74	1,74	1,78
NIP _{0,05}	0,03	0,02	0,03	0,03

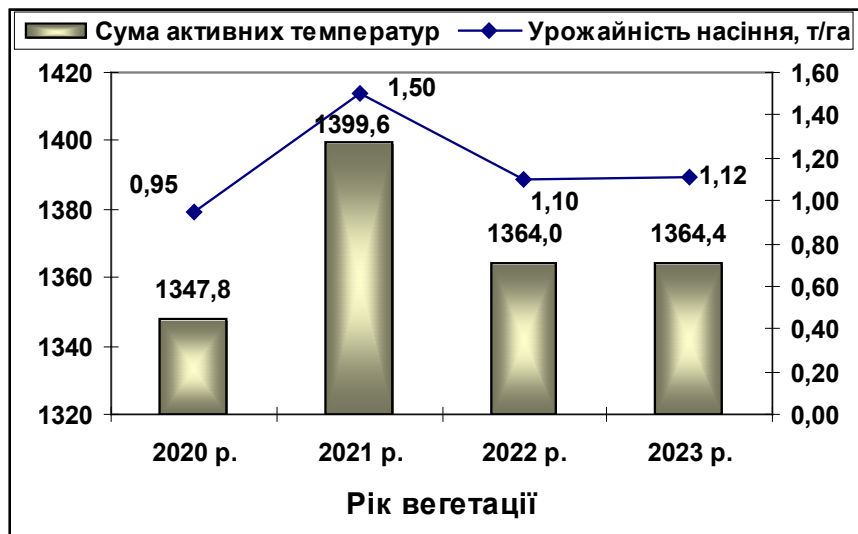


Рис. 4. Урожайність насіння залежно від суми активних температур.

Висновки. З метою підвищення урожайності насіння гірчиці за його вирощування в умовах Правобережного Лісостепу доцільно в основне удобрення вносити $P_{45}K_{45}$ та проводи-

ти дворазове підживлення по сходах азотними добривами з нормою N_{15} та у фазу розетки–стеблування з нормою N_{30} , що забезпечує високу насіннєву продуктивність гірчиці.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Лис Н.М., Ткачук Л.М., Іванюк Р.С. Продуктивність гірчиці чорної залежно від застосування бактеріальних препаратів. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2016. Вип. 59. С. 114–120.
- Жуйков О.Г., Жуйков Г.Є. Роль гірчиці та продуктів її переробки у формуванні продуктивного сегменту АПК України. Науково-виробничий журнал Бізнес-Навігатор. 2013. № 1(30). С. 141–147.
- Оксимець О.Л., Ларіна В.І. Вплив добрив та строків сівби на ріст гірчиці білої. ЗНП Ін-т землеробства УААН. Київ: Екмо, 2003. С. 87–91.
- Утеуш Ю.А. Новые перспективные кормовые культуры. Київ: Наукова думка, 1991. 192 с.
- Воробейков Г.А., Лебедев В.Н. Продуктивность горчицы белой при инокуляции семян ассоциативными бактериальными штаммами. Кормопроизводство. 2007. № 1. С. 24–26.
- Губенко Л.В., Любич О.Я. Вплив добрив на продуктивність гірчиці білої. Зернові культури. 2020. Т. 4. № 2. С. 289–295. DOI: 10.31867/2523-4544/0137
- Вишнівський П.С., Губенко Л.В., Ремез Г.Г., Любич О.Я. Вплив системи удобрення на формування продуктивності гірчиці Сарептської. Збірник наукових праць ННЦ “Інститут землеробства УААН”. 2010. Вип. 3. С. 233–237.
- Томашова О.Л., Томашов С.В., Журавель В.М. Гірчиця біла. Оптимізація строків сівби та мінерального живлення. Таврійський науковий вісник. № 82. С. 112–115.
- Томашова О.Л., Томашов С.В., Журавель В.М. Збір жиру та продуктивність гірчиці сарептської у залежності від елементів технології вирощування. Збірник наукових праць. 2012. Вип. 58. С. 70–71.
- Кирилук В.П., Тимошук Т.М. Урожайність гірчиці білої залежно від системи основного обробітку ґрунту та удобрення. Наукові горизонти. 2019. № 2 (75). С. 27–33. DOI: 10.332491/2663-2144-2019-75-2-27-33
- 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.
- Сайко В.Ф., Вишнівський П.С. Вплив елементів технології на продуктивність гірчиці білої сорту Еталон. Збірник наукових праць ННЦ “Інститут землеробства НААН”. 2015. Вип. 4. С. 72–78.
- Методика державного сортопробування сільськогосподарських культур / за ред. В. Волкодава. Київ, 2000. Вип. 1. 100 с.
- ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. Київ: Держспоживстандарт України, 2002. 173 с.
- Fisher R.A. Statistical methods for research workers. New Delhi: Cosmo Publications, 2006. 354 p.
- Ермантраут Е.Р., Присяжнюк О.І., Шевченко І.Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті STATISTICA 6: методичні вказівки. Київ, 2007. 55 с.

17. Чехов А.В., Жернова Н.П. Технологічні аспекти вирощування гірчиці білої в умовах південного Степу України. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур УААН. 2009. № 14. С. 238–247.

18. Поляков О.І., Вахненко С.В. Реакція гірчиці озимої сорту Новинка на додаткове мінеральне живлення та застосування ретарданту. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. Запоріжжя, 2015. Вип. 22. С. 119–128.

19. Стратегія виробництва олійної сировини в Україні (Малопоширені культури) / І.А. Шевченко та ін. Льон олійний, гірчиця. Інститут олійних культур НААН. Запоріжжя: ІОК НААН, 2016. Частина 1. 44 с.

20. Eleshev R., Nurmanov Y., Khamzina B. Yield and quality of mustard seeds depending on mineral nutrition and fertilizers under conditions of southern black soil. *Izvestiâ Nacional'noj akademii nauk Respubliki Kazahstan*. 2020. 3. P. 25–32. DOI: 10.32014/2020.2224-526X.22.

REFERENCES

1. Lys, N.M., Tkachuk, L.M., Ivanyuk, R.S. (2016). Produktivnist girchyci chornoyi zalezno vid zastosuvannya bakterialnykh preparativ [Productivity of black mustard depending on the use of bacterial preparations]. *Peredgirne ta girske zemlerobstvo i tvarynyctvo* [Foothill and mountain agriculture and animal husbandry]. Issue 59, pp. 114–120.

2. Zhujkov, O.G., Zhujkov, G.Ye. (2013). Rol girchyci ta produktiv yiyi pererobky u formuvanni produktivnogo segmentu APK Ukrainy [The role of mustard and its processing products in the formation of the productive segment of the agricultural sector of Ukraine]. *Naukovo-vyrobnychyj zhurnal Biznes-Navigator* [Scientific and industrial journal Business-Navigator]. no. 1(30), pp. 141–147.

3. Oksymecz, O.L., Larina, V.I. (2003). Vplyv dobryv ta strokiv sivby na rist girchyci biloyi [The influence of fertilizers and sowing dates on the growth of white mustard]. *ZNP In – t zemlerobstva UAAN* [NP Institute of Agriculture of the Ukrainian Academy of Sciences]. Kyiv, Ekmo, pp. 87–91.

4. Uteush, Yu.A. (1991). Novye perspektyvnye kormovye kultury [New promising forage crops]. Kyiv, Scientific thought, 192 p.

5. Vorobejkov, G.A., Lebedev, V.N. (2007). Produktivnost gorchycy beloj pry ynokulyacyu semyan assocyativnyimi bakterialnymi shtammamy [Productivity of white mustard when inoculating seeds with associative bacterial strains]. *Kormoproizvodstvo* [Feed production]. no. 1, pp. 24–26.

6. Gubenko, L.V., Lyubchych, O.Ya. (2020). Vplyv dobryv na produktivnist girchyci biloyi [Infusing is good for the productivity of white mustard]. *Zernovi kultury* [Grain crops]. Vol. 2, pp. 289–295. DOI: 10.31867/2523-4544/0137

7. Vyshnivskiy, P.S., Gubenko, L.V., Remez, G.G., Lyubchych, O.Ya. (2010). Vplyv systemy udobrennya na formuvannya produktivnosti girchyci Sarepts koyi [Injection of the fertilizer system to mold the produc-

tivity of Sareptska mustard]. *Zbirnyk naukovykh pracz NNCz “Instytut zemlerobstva UAAN”* [Collection of scientific works of the NSC “Institute of Agriculture of the UAAS”]. Issue 3, pp. 233–237.

8. Tomashova, O.L., Tomashov, S.V., Zhuravel, V.M. Girchycya bila. Optyimizaciya strokiv sivby ta mineralnogo zhyvlennya [Mustard white. Optimization of lines of mineral life]. *Tavrijskyj naukovyj visnyk* [Tavria Scientific Bulletin]. no. 82, pp. 112–115.

9. Tomashova, O.L., Tomashov, S.V., Zhuravel, V.M. (2012). Zbir zhyru ta produktivnist girchyci sarepts koyi u zalezhnosti vid elementiv texnologiyi vyroshhuvannya [Fat collection and productivity of mustard sarepta from storage as elements of cultivation technology]. *Zbirnyk naukovykh pracz* [Collection of scientific works]. Issue 58, pp. 70–71.

10. Kyrylyuk, V.P., Tymoshuk, T.M. (2019). Urozhajnist girchyci biloyi zalezno vid systemy osnovnogo obrobittu gruntu ta udobrennya [The yield of white mustard depends on the system of basic soil cultivation and fertilization]. *Naukovi goryzonty* [Scientific horizons]. no. 2 (75), pp. 27–33. DOI: 10.332491/2663-2144-2019-75-2-27-33

11. Polyakov, O.I., Vakhnenko, S.V., Nikitenko, O.V., Vendel, V.V. (2016). Osoblyvosti formuvannya produktivnosti girchyci yaroyi pid vplyvom mineralnykh dobryv za riznykh norm vysivu [Features of molding the productivity of spring mustard under the infusion of mineral additives at different hanging rates]. *Naukovo-texnichnyj byuleten Instytutu olijnykh kultur NAAN* [Scientific and technical bulletin of the Institute of Olive Crops of the National Academy of Sciences]. no. 23, pp. 155–161.

12. Sajko, V.F., Vyshnivskiy, P.S. (2015). Vplyv elementiv texnologiyi na produktivnist girchyci biloyi sortu Etalon [Infusion of technology elements into the productivity of white mustard variety Etalon]. *Zbirnyk naukovykh pracz NNCz “Instytut zemlerobstva UAAN”* [Collection of scientific works of the NSC “Institute of Agriculture of the National Academy of Sciences”]. Issue 4, pp. 72–78.

13. Volkodav, V. (2000). Metodyka derzhavnogo sortovyprobuvannya silskogospodarskykh kultur [Methodology of sovereign varieties and testing of agricultural crops]. Kyiv, Issue 1, 100 p.

14. DSTU 4138-2002. Nasinnya silskogospodarskykh kultur. Metody vyznachennya yakosti [Seeds of agricultural crops. Methods for determining the quality]. Kyiv, Derzhspozhivstandart of Ukraine, 173 p.

15. Fisher, R.A. (2006). *Statistical methods for research workers*. New Delhi, Cosmo Publications, 354 p.

16. Ermantraut, E.R., Prisyazhnyuk, O.I., Shevchenko, I.L. (2007). Statystychnyj analiz agromichnykh doslidnykh danyx v paketi STATISTICA 6: metodychni vkazivky [Statistical analysis of agronomic research data in the STATISTICA 6 package]. Kyiv, 55 p.

17. Chexov, A.V., Zhernova, N.P. (2009). Teknologichni aspekty vyroshhuvannya girchyci biloyi v umovax pivdenного Stepu Ukrainy [Technological aspects of growing white mustard in the minds of the Ukrainian Steppe]. *Naukovo-texnichnyj byuleten Ins-*

tytutu olijnyx kultur UAAN [Scientific and technical bulletin of the Institute of Olive Crops of the UAAS]. no. 14, pp. 238–247.

18. Polyakov, O.I., Vakhnenko, S.V. (2015). Reakciya girchyci ozymoyi sortu Novynka na dodatkovye mineralne zhyvlennya ta zastosuvannya retardant [Reaction of winter mustard variety New on additional mineral life and stagnation of retardant]. Naukovo-texnichnyj byuletyn Instytutu olijnyx kultur NAAN [Scientific and technical bulletin of the Institute of Olive Crops of the National Academy of Sciences]. Zaporizhzhia, Issue 22, pp.119–128.

19. Shevchenko, I.A., Lyakh, V.O., Polyakov, O.I. (2016). Strategiya vyrobnyctva olijnoyi syrovyny v Ukraini (Maloposhy'reni kul'tury) [Strategy for the production of oleic virus in Ukraine (small-breadth culture)]. Lon olijnyj, girchycya [Olive flax, mustard]. Institute of Olive Crops NAAS]. Instytut olijnyx kultur NAAN [Institute of oil crops]. Zaporizhzhya, IOK NAAN, Part 1, 44 p.

20. Eleshev, R., Nurmanov, Y., Khamzina, B. (2020). Yield and quality of mustard seeds depending on mineral nutrition and fertilizers under conditions of southern black soil. *Izvestiâ Nacional'noj akademii nauk Respubliki Kazahstan*. no. 3, pp. 25–32. DOI: 10.32014/2020.2224-526X.22.

Mustard seeds yield depends on the mineral fertilizers application

Mykolaiko I., Karpuk L.

According to the research results, the formation features of yield structure elements and mustard seeds yield depending on the application of mineral fertilizers were revealed.

It has been established that phosphorus-potassium fertilizers application both basal one and together with

foliar fertilization with nitrogen fertilizers, provided a significant increase in plant height in all phenological phases of developmental stages of mustard plants. The increase in plant height was significantly smaller in the control, and the largest – with the combined application of basal fertilizer with the norm of $P_{45}K_{45}$ and two-time foliar fertilization with nitrogen fertilizers – N_{15} during the shoots and N_{30} in the rosette-stalking phase, which was 36.1 cm or was greater by 9, 4 cm or 35.2% than in the control. The research has been established that under the influence of mineral fertilizers the crop structure parameters increased both compared to the control – without fertilizers, and depending on the basal fertilizer and foliar feeding. The largest number of stems and pods on the plant respectively – 6.0 and 105.9 pcs. – was formed under the basal fertilization with phosphorus-potassium fertilizers and double foliar feeding with nitrogen fertilizers at seedlings and in the rosette-stalking phase. Mineral fertilizers application ensured a significant yield enhancement of mustard seeds compared to the control – without fertilizers. On average, of all varieties over four years, the seeds yield in the control was 1.17 t/ha, while it increased by 0.32 t/ha and amounted to 1.49 t/ha when adding $P_{45}K_{45}$ to the main fertilizer. It was the largest when using the basal fertilizer application double feeding together.

In order to increase the mustard seeds yield during its cultivation in the conditions of the Right Bank Forest Steppe it is advisable to add $P_{45}K_{45}$ to the basal fertilizer and carry out double feeding with nitrogen fertilizers on seedlings at the rate of N_{15} and at the rosette-shooting stage at the rate of N_{30} , which ensures high mustard seeds productivity.

Key words: yield, basal fertilizer, foliar feeding, biometric indicators, sum of active temperatures.



Copyright: Миколайко І.І., Карпук Л.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:

Миколайко І.І.

Карпук Л.М.

<https://orcid.org/0000-0002-4985-4918>


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

УДК 631.5.633:85.483

Продуктивність рослин гірчиці сизої залежно від сполучення різних норм висіву насіння та міжрядь в умовах Північно-східного Степу України

Рожков А.О. , Кириченко М.О. 

Державний біотехнологічний університет

 zms19760403@ukr.net

Рожков А.О., Кириченко М.О. Продуктивність рослин гірчиці сизої залежно від сполучення різних норм висіву насіння та міжрядь в умовах Північно-східного Степу України. «Агробіологія», 2024. № 1. С. 196–205.

Rozhkov A., Kyrychenko M. Productivity of leaf mustard plants depending on different seed sowing rates combinations and row spacing in the conditions of the North-Eastern Steppe of Ukraine. «Agrobiology», 2024. no. 1, pp. 196–205.

Рукопис отримано: 03.04.2024 р.

Прийнято: 18.04.2024 р.

Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-196-205

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Гірчиця – одна з найважливіших олійних культур світу. У структурі промислового виробництва рослинних олій її частка становить понад 13,0 % [1]. В Україні її посівна площа впродовж останніх років становить 50 тис. га, водночас, ґрунтово-кліматичні умови дозволяють вирощувати її по всій території України [2].

У статті наведено результати досліджень щодо впливу різних варіантів сполучення норми висіву насіння та ширини міжрядь на елементи продуктивності рослин і біологічну врожайність насіння гірчиці сизої в умовах Північно-східного Степу України. Мета досліджень полягала в оцінці комплексного впливу сполучення норми висіву насіння і ширини міжрядь на елементи продуктивності рослин та визначення кращих їх варіантів, що забезпечують отримання найвищої біологічної врожайності насіння гірчиці сизої. Дослідження проводили в 2020, 2021 і 2023 рр. на базі ФГ «Кириченко М» Борівського району Харківської області. Багатофакторний дослід закладала методом розщеплених ділянок у трьох повтореннях. Ділянками першого порядку були два сорти гірчиці сизої (чинник А): Пріма і Феліція, другого порядку – три варіанти міжрядь (чинник В): 15, 30 і 45 см і третього порядку – п'ять варіантів норми висіву насіння (чинник С): 1,4; 1,6; 1,8; 2,0 і 2,2 млн шт./га. Площа посівної ділянки становила 72 м². За комплексом показників продуктивності рослин, на посівах обох сортів гірчиці перевагу мали варіанти сполучення норм висіву насіння 1,4 і 1,6 млн шт./га з міжряддями 15 см. Зокрема, кількість стручків на рослині на цих варіантах у сортів Пріма і Феліція становила 59,4 і 58,1 шт., кількість насінин у стручку – 11,8 і 10,7 шт., кількість насінин з рослини – 689–700 і 624 шт., маса насінин однієї рослини – 2,24–2,29 і 1,96–1,97 г відповідно. Найвищу біологічну врожайність насіння в досліді – 2,29 т/га, отримали на посівах гірчиці сорту Пріма у варіантах сполучення норми висіву 1,6 млн шт./га з міжряддями 15 см. Подальше підвищення норми висіву призводило до неістотного її зменшення. У сорту гірчиці Феліція найвища біологічна врожайність (2,25 т/га), формувалася за тих самих міжрядь, але за більшої норми висіву – 2,0 млн шт./га. Однак істотної різниці за цим показником порівняно з нормою висіву 1,8 млн шт./га не було, що свідчить про недоцільність її підвищення до 2,0 млн шт./га.

Ключові слова: гірчиця сиза, норма висіву насіння, сорт, біологічна врожайність насіння, ширина міжрядь, елементи продуктивності.

Насіння гірчиці містить 40–45 % високоякісної олії і до 25 % білка. Воно має великий попит завдяки широкому спектру використання, зокрема у харчовій і технічній промисловості, медицині [3].

Урожайність гірчиці сизої в Україні, незважаючи на достатньо високий генетичний потенціал районованих сортів, високу посухостійкість та здатність витримувати підви-

щені температури повітря, досить низька, що гальмує збільшення як посівних площ, так і обсягів виробництва насіння [4–6].

За умови оптимізації технології вирощування гірчиця сиза спроможна забезпечити отримання врожаю, що майже не поступатиметься ріпаку, водночас її вирощування не таке ризиковане у сенсі можливості загибелі озимого ріпаку в зимовий період [7]. Доцільність збільшення площ гірчиці також обумовлена зміною клімату. Ця посухостійка культура є альтернативою культурам, які через високі температури і дефіцит опадів значно поступаються за врожайністю.

Змінити стереотип гірчиці як низьковрожайної культури можна завдяки підвищенню її врожайності через підбір високоврожайних сортів і оптимізації елементів технології вирощування, серед яких одними з найважливіших є норма висіву насіння та ширина міжрядь, які регламентують площу живлення та її форму [8–10].

Гірчиця сиза сильно реагує на норму висіву насіння і ширину міжрядь. Як загущені, так і зріджені посіви будуть малопродуктивними. Зріджені сильніше потерпають від шкідників, загущені отримують менше світла, сильніше тиснуть одна на одну, що призводить до зниження врожайності [11–13].

Із агрономічного погляду значна перевага гірчиці полягає в її фітомеліоративних і фітосанітарних властивостях. Вона позитивно впливає на ґрунт, збагачуючи його органічною речовиною і покращуючи якісні показники ґрунту, запобігає розвитку кореневих гнилей у зернових культур, знижує забур'яненість посівів, через що є добрим попередником для польових культур [14].

Результатів досліджень стосовно впливу норми висіву насіння та ширини міжрядь на формування продуктивності рослин і врожайності насіння гірчиці сизої на сьогодні недостатньо. На думку ряду науковців [15–17], гірчиця сиза найвищу врожайність формує за норми висіву насіння близько 1,5–2,0 млн шт./га. Проте є інші погляди. Зокрема, науковці В.В. Гамаюнова і Л.Г. Хоненко [18] відмічають перевагу сівби гірчиці сизої з нормою висіву насіння 2,0–2,5 млн шт./га.

Ряд дослідників [19, 20] під час вибору норми висіву рекомендують враховувати інші чинники, зокрема ширину міжрядь, строк сівби, сортові особливості, попередник, систему живлення. Однак акцент робиться на важливості врахування саме ширини міжрядь, оскільки за однієї і тієї ж норми висіву за різних міжрядь конкуренція між рослинами в посівах буде різ-

ною. Зокрема, О.І. Поляков [21] відмічає, що за рядкового способу сівби з міжряддями 15 см кращою нормою насіння гірчиці для степових умов є 1,2–1,5 млн шт./га, а за широкорядного з міжряддями 45 см – 0,8–1,0 млн шт./га. Щодо способу сівби, то в другому досліді науковець О.І. Поляков [22] доводить перевагу рядкового способу з міжряддями 15 см порівняно з широкорядним.

Стосовно вивчення впливу норми висіву насіння, а також у взаємодії з шириною міжрядь, інформації недостатньо. Крім того, в умовах Північно-східного Степу України досліджень щодо ефективності різних сполучень норми висіву насіння з шириною міжрядь взагалі не проводили. Тож, питання вивчення комплексного впливу норми висіву насіння і ширини міжрядь, а відповідно і розробки науково обґрунтованих варіантів їх застосування для сучасних сортів гірчиці сизої в умовах Північно-східного Степу України є актуальним.

З огляду на зазначене вище, **метою досліджень** була оцінка комплексного впливу норми висіву насіння і ширини міжрядь на показники продуктивності рослин та біологічну врожайність насіння гірчиці сизої сучасних сортів в умовах Північно-східного Степу України.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили в 2020, 2021 і 2023 рр. на базі фермерського господарства «КИРИЧЕНКО М», розташованого в центральній частині Борівського району Харківської області. Попередником гірчиці була пшениця озима. Після її збирання одразу проводили лушчіння і дискування в два сліди. Наприкінці вересня поле орали на глибину 22–25 см. Сівбу проводили після прогрівання ґрунту на глибині 6–8 см до 5–6 °С сівалкою зернотуковою варіаторною СЗД-360 V на глибину 2–3 см.

Ділянками першого порядку в проведеному багатофакторному досліді були два сорти гірчиці сизої (чинник А): Пріма і Феліція, другого порядку – три варіанти міжрядь (чинник В): 15, 30 і 45 см і третього порядку – п'ять варіантів норми висіву насіння (чинник С): 1,4; 1,6; 1,8; 2,0 і 2,2 млн шт./га.

Дослід закладали в трьох повтореннях. Площа посівної і облікової ділянок досліді становила 72,0 і 45,0 м² відповідно. Площа лабораторних ділянок, на яких відбирали зразки рослин для аналізів, становила 18,0 м².

Після сівби поле прикочували. Перед цим його обприскували ґрунтовим гербіцидом Тізер у нормі 3,0 л/га. У фазу 4–5-ти листків для захисту від однорічних і багаторічних злакових бур'янів посіви обробляли гербіцидом Галера у нормі 0,3 л/га. Врожай збирали комбайном

Case IH Axial-Flow 6130, який забезпечує якісне збирання дрібнонасіненних культур.

Закладання досліду, проведення супутніх спостережень, обліків і аналізів виконували за загальноприйнятою методикою проведення польових досліджень [23]. Дисперсійний аналіз проводили в програмному пакеті Microsoft Excel на базі методик Б.А. Доспехова.

Ґрунти господарства – чорноземи дерново-підзолисті, слабогумусні. Вміст гумусу в орному шарі становить 2,7–3,0 %, рухомого фосфору (за Чириковим) – 12,5 мг, калію – 11,8 мг на 100 г ґрунту.

Погодні умови під час вегетації посівів гірчиці у роки досліджень відрізнялися як від середньобагаторічних показників, так і між собою. За температурним режимом, кількістю опадів і їх розподілом кращими були погодні умови 2023 р., менш сприятливими – 2020 р. Вони помітно впливали на ріст і розвиток рослин, що відображалось як на формуванні елементів продуктивності рослин, так і біологічній врожайності насіння. Водночас, відмінності між погодними умовами дали можливість більш повно визначити вплив досліджуваних варіантів сполучення норми висіву насіння та ширини міжрядь на продуктивність рослин. До того ж, погодні умови, з урахуванням сучасних тенденцій зміни клімату, не зважаючи на дещо вищі температурні показники, були типовими для району досліджень і відповідали біологічним межам гірчиці сизої.

Результати дослідження та обговорення. Визначення показників структури врожаю, зокрема які є елементами продуктивності рослин, дають можливість з'ясувати вплив певних елементів технології вирощування на кінцевий результат – біологічну врожайність основної продукції вирощуваних культур. Провести аналіз показників елементів продуктивності, – значить визначити механізм впливу досліджуваних варіантів, який забезпечує зміни біологічної врожайності основної продукції, у нашому випадку – біологічної врожайності насіння гірчиці сизої. Вивчення механізму впливу зазвичай допомагає точніше підвести корекцію елемента (елементів) технології вирощування до оптимальних показників, що забезпечать найвищий результат.

Загальним у досліді було те, що всі проаналізовані елементи продуктивності зазнавали змін за впливу досліджуваних чинників, однак цей вплив проявлявся по різному. Крім того встановлено, що серед складових елементів які регулюють рівень конкурентної боротьби в посівах, більший вплив на зміну елементів продуктивності чинила норма висіву насіння.

Загалом це логічно, адже досліджували достатньо широкий її діапазон – від 1,4 до 2,2 млн шт./га. Крім того, саме норма висіву формує густоту посівів, а не ширина міжрядь, значення якої полягає у регламентуванні параметрів форми площі живлення окремих рослин.

Загущення посівів призводило до істотного зменшення гілок першого порядку. Зокрема, у середньому за іншими чинниками, їх кількість на варіантах з нормою висіву насіння 1,4 і 2,2 млн шт./га становила 4,0 і 3,7 шт. відповідно. Різниця між показниками становила 0,3 шт. за HP_{05} – 0,2 шт. (табл. 1).

Впливу досліджуваних варіантів міжрядь на зміну кількості гілок першого порядку на одній рослині не встановлено, проте спостерігалася тенденція зменшення їх кількості у разі звуження міжрядь. Зокрема, у середньому за іншими чинниками, кількість гілок першого порядку на одній рослині, на варіантах з міжряддями 15; 30 і 45 см становила 3,9; 3,9 і 3,8 шт. відповідно.

Значний вплив на кількість гілок першого порядку чинив чинник сорту, що підкреслює значну різницю між досліджуваними сортами насамперед за морфотипом. Істотно більша кількість гілок першого порядку на рослині за всіх варіантів поєднання норми висіву насіння і ширини міжрядь, формувалася в сорту гірчиці сизої Феліція – 4,1 шт., проти 3,6 шт. – у сорту Пріма.

Кількість стручків на одній рослині також більшою була в гірчиці сорту Пріма, проте ця різниця не була доведена дисперсійним аналізом. У середньому по інших чинниках, у сортів гірчиці Пріма і Феліція кількість стручків на одній рослині становила 54,1 і 55,0 шт. відповідно.

Найбільших змін кількість стручків на одній рослині зазнавала за впливу норми висіву насіння. Зокрема, у середньому за іншими чинниками, з її підвищенням від 1,4 до 2,2 млн шт./га, кількість стручків на одній рослині зменшувалася з 58,6 до 48,0 шт., або на 9,4 шт., за HP_{05} – 2,2 шт. Вплив норми висіву насіння виявився більшим на посівах сорту Пріма, що свідчить про важливість вибору оптимальної норми висіву для нього.

Серед елементів продуктивності важливе значення має кількість насінин у стручку. Разом з кількістю стручків на рослині, вони визначають четвертий елемент продуктивності – кількість насінин на рослині. За цим показником переважав сорт Пріма, у стручку якого в середньому містилося 11,2 насінини, тимчасом в сорту Феліція – 10,3. Різниця становила 0,9 шт. за HP_{05} – 0,4 шт. (табл. 2).

Таблиця 1 – Кількість гілок першого порядку (чисельник) та стручків на рослині гірчиці сизої (знаменник) за різних варіантів сполучення норми висіву насіння та ширини міжрядь у середньому за 2020, 2021 і 2023 рр., шт.

Сорт (чинник <i>A</i>)	Норма висіву, млн нас./га (чинник <i>C</i>)	Ширина міжрядь, см (чинник <i>B</i>)			Середнє
		15 (<i>κ</i>)	30	45	
Пріма	1,4	3,7/59,4	3,7/59,5	3,6/58,7	3,7/59,2
	1,6 (<i>κ</i>)	3,7/58,8	3,7/58,8	3,6/57,6	3,7/58,4
	1,8	3,7/55,7	3,6/54,8	3,5/54,1	3,6/54,9
	2,0	3,5/51,9	3,5/51,2	3,5/50,7	3,5/51,3
	2,2	3,5/47,5	3,4/46,5	3,3/46,3	3,4/46,8
Феліція	1,4	4,3/58,1	4,2/58,0	4,3/57,6	4,3/57,9
	1,6 (<i>κ</i>)	4,3/58,1	4,2/57,5	4,1/57,0	4,2/57,5
	1,8	4,3/57,2	4,2/56,7	4,1/55,6	4,2/56,5
	2,0	4,1/54,7	4,1/54,1	3,9/53,5	4,0/54,1
	2,2	4,1/50,2	3,9/49,1	3,9/48,1	4,0/49,1
Середнє за чинником <i>A</i>	Пріма	3,6/54,7	3,6/54,2	3,5/53,5	3,6/54,1
	Феліція	4,2/55,7	4,1/55,1	4,1/54,4	4,1/55,0
Середнє за чинником <i>B</i>	1,4	4,0/58,8	4,0/58,8	4,0/58,2	4,0/58,6
	1,6 (<i>κ</i>)	4,0/58,5	4,0/58,2	3,9/57,3	4,0/58,0
	1,8	4,0/56,5	3,9/55,8	3,8/54,9	3,9/55,7
	2,0	3,8/53,3	3,8/52,7	3,7/52,1	3,8/52,7
	2,2	3,8/48,9	3,7/47,8	3,6/47,2	3,7/48,0
Середнє		3,9/55,2	3,9/54,7	3,8/53,9	3,9/54,6
$НІР_{05}$ ефекту <i>A</i> – $0,1/(F_{\phi} \leq F_m)$; $НІР_{05}$ ефекту <i>B</i> – $0,1/(F_{\phi} \leq F_m)$; $НІР_{05}$ ефекту <i>C</i> – $0,2/2,2$; $НІР_{05}$ – часткових порівнянь <i>A</i> – $0,2/(F_{\phi} \leq F_m)$; $НІР_{05}$ – часткових порівнянь <i>B</i> – $0,2/(F_{\phi} \leq F_m)$; $НІР_{05}$ – часткових порівнянь <i>C</i> – $0,2/3,1$.					

Таблиця 2 – Кількість насінин у стручку (чисельник) і на одній рослині гірчиці сизої (знаменник) за різних варіантів сполучення норми висіву насіння та ширини міжрядь у середньому за 2020, 2021 і 2023 рр., шт.

Сорт (чинник <i>A</i>)	Норма висіву, млн нас./га (чинник <i>C</i>)	Ширина міжрядь, см (чинник <i>B</i>)			Середнє
		15 (<i>κ</i>)	30	45	
Пріма	1,4	11,8/700	11,7/697	11,5/678	11,7/692
	1,6 (<i>κ</i>)	11,8/689	11,7/691	11,2/648	11,5/676
	1,8	11,1/621	11,3/622	11,0/595	11,1/613
	2,0	11,0/571	11,1/567	10,7/544	10,9/561
	2,2	11,0/522	10,8/504	10,6/493	10,8/506
Феліція	1,4	10,7/624	10,6/618	10,6/612	10,6/618
	1,6 (<i>κ</i>)	10,7/624	10,6/613	10,4/596	10,6/611
	1,8	10,6/605	10,6/603	10,2/570	10,5/593
	2,0	10,3/566	10,2/551	9,9/533	10,1/550
	2,2	10,1/504	9,8/485	9,6/463	9,8/484
Середнє за чинником <i>A</i>	Пріма	11,3/621	11,3/616	11,0/592	11,2/610
	Феліція	10,5/585	10,4/574	10,1/555	10,3/571
Середнє за чинником <i>B</i>	1,4	11,3/662	11,2/658	11,1/645	11,2/655
	1,6 (<i>κ</i>)	11,2/657	11,2/652	10,8/622	11,1/644
	1,8	10,9/613	11,0/613	10,6/583	10,8/603
	2,0	10,7/569	10,7/559	10,3/539	10,5/556
	2,2	10,6/513	10,3/495	10,1/478	10,3/495
Середнє		10,9/603	10,9/595	10,6/574	10,8/591
$НІР_{05}$ ефекту <i>A</i> – $0,4/23$; $НІР_{05}$ ефекту <i>B</i> – $(F_{\phi} \leq F_m)/27$; $НІР_{05}$ ефекту <i>C</i> – $0,4/32$; $НІР_{05}$ – часткових порівнянь <i>A</i> – $0,8/28$; $НІР_{05}$ – часткових порівнянь <i>B</i> – $(F_{\phi} \leq F_m)/31$; $НІР_{05}$ – часткових порівнянь <i>C</i> – $0,7/37$.					

Вплив сортових особливостей був на одній рівні з нормою висіву насіння. За впливу обох цих чинників кількість насінин у стручку варіювала в однаковому діапазоні – від 10,3 до 11,2 шт. Цілком логічно, що з підвищенням норми висіву насіння, через зростання конкурентної боротьби між рослинами, а відповідно і зменшення «порції» елементів живлення і води для однієї рослини, кількість насінини у стручку зменшувалася. Більшою мірою вплив норми висіву насіння на зміну цього показника спостерігали на варіантах із міжряддями 45 см.

Власне істотного впливу міжрядь на зміну кількості насінин у стручку не доведено. Водночас, встановлено тенденцію щодо отримання більшої кількості насінин у стручку за вужчих міжрядь. При цьому на варіантах з міжряддями 15 і 30 см кількість насінин у стручку була фактично однаковою.

Кількість насінин на одній рослині істотно більшою була в рослин гірчиці сизої сорту Пріма. Цю перевагу забезпечувала більша кількість насінин у стручку (майже на 9,0 %), тимчасом кількість стручків на одній рослині більшою була в гірчиці сорту Феліція (на 1,7 %). У середньому по інших чинниках, кількість насінин на одній рослині гірчиці сизої сорту Пріма була на 39 шт. (на 6,8 %) більшою, ніж у сорту Феліція.

Найбільших змін кількість насінин на одній рослині зазнавала за впливу норми висіву насіння. З її підвищенням від 1,4 до 2,2 млн шт./га кількість насінин на одній рослині зменшувалася з 655 до 495 шт., або більше ніж на 30 %. Істотне зниження показника відмічали з підвищення норми висіву насіння до 1,8 млн шт./га. Тимчасом різниці між кількістю насінин з однієї рослини на варіантах з нормами висіву 1,4 і 1,6 млн шт./га фактично не було.

У разі звуження міжрядь від 45 до 15 см, спостерігалася статистично не доведена тенденція формування більшої кількості стручків на рослині і закладання більшої кількості насінин у них. Проте, така спрямована дія забезпечувала істотну різницю між цими варіантами за кількістю насінин на одній рослині. Зокрема, в середньому за іншими чинниками, кількість насінин на одній рослині зі звуженням міжрядь від 45 до 15 см зростала на 29 шт., за НІР₀₅ – 27 шт.

Перевага гірчиці сизої сорту Пріма порівняно з сортом Феліція за масою насіння з однієї рослини була більшою, ніж за кількістю насінин на одній рослині, що пов'язано з крупнішим насінням цього сорту. Зокрема, кількість насінин на одній рослині гірчиці сорту Пріма була на 6,8 % більшою, ніж у сорту Феліція, тимчасом їх маса на 11,6 % – 1,93 і 1,73 г відповідно (табл. 3).

Таблиця 3 – Маса насінин з однієї рослини (чисельник, г) та біологічна врожайність насіння гірчиці сизої (знаменник, т/га) за різних варіантів сполучення норми висіву насіння та міжрядь у середньому за 2020, 2021 і 2023 рр.

Сорт (чинник А)	Норма висіву, млн нас./га (чинник С)	Ширина міжрядь, см (чинник В)			Середнє
		15 (κ)	30	45	
Пріма	1,4	2,29/2,05	2,30/2,04	2,20/1,96	2,26/2,02
	1,6 (κ)	2,24/2,29	2,25/2,28	2,08/2,08	2,19/2,22
	1,8	2,00/2,28	2,00/2,28	1,88/2,11	1,96/2,22
	2,0	1,80/2,27	1,77/2,23	1,65/2,04	1,74/2,18
	2,2	1,59/2,20	1,53/2,11	1,46/1,97	1,53/2,09
Феліція	1,4	1,96/1,81	1,95/1,80	1,90/1,75	1,94/1,79
	1,6 (κ)	1,97/2,07	1,92/2,03	1,84/1,91	1,91/2,00
	1,8	1,90/2,23	1,83/2,16	1,72/1,99	1,82/2,13
	2,0	1,73/2,25	1,60/2,08	1,53/1,96	1,62/2,10
	2,2	1,47/2,10	1,37/1,95	1,29/1,80	1,38/1,95
Середнє за чинником А	Пріма	1,98/2,22	1,97/2,19	1,85/2,03	1,93/2,14
	Феліція	1,81/2,09	1,73/2,00	1,66/1,88	1,73/1,99
Середнє за чинником В	1,4	2,13/1,93	2,13/1,92	2,05/1,86	2,10/1,90
	1,6 (κ)	2,11/2,18	2,09/2,16	1,96/2,00	2,05/2,11
	1,8	1,95/2,26	1,92/2,22	1,80/2,05	1,89/2,18
	2,0	1,77/2,26	1,69/2,16	1,59/2,00	1,68/2,14
	2,2	1,53/2,15	1,45/2,03	1,38/1,89	1,46/2,02
Середнє		1,90/2,16	1,86/2,10	1,76/1,96	1,83/2,07
НІР ₀₅ ефекту А – 0,07/0,09; НІР ₀₅ ефекту В – 0,05/0,06; НІР ₀₅ ефекту С – 0,10/0,08; НІР ₀₅ – часткових порівнянь А – 0,10/0,13; НІР ₀₅ – часткових порівнянь В – 0,08/0,11; НІР ₀₅ – часткових порівнянь С – 0,12/0,11.					

Вплив норми висіву насіння найбільшою мірою проявлявся також на зміні показників маси насінин на одній рослині, оскільки і кількість насінин і маса їх 1000 штук підвищувалися зі зменшенням норми висіву насіння. Звичайно, вирішальне значення мала саме кількість насінин на рослині, а не маса 1000 штук. Загалом, зі зменшенням норми висіву насіння від 2,2 до 1,4 млн шт./га маса насінин однієї рослини збільшувалася на 0,64 г, або майже на 45,0 %.

Вплив досліджуваних варіантів міжрядь на масу насінин з однієї рослини був значно меншим. Найбільшою вона була на варіантах із міжряддями 15 см – 1,90 г, що на 0,14 г (8,0 %) більше, ніж за міжрядь 45 см. Істотної різниці за масою насінин з однієї рослини між варіантами з міжряддями 15 і 30 см не було. Крім того, на варіантах з нормою висіву насіння 1,4 і 1,6 млн шт./га, маса насінин з однієї рослини гірчиці на варіантах 15 і 30 см була однаковою.

За масою насінин з однієї рослини можна судити лише про вплив певних елементів технології вирощування на продуктивність окремих рослин, проте об'єктивно оцінити вплив варіантів, тим більше в досліді дослідження норми висіву насіння, можна лише визначивши біологічну врожайність насіння за індивідуальною продуктивністю рослин, а саме масою її насіння та кількістю рослин на одиниці посівної площі. Цілком можливо, що вища індивідуальна продуктивність рослин у досліді із різною нормою висіву, не буде свідчити про перевагу цього варіанта через меншу кількість рослин.

Проведені дослідження це довели. Зокрема, найвища біологічна врожайність насіння була не у варіанті з нормою висіву 1,4 млн шт./га, – в якому отримали найбільшу масу насіння на одній рослині, а у варіанті з нормою висіву насіння 1,8 млн шт./га – 2,18 т/га. При цьому, за проведеним статистичним аналізом, біологічна врожайність насіння гірчиці сизої на варіантах з нормою висіву насіння від 1,4 до 1,8 млн шт./га істотно не відрізнялася.

У досліді відмічено різну реакцію досліджуваних сортів на норму висіву насіння. Зокрема, найвища біологічна врожайність насіння гірчиці сорту Пріма (2,29 т/га) була на варіантах поєднання норми висіву насіння 1,6 млн шт./га з міжряддям – 15 см, а в сорту Феліція – у варіантах сполучення цих міжрядь з нормою висіву насіння 2,0 млн шт./га – 2,25 т/га.

При цьому, статистично доведеної різниці за біологічною врожайністю насіння сорту гірчиці Пріма на посівах з міжряддями 15 см між

варіантами з нормою висіву насіння 1,6; 1,8 і 2,0 млн шт./га не було, так само не було істотної різниці між цим показником в сорту гірчиці Феліція на варіантах норми висіву насіння 1,8 і 2,0 млн шт./га (табл. 3).

Отже, для сорту гірчиці Пріма, щодо отримання найвищої біологічної врожайності насіння, кращим є сполучення норми висіву 1,6 млн шт./га з шириною міжряддя 15 см, подальше підвищення норми висіву недоцільне, оскільки приросту показника немає, а витрати на насіння зростають. Для сорту гірчиці Феліція, з тих самих міркувань, кращим є варіант сполучення ширини міжрядь 15 см з нормою висіву насіння 1,8 млн шт./га.

Очевидно, що за оптимізації норми висіву насіння та ширини міжрядь сорти гірчиці сизої Пріма і Феліція формують фактично однакову біологічну врожайність насіння, хоча аналізуючи показники у середньому по досліджуваних чинниках, бачимо перевагу сорту гірчиці Пріма. Це свідчить про важливість вибору варіантів складових елементів технології вирощування, в нашому випадку норм висіву насіння в сполученні з шириною міжрядь, аби більш повно розкрити потенціал конкретного сорту.

У проведеному досліді в усі роки найбільших змін біологічна врожайність насіння гірчиці сизої зазнавала за впливу норми висіву. Її частка в 2020, 2021 і 2023 рр. становила 29,5; 31,3 і 46,5 % відповідно (рис.). Частка міжрядь щодо мінливості показника також була значною і в 2020, 2021 і 2023 рр. становила 24,6; 19,6 і 20,4 % відповідно. Вплив сортових особливостей меншим був у сприятливих умовах 2023 р. – 9,1 %. У 2020 і 2021 рр. він становив 18,5 і 27,8 % відповідно.

Важливою перевагою багатофакторних дослідів є можливість визначити взаємодію різних рівнів у варіабельності досліджуваного показника. Чим вищі частинки взаємодій в мінливості показника, тим більшим є значення правильного вибору сполучення варіантів чинників, і тим більшим є сумарний вплив досліджуваних чинників у мінливість показника, який включає як головні ефекти чинників, так і ефекти їх взаємодії.

У проведеному досліді істотний вплив у варіабельності біологічної врожайності насіння гірчиці сизої в усі роки мала лише парна взаємодія норми висіву насіння з шириною міжрядь. Її частка в 2020, 2021 і 2023 рр. становила 6,2; 3,3 і 5,1 % відповідно. Інші взаємодії другого порядку, як і взаємодія трьох чинників не мали істотного впливу, зокрема сумарна їх частка у варіабельності показника становила 10,3; 10,8 і 8,4 % відповідно.

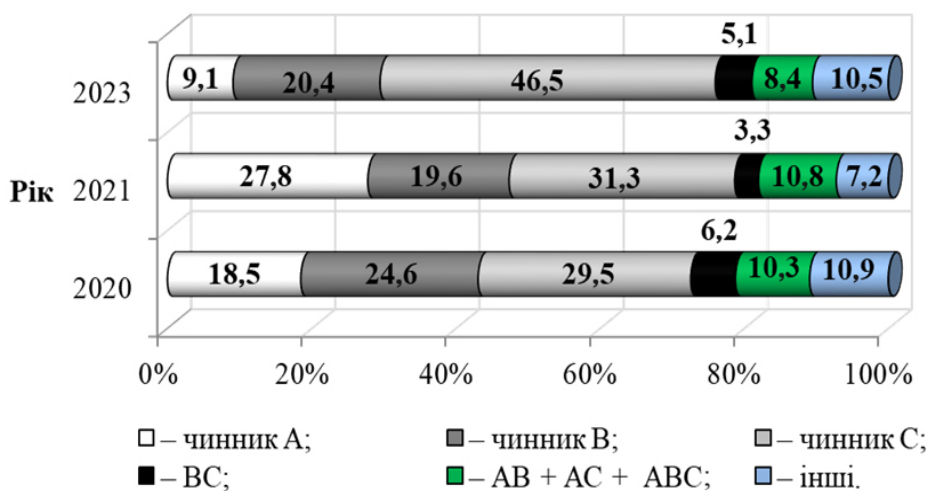


Рис. Частка чинників у варіабельності біологічної врожайності насіння гірчиці сизої по роках досліджень, %.

Висновки. У досліді виявлено оптимальні варіанти сполучення норми висіву насіння з шириною міжрядь, які забезпечують отримання найвищих показників елементів продуктивності рослин і біологічної врожайності насіння гірчиці сизої. За комплексом показників індивідуальної продуктивності рослин на посівах обох сортів перевагу мали варіанти сполучення норм висіву насіння 1,4 і 1,6 млн шт./га з міжряддями 15 см. Зокрема, кількість стручків на одній рослині на цих варіантах в сортів гірчиці Пріма і Феліція становила 59,4 і 58,1 шт., кількість насінин у стручку – 11,8 і 10,7 шт., кількість насінин з рослини – 689–700 і 624 шт., маса насінин однієї рослини – 2,24–2,29 і 1,96–1,97 г відповідно. Біологічна врожайність насіння сорту гірчиці Пріма найвищою була у варіанті сполучення міжрядь 15 см з нормою висіву насіння 1,6 млн шт./га

– 2,29 т/га. У сорту гірчиці Феліція найвища біологічна врожайність – 2,25 т/га, формувалася за тих самих міжрядь, однак за більшої норми висіву насіння – 2,0 млн шт./га. Водночас, істотної різниці порівняно з нормою висіву 1,8 млн шт./га не встановлено – лише 0,02 т/га за HP_{05} – 0,11 т/га, що свідчить про недоцільність підвищувати норму висіву насіння цього сорту понад 1,8 млн шт./га. За оптимізації норми висіву насіння та ширини міжрядь сорти гірчиці сизої Пріма і Феліція формують фактично однакову біологічну врожайність насіння, хоча аналізуючи показники у середньому по досліджуваних чинниках видно перевагу сорту Пріма. Це свідчить про важливість правильного вибору сполучення норм висіву насіння з шириною міжрядь, аби більш повно реалізувати біологічний потенціал конкретного сорту.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Effect of seed rate and sowing method on the yield of mustard / M.J. Alam et al. Bangladesh J. Environ. Sci. 2015. Vol. 29. P. 37–40.
2. Журавель В., Буділка Г. Гірчиця біла – і рентабельно, і корисно. Аграрний тиждень. URL: <http://www.a7d.com.ua/analtika/tehnology/17183-grchicya-bla-rentabelno-korisno.html>.
3. Effect of different sowing method and varieties on the yield of mustard (*Brassica campestris* L.) / Azizur Rahman et al. International Journal of Advances in Agriculture Sciences. 2019. Vol. 4. Issue 10. P. 8–19. URL: <http://ijaas.kibanresearchpublications.com/index.php/IJAAS>
4. Жернова Н.П. Вплив елементів технології на продуктивність гірчиці сарептської сорту Світлана. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур УААН. 2009. № 14. С. 143–149.
5. Жернова Н.П. Вплив способів сівби на продуктивність гірчиці сарептської. Журнал Агронам. 2016. URL: <https://www.agronom.com.ua/vplyv-sposobiv-sivby-ta-norm-vysivu-na/>
6. Кернасюк Ю. Експортний тренд – нішеві культури. Агробізнес сьогодні. 2015. № 4. С. 23–25.
7. Губенко Л. Гірничні реалії та перспективи. Пропозиція. 2020. URL: <https://propozitsiya.com.ua/girchichni-realiyi-ta-perspektivy>

8. Afroz M.M., Sarkar M.A.R., Bhuiya M.S.U., Roy A.K. Effect of sowing date and rate on yield performance of two mustard varieties. *J. Bangladesh Agril. Univ.* 2011. 9(1). P. 5–8.

9. Khan R.U., Muendel H.H. Effect of row spacing on weed control and seed yield of rapeseed (*B. napus*). *Sarhad J. of Agril.* 2009. 15(1). P. 1–3.

10. Rapeseed research and production in China / Q. Hu et al. *Crop.* 2016. J. 5. P. 127–135.

11. Жердецька С.В. Вплив норм висіву насіння на врожайність гірчиці сизої в умовах Північно-Східного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету.* 2017. Вип. 9. С. 69–73.

12. Effect of different sowing methods and varieties on yield of mustard (*Brassica campestris L.*) / A. Rahman et al. *International Journal of Advances in Agriculture Sciences.* 2019. Vol. 4. P. 8–19. Available at: <http://ijaas.kibanresearchpublications.com/index.php/IJAAS>

13. Каленська С.М., Юник А.В. Вплив норм висіву насіння на фотосинтетичну діяльність посівів ріпаку ярого. *Новітні агротехнології.* 2020. Вип. 8. DOI: 10.47414/na.8.2020.226087

14. Сучасна технологія вирощування гірчиці в Україні. URL: <http://miragro.com/vyrashchivanie-gorchitsy.htm/>

15. Жернова Н.П. Удосконалення прийомів технології вирощування гірчиці білої в умовах південного Степу України: автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.01.09. Херсон, 2011. 16 с.

16. Жуйков О.Г. Гірчиця в Південному степу: агроекологічні аспекти і технології вирощування: наукова монографія. ДВНЗ «Херсонський державний аграрний ун-т». Херсон: Видавець Грін Д.С., 2014. 416 с.

17. Козіна Т.В. Удосконалення окремих елементів сортової технології вирощування гірчиці білої в умовах Лісостепу західного: автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.01.09. Кам'янець-Подільський, 2013. 20 с.

18. 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.* 2014. Вип. 88. С. 51–60.

19. Мельник А.В. Агробіологічні особливості вирощування соняшнику та ріпаку ярого в умовах Північно-східного Лісостепу України. Суми, 2007. 229 с.

20. Юник А.В. Особливості формування гірчиці сарептської. *Новітні агротехнології.* 2017. № 5. С. 22–31. DOI: 10.21498/na.5.2017.12223

21. Поляков О.І. Перспективи вирощування гірчиці. *Журнал Пропозиція.* 2009. URL: <https://propozitsiya.com/ua/perspektivi-viroshchuvannya-girchici>

22. Поляков О.І., Нікітенко О.В. Особливості формування продуктивності гірчиці ярої під впливом стимуляторів росту за різних способів сівби. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН.* 2017. № 24. С. 181–187.

23. Дослідна справа в агрономії у 2-х книгах / А.О. Рожков та ін. Теоретичні аспекти дослідної справи. Харків: Майдан, 2016. Кн. 1. 316 с.

REFERENCES

1. Alam, M.J., Ahmed, K.S., Mollah, M.R.A., Tareq, M.Z., Mottalib, M.A. (2015). Effect of seed rate and sowing method on the yield of mustard. *Bangladesh J. Environ. Sci.* Vol. 29, pp. 37–40.

2. Zhuravel, V., Budilka, H. Hirchytisia bila – i rentabelno, i korysno [White mustard is both profitable and useful]. *Ahrarnyi tyzhden [Agrarian week]*. Available at: <http://www.a7d.com.ua/analytika/tehnologiy/17183-grchicya-bla-rentabelno-korisno.html>.

3. Azizur Rahman, Mohammad Nurul Islam, Sumya Fatima, Md. Rasal-Monir, Manas Kirtania, Kamal Uddin Ahamed. (2019). Effect of different sowing method and varieties on the yield of mustard (*Brassica campestris L.*). *International Journal of Advances in Agriculture Sciences.* Vol. 4, Issue 10, pp. 8–19. Available at: <http://ijaas.kibanresearchpublications.com/index.php/IJAAS>

4. Zhernova, N.P. (2009). Vplyv elementiv tekhnolohii na produktyvnist hirchytisi sareptskoj sortu Svitlana [The influence of elements of technology on the productivity of Sarepta mustard of the Svitlana]. *Naukovo-tekhnichnyi biuletен Instytutu oliinykh kultur UAAAN [Scientific and technical bulletin of the Institute of oil crops of the Ukrainian Academy of Sciences]*. no. 14, pp. 143–149.

5. Zhernova, N.P. (2016). Vplyv sposobiv sivyby na produktyvnist hirchytisi sareptskoj [The influence of sowing method on the productivity of Sarepta mustard]. *Zhurnal Ahronom [Journal Agronom]*. Available at: <https://www.agronom.com.ua/vplyv-sposobiv-sivyby-ta-norm-vysivu-na/>

6. Kernasiuk, Yu. (2015). Eksportnyi trend – nishevi kultury [The export trend is niche cultures]. *Ahrobyznes sohodni [Agribusiness today]*. no. 4, pp. 23–25.

7. Hubenko, L. (2020). Hirchychni realii ta perspektyvy [Mustard realities and perspectives]. *Propozitsiya [Proposal]*. Available at: <https://propozitsiya.com/ua/girchychni-realiyi-ta-perspektyvy>

8. Afroz, M.M., Sarkar, M.A.R., Bhuiya, M.S.U., Roy, A.K. (2011). Effect of sowing date and rate on yield performance of two mustard varieties. *J. Bangladesh Agril. Univ.* no. 9(1), pp. 5–8.

9. Khan, R.U., Muendel, H.H. (2009). Effect of row spacing on weed control and seed yield of rapeseed (*B. napus*). *Sarhad J. of Agril.* no. 15(1), pp. 1–3.

10. Hu, Q., Hua, W., Yin, Y., Zhang, X., Liu, L., Shi, J. (2016). Rapeseed research and production in China. *Crop. J.* no. 5, pp. 127–135.

11. Zherdetska, S.V. (2017). Vplyv normy vysivu nasinnia na vrozhainist hirchytisi syzoi v umovakh Pivnichno-Skhidnoho Lisostepu Ukrainy [The influence of the rate of seed sowing on the yield of gray mustard in the conditions of the North-Eastern Forest Steppe of Ukraine]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu [Bulletin of Sumy national agrarian university]*. Issue 9, pp. 69–73.

12. Rahman, A., Islam, M.N., Fatima, S., Monir, M., Kirtania, M. (2019). Effect of different sowing methods and varieties on yield of mustard (*Brassica campestris*). *International Journal of Advances in Agriculture Sciences.* Vol. 4, p. 8–19.

13. Kalenska, S.M., Yunyk, A.V. (2020). Vplyv norm vysivu nasinnia na fotosyntetychnu diialnist posiviv ripaku yarohto [The influence of seed sowing rates on the photosynthetic activity of spring rapeseed crops]. *Novitni ahrotekhnologii* [The latest agricultural technologies]. Issue 8. DOI: 10.47414/na.8. 2020.226087
14. Suchasna tekhnolohiia vyroshchuvannia hirchytisi v Ukraini [Modern mustard cultivation technology in Ukraine]. Available at: <http://miragro.com/vyrashchivanie-gorchitsy.htm/>
15. Zhernova, N.P. (2011). Udoskonalennia pryomiv tekhnolohii vyroshchu-vannia hirchytisi biloi v umovakh pivdennoho Stepu Ukrainy: avtoref. dys... kand. s.-h. nauk: 06.01.09 [Improvement of method of growing white mustard in the conditions of the southern steppe of Ukraine: abstract of the dissertation of the candidate of agricultural sciences: 06.01.09]. Kherson, 16 p.
16. Zhuikov, O.H. (2014). Hirchytisia v Pivdennomu stepu: ahroekolohichni aspekty i tekhnolohii vyroshchuvannia: naukova monohrafiia [Mustard in the Southern steppe: agro ecological aspects and growing technologies]. DVNZ «Khersonskiy derzhavnyi ahraryi un-t» [SHEI Kherson state agrarian university]. Kherson, Publisher Green D.S., 416 p.
17. Kozina, T.V. (2013). Udoskonalennia okremykh elementiv sortovoi tekhnolohii vyroshchuvannia hirchytisi biloi v umovakh Lisostepu zakhidnoho: avtoref. dys... kand. s.-h. nauk: 06.01.09 [Improvement of certain elements of varietal technology for growing white mustard in the conditions of the western Forest steppe: abstract of the dissertation of the candidate of agricultural sciences: 06.01.09]. Kamianets-Podilskiy, 20 p.
18. Hamaiunova, V.V., Khonenko, L.H., Kovalenko, O.A., Hyrlia, L.M. (2014). Urozhainist hirchytisi zalezno vid pohodnykh umov ta normy vysivu na chornozemakh pivdennykh [The yield of mustard depending on the rate of sowing on the black soil of the south]. *Tavriiskiy naukoviy visnyk* [Taurian scientific bulletin]. Issue 88, pp. 51–60.
19. Melnyk, A.V. (2007). Ahrobiolohichni osoblyvosti vyroshchuvannia soniashnyku ta ripaku yarohto v umovakh Pivnichno-skhidnoho Lisostepu Ukrainy [Agrobiological features of growing sunflower and spring rape in the condition of the North-eastern Forest steppe of Ukraine]. Sumy, 229 p.
20. Yunyk, A.V. (2017). Osoblyvosti formuvannia hirchytisi sareptskoii [Features of the formation of Sarepta mustard]. *Novitni ahrotekhnologii* [The latest agricultural technologies]. no. 5, pp. 22–31. DOI: 10.21498/na.5.2017.122231
21. Poliakov, O.I. (2009). Perspektyvy vyroshchuvannia hirchytisi [Prospects of mustard cultivation]. *Propozytsiia* [Proposal]. Available at: <https://propozytsiya.com/ua/perspektivi-viroshchuvannya-girchici>
22. Poliakov, O.I., Nikitenko, O.V., Vendel, V.V. (2017). Osoblyvosti formuvannia produktyvnosti hirchytisi yaroii pid vplyvom stymuliatoriv rostu za riznykh sposobiv sivby [Peculiarities of productivity formation of spring mustard under the influence of growth stimulants under different methods of sowing]. *Naukovo-tekhnichniy biuletyn Instytutu oliinykh kultur NAAN* [Scientific and technical bulletin of the Institute of oil crops of the NAAS]. no. 24, pp. 181–187.
23. Rozhkov, A.O., Puzik, V.K., Kalenska, S.M., Popov, S.I., Puzik, L.M. (2016). Doslidna sprava v ahronomii u 2-kh knykhakh spravy [Research case in agronomy in 2 books]. *Teoretychni aspekty doslidnoi* [Theoretical aspects of the research case]. Kharkiv, Maidan, 316 p.

Productivity of leaf mustard plants depending on different seed sowing rates combinations and row spacing in the conditions of the North-Eastern Steppe of Ukraine

Rozhkov A., Kyrychenko M.

The article present the research results on the influence of different seed sowing rate combinations and row spacing on the elements of plant productivity and the biological yield of leaf mustard seeds in the conditions of the North-Eastern of Ukraine. The goal of research was to evaluate the complex impact of seed sowing rate combinations and row width on the elements of plant productivity and to determine the best options for obtaining the highest biological yield of leaf mustard seeds. The researches were conducted in 2020, 2021 and 2023 on the basis of farm enterprise «Kyrychenko M» of Boriv district, Kharkiv region. The multi-factor experiment was carried out using the method of split plots in three repetitions. The plots of the first order were two varieties of leaf mustard (factor *A*): «Prima» and «Felicia», of the second order – three variants of row spacing (factor *B*): 15, 30 and 45 cm, and of the third order – five variants of sowing seeds rate (factor *C*): 1.4, 1.6, 1.8, 2.0 and 2.2 million pcs./ha. The experiment was carried out in three repetitions. The area of the sowing plot was 72m². In terms of plant productivity of both mustard varieties the advantage was given to the options for seed sowing rates combining of 1.4 and 1.6 million pcs/ha with row spacing of 15 cm. In particular the number of pods per plant on these variants in the «Prima» and «Felicia» mustard varieties was 59.4 and 58.1 pcs., the number of seeds in a pod – 11.8 and 10.7 pcs., the number of seeds per plant – 689-700 and 624 pcs., seed weight of one plant is 2.24-2.29 and 1.96-1.97 g, respectively. The highest biological seed yield in the experiment – 2.29 t/ha – was obtained from «Prima» mustard variety in the combination of the seed sowing rate of 1.6 million pcs./ha with 15 cm

between rows. A further increase in the sowing rate led to its insignificant decrease. The «Felitsia» mustard variety has the highest biological yield – 2.25 t/ha, formed with the same row spacing, but with a higher seeding rate – 2.0 million pcs./ha. However there was no significant difference in this indicator com-

pared to the seed sowing rate of 1.8 million pcs./ha, which indicates the impracticality of its increasing to 2.0 million pcs./ha.

Key words: leaf mustard, seed sowing rate, variety, biological seed yield, row spacing, productivity elements.



Copyright: Рожков А.О., Кириченко М.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:

Рожков А.О.

Кириченко М.О.

<https://orcid.org/0000-0001-9138-7973>

<https://orcid.org/0009-0008-9328-1636>


УДК 633.11:581.5(477)

Еволюція способів оцінки та добору рослин пшениці озимої із підвищеною морозо- і зимостійкістю в умовах Лісостепу України

Дубовий В.І.¹ , Воробйов В.І.¹ , Рябчук О.П.² 

¹ Білоцерківський національний аграрний університет

² Житомирський агротехнічний фаховий коледж

 Дубовий В.І. E-mail: vidubovy@gmail.com



Дубовий В.І., Воробйов В.І., Рябчук О.П. Еволюція способів оцінки та добору рослин пшениці озимої із підвищеною морозо- і зимостійкістю в умовах Лісостепу України. «Агробіологія», 2024. № 1. С. 206–212.

Duboviy V., Vorobyov V., Ryabchuk O. Evolution of methods for assessing and selecting winter wheat plants from advanced frost and winter hardiness in the Forest-Steppe of Ukraine. «Agrobiology», 2024. no. 1, pp. 206–212.

Рукопис отримано: 22.04.2024 р.

Прийнято: 07.05.2024 р.

Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-206-212

Відомо, що успіх фізіологічних та селекційних підходів до підвищення морозостійкості істотно залежить від фундаментальних досліджень природи пошкодження рослин за перезимівлі та визначення нових способів оцінки і добору потомства стійких генотипів.

Ряд дослідників схиляються до того, що зимостійкість – складна й мінлива властивість рослинного організму, яка обумовлюється комплексом фізіолого-біохімічних особливостей та анатомо-морфологічних ознак. У різних регіонах, що висівають озиму пшеницю, спостерігаються специфічні умови осінньо-зимово-весняного періодів.

Відсоток рослин конкретного сорту, що вижили після проморожування в камерах штучного клімату, не завжди характеризує реальну стійкість їх до несприятливих умов перезимівлі. Більш переконливим показником стійкості рослин є проведення оцінки їх у спеціально створених екстремальних умовах природного середовища із сукупною дією всіх мінливих екологічних чинників та одержання потомства рослин, що вижили.

Проведено ретроспективний аналіз еволюції способів оцінки морозо- та зимостійкості рослин пшениці озимої і на цій основі показано енергозберігаючий спосіб екологічної оцінки та добору рослин з підвищеною морозо- і зимостійкістю. Основою цього способу є спеціально створені екстремальні природні умови, що сприятиме оцінці й добору рослин на морозо- та зимостійкість. На основі багаторічних досліджень визначено конкретні технічні та технологічні рішення щодо розробки такого способу за використання ґрунтових ванн, розміщених над землею.

На основі проаналізованих способів оцінки та добору рослин пшениці озимої запропоновано енергозберігаючий спосіб одержання рослин із підвищеною морозо- і зимостійкістю в екстремальних природних умовах осінньо-зимово-весняного періодів.

Ключові слова: ґрунтові ванни, пшениця озима, екстремальні температурні умови, морозостійкість, зимостійкість, зміна клімату.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Різкі кліматичні зміни створюють нові виклики для сільського господарства [1]. Одними з вирішальних чинників впливу на рівень підготовки озимих культур до перезимівлі є температурні і світлові умови в період осінньої вегетації, а також різні технологічні чинники, що визначають активність метаболізму під час входження рослин у зиму [2, 3].

В окремі роки за різких кліматичних змін пошкодження посівів у зимовий період набуває катастрофічного прояву [3–5]. Така ситуація потребує пошуку нових або удосконалення наявних концепцій щодо морозо-, зимостійкості озимих зернових культур.

Важливе значення у виживанні озимих культур має відповідність генетично обумовленої спроможності сорту протистояти дії несприят-

ливих умов та особливостям різних агроекологічних систем, в яких його вирощують [4].

Проблема морозо- та зимостійкості озимих зернових культур в Україні наразі залишається досить актуальною. Відомо, що за 45-річний період (1927–1971 рр.) Ф.М. Куперман та В.І. Пономарьов детально проаналізували понад 200 способів діагностики зимостійкості озимих зернових культур [6, 7, 23]. Така низка способів оцінки озимих зернових культур заснована на різних принципах дії, і кожен з них має свої переваги та недоліки. Значна їх частина сьогодні обмежується лише проведенням оцінки селекційного матеріалу, тому створення нових і вдосконалення наявних методів оцінки й добору рослин є пріоритетним і актуальним завданням [7].

Мета дослідження. Провести ретроспективний аналіз еволюції способів оцінки й добору морозо- та зимостійкості пшениці озимої і на цій основі розробити технічні рішення і технологічні прийоми щодо створення екстремальних природних умов, які ускладнювали б умови перезимівлі рослин.

Матеріал і методи дослідження. Проведено аналіз способів оцінки морозо- та зимостійкості озимих зернових культур в умовах України за майже сторічний період, однак інформація щодо добору рослин, які вижили після проморожування, була відсутня. На основі багаторічних досліджень були апробовані різні способи оцінки рослин на морозо- та зимостійкість [12, 20, 23]. Визначені напрями досліджень із 1989 року передбачали поєднання в одному способі оцінку та добір рослин пшениці озимої із підвищеною морозо- і зимостійкістю, що проводять і нині.

Результати дослідження та обговорення. Відомо, що кожна із зон вирощування озимих зернових культур у різних регіонах світу має специфічні критерії оцінки зимостійкості [8]. За кліматичних змін в останні десятиліття значної загибелі озимої пшениці від низьких негативних температур майже не спостерігалось. Значне uszkodження рослин більшою мірою зумовлене вимоканням і крижаною кіркою [2]. Однак проведений ще у 1989 році Е.М. Полтаревим аналіз перезимівлі озимих в умовах Харківської області за 95 років свідчить, що несприятливі чинники зимових періодів відмічали 54 рази, причому жодних закономірностей у повторюваності не було виявлено. Найбільшу питому вагу до 1989 року мали низькі температури (35 %), на другому місці – відлиги (26 %), а потім – льодові кірки (22 %), частка інших чинників – вимокання, випрівання, видування, зимові посухи – становить лише 1–5 % [9].

Відомо, що зимостійкість рослин для степових районів України визначається, здебільшого, їх морозостійкістю [10].

А.А. Горлач відзначав складність добору озимої пшениці на зимостійкість у Лісостепу України та обґрунтовував доцільність застосування для цього штучно створених природних несприятливих для зимівлі культури умов, наприклад, висівання на схилах, де сніг не затримується. Пізні строки сівби сприяють кращому вивченню особливостей весняного кушіння сортів озимої пшениці, що досить важливо, адже у такий спосіб виявляється спроможність до відновлення щільності стеблостою після зимового зрідження [11]. Відомо, що переваги природного холоду полягають у необмеженості обсягу та рівному охолодженні всього матеріалу, що проморожується, а також можливості точного контролювання процесу [12].

Для оцінки рослин сортів на морозостійкість широкого розповсюдження у селекційній практиці у середині ХХ ст. набув метод прямого проморожування рослин у посівних ящиках, однак цей метод дозволяв виділяти лише ті сорти, що значно різняться за морозостійкістю. Однак А.Ф. Стельмах та ін. відзначали вірогідно доведені розходження щодо морозостійкості одного й того ж сорту, висіяного в різних ящиках. Тобто, той самий сорт, висіяний у різні ящики з певним інтервалом часу, може мати різну морозостійкість [13].

У процесі вивчення морозостійкості озимих зернових за перезимівлі в посівних ящиках відмічають істотний вплив відлиг на менш морозостійкі сорти пшениці. Стійкість сорту до зимових відлиг обумовлена не лише здатністю рослин зберігати загартований стан в умовах перепадів температури, а також спроможністю до відновлення морозостійкості та регенерації рослин після uszkodження. Після трьох–чотирьох днів загартування й наступного проморожування можна встановити морозостійкість того чи іншого генотипу озимої пшениці за цих умов [12, 14–16]. Отже, швидкість досягнення максимального загартування є сортовою ознакою і може бути одним з показників морозостійкості сорту.

Навесні, після відновлення вегетації озимини, небезпечними є зниження температури до мінус 7 °С і нижче. За температури повітря у фазу виходу рослин у трубку нижче мінус 7–9 °С ушкоджується головне стебло [14, 17].

Г.М. Семеній для оцінки стану посівів озимих зернових культур у процесі перезимівлі запропонував рулонний метод визначення життєздатності рослин. Суть цього методу, набагато простішого і надійнішого порівняно з методом

монолітів, полягає у відборі рослин узимку в полі. Відталі рослини відмивають від ґрунту, підрізають корінь на відстані 1 см від вузла кущіння і пагони на 2,5 см та розкладають на фільтрувальному папері, який потім скручують у рулони. Через 24–36 годин відрощування у рулонах, установлених у посудину з наливою на дні тонким шаром водою, проводять оцінку рослин, які розподіляють на сильні, середні, слабкі й загиблі (у відсотках) [18].

Удосконалений метод проморожування в пучках в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва полягає в тому, що відібрані через три тижні після припинення вегетації пучки рослин зберігають у природних умовах і впродовж зими 2–3 рази проморожують в холодильних камерах з наступним прискореним відрощуванням у кристалізаторах за температури 24–26 °С з додатковим освітленням. Цей метод дає змогу прискорювати визначення функціональної морозостійкості з 20 до 5–7 діб, заощаджуючи робочий час і енергію в теплицях [7, 19, 20].

Відомо, що успадкування морозостійкості у гібридів пшениці контролюється генотипами батьківських форм і по-різному проявляється у конкретних умовах середовища [3, 4, 14, 17]. Щоб не втратити високопродуктивні культурні форми, за синтетичної селекції водночас з негативним обов'язково слід проводити позитивний добір високопродуктивних генотипів, придатних до конкретних умов вирощування.

Б.О. Дорохов та М.В. Новікова визначали зимостійкість гібридних популяцій за їх морозостійкістю в умовах відкритих стелажів селекційного комплексу. Встановлено, що чим слабша зимостійкість одного з батьків, тим ширше варіює ця ознака у F_6 [21].

З метою збільшення продуктивності селекціонери часто використовують у гібридизації сорти інтенсивного типу, що, здебільшого, не вирізняються високою морозостійкістю. Нові інтенсивні сорти озимої пшениці поступаються за зимостійкістю своїм екстенсивним попередникам. У рослинному світі наявна стійка негативна кореляція між урожайністю та зимостійкістю. Об'єднати в одному сорті високу урожайність з доброю якістю зерна та підвищеною морозостійкістю важко. Однак сорт Миронівська 808 підтверджує, що в одному генотипі можуть поєднатися висока потенційна урожайність і зимостійкість [22]. Створення сортів універсального типу цілком перспективне, хоча пов'язане з подоланням об'єктивно наявних несприятливих кореляцій. Із застосуванням інтенсивних технологій вирощування різко зросли вимоги до сортів озимої пшениці. Подолати зворотну кореляцію між продуктив-

ністю та зимостійкістю можливо, детально вивчивши генетичні і аутоекологічні особливості рослини цієї культури.

Зимостійкість – це складна і мінлива властивість рослинного організму, яка обумовлюється комплексом фізіолого-біохімічних особливостей і анатомо-морфологічних ознак. У світовому генофонді обмежена кількість форм, які б характеризувалися водночас стійкістю до морозу і посухи та високою продуктивністю [8].

Відсоток рослин конкретного сорту, що вижили після проморожування в камерах штучного клімату, не завжди характеризує реальну стійкість їх до несприятливих умов перезимівлі. Більш переконливим показником стійкості рослин є проведення оцінки їх у спеціально створених екстремальних умовах природного середовища із сукупною дією всіх мінливих екологічних чинників та одержання потомства рослин, що вижили [12, 20].

Одна констатація фактів стійкості селекційного матеріалу до впливу екстремальних чинників у ранньовесняний період життєдіяльності пшениці озимої не забезпечить бажаних результатів. Необхідна розробка способів створення вихідного матеріалу, за допомогою яких можна було б отримувати форми, що відрізняються потрібними щодо зимостійкості ознаками й властивостями [15–17].

У різних регіонах, що висівають озимі спостерігаються специфічні умови осінньо-зимо-во-весняного періоду. Відомо, що потенційна морозостійкість, здебільшого, формується після 2–3 тижнів припинення осінньої вегетації [19].

Було отримано обнадійливі результати, які свідчать про те, що використання об'єктів штучного клімату відкриває широкі можливості для підвищення ефективності селекції щодо морозостійкості. У більшості переданих у державне випробування сортів морозостійкість буде поєднуватися з високою продуктивністю [23].

Незважаючи на те що зимовий стрес – досить складне явище і причини його фізіологічної дії неможливо пояснити повністю, однак пошуки способів вирішення цієї проблеми досить перспективні. Після проморожування в жорстких температурних умовах рослини, що вижили значною мірою пошкоджені, внаслідок чого у них пригнічується процес росту і розвитку, зменшується продуктивність [23]. Довготривалий низькотемпературний стрес пригнічує ріст рослин, спричиняє зниження маси зерна в колосі, маси 1000 зерен, зменшення кількості колосків у колосі й довжини колоса [18, 20].

У зв'язку з цим, В.В. Моргун та В.Ф. Логвиненко зазначають, що селекція пшениці на стійкість до стресових чинників середовища може стати новим етапом генетичного поліпшення пшениці [24]. Для реалізації цього етапу будуть потрібні нові дослідження з біологічних напрямів із залученням регульованих агроєкосистем.

Морозостійкість завжди була відносною властивістю. Абсолютної стійкості рослин пшениці озимої до морозу не було визначено, не знайдено сортів з абсолютною стійкістю в усіх умовах вирощування [22–24]. Саме тому розвиток ознаки морозостійкості визначається генетичним кодом та екологічними чинниками.

Висновки. Наведений літературний огляд щодо проблеми морозо- та зимостійкості показав, що, незважаючи на різнопланові дослідження, присвячені розробці методів оцінки життєдіяльності рослин пшениці озимої, немає універсального способу оцінки й добору морозо- та зимостійких форм пшениці озимої, який відрізнявся б простотою, доступністю та надійністю, забезпечував би високу вірогідність отриманих результатів досліджень.

У зв'язку з цим пропонуємо проводити посів пшениці озимої в ґрунтові ванни, представлені бетонними конструкціями, довжина яких 300 см, шириною 120 см і висотою 50 см, товщина стінок 10 см, наповнені звичайним чорноземом орного шару ґрунту. Враховуючи різкі перепади температури повітря, на відміну від температури ґрунту, пропонуємо розміщувати їх над землею на висоті 40 см. Проводити посів в різні строки, що буде спонукати рослини проходити стадію загартування і перезимівлю в період дії несприятливих чинників в різних їх фазах розвитку. Вважаємо, що на відміну від польових умов в ґрунтових ваннах відбуватиметься різкий перепад температур. Температура ґрунту у ваннах через незначний період прирівнюватиметься до температури повітря, яка характеризується значною мінливістю. За таких умов можливим є розробити енергозберігаючий спосіб оцінки та добору рослин пшениці озимої. Розроблені та удосконалені способи оцінки та добору рослин із підвищеною морозо- та зимостійкістю за їх вирощування в природних умовах осінньо-зимово-весняного періодів у ґрунтових ваннах.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Адаменко Т.І. Зміна клімату та сільське господарство в Україні: що варто знати фермерам. Німецько-український агрополітичний діалог. 2020. URL: <https://dSPACE.organic-platform.org/xmlui/handle/data/423>

2. Кучеренко О.М., Хоменко С.О., Ковалишина Г.М., Кочмарський В.С. Вплив змін клімату на особливості морфологічного аналізу при оцінці стану перезимівлі пшениці м'якої озимої. Селекція і насінництво. 2013. Вип. 103. С. 107–114.

3. Рудник-Іващенко О.І. Особливості вирощування озимих культур за умов змін клімату. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2012. № 2. С. 8–10.

4. Machold J., Honeremeier B. Impact of climate change on cultivar choice: adaptation strategies of farmers and advisors in German cereal production. *Agronomy*. 2016. Vol. 6 (40). DOI: 10.3390/agronomy6030040

5. Tavares L., Carvalho C., Bassoi M. Adaptability and stability as selection criterion for wheat cultivars in Paraná State. *Ciências Agrárias*. Londrina. 2015. Vol. 36. No 5. P. 2933–2942. DOI: 10.5433/1679-0359.2015v36n5p2933.

6. Черенков А.В., Гасанова І.І., Солoduшко М.М. Пшениця озима – розвиток та селекція культури в історичному аспекті. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони. 2014. № 6. С. 3–6.

7. Методи оцінки морозостійкості селекційного матеріалу пшениці / С.В. Пикало та ін. Екологічні науки: наук.-практичний журнал. 2021. № 2(35). С. 82–89. DOI: 10.32846/2306-9716/2021.eco.2-35.14

8. Шевелуха В.С. Наследие В.Н. Ремесло и стратегия современной селекции. Повышение эффективности селекционного процесса и интенсивных зональных технологий возделывания озимой пшеницы: сб. науч. тр. Мирон. НИИ селекции и семеноводства пшеницы им. В.Н. Ремесло. Миронивка, 1988. С. 4–11.

9. Полтарев Е.М. Физиологические особенности зимостойкости озимых интенсивных пшениц. Повышение продуктивности и устойчивости производства зерна озимой пшеницы в СССР: Сб. науч. тр. Мирон. НИИ селекции и семеноводства пшеницы им. В.Н. Ремесло. Миронивка, 1989. С. 139–147.

10. Польовий А.М., Блищик Д.В., Феоктістов П.О. Динамічна модель формування зимостійкості рослинами озимої пшениці на території Південного Степу України. Український гідрометеорологічний журнал. 2014. № 14. С. 105–111. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Uggj_2014_14_12

11. Горлач А.А. Методика польових дослідів при відборі озимої пшениці на зимостійкість. Вісник сільськогосподарської науки. 1961. № 9. С. 37–40.

12. Дубовий В.І. Екологічна оцінка морозо- та зимостійкості пшениці озимої в умовах Лісостепу. Вісник аграрної науки. 2011. № 8. С. 42–44.

13. Стельмах А.Ф. Характер изменчивости морозостойкости растений озимой пшеницы в посевных ящиках. Бюлетень ВСГИ. Одесса, 1973. № 22. С. 14–16.

14. Фізіологобіохімічні аспекти адаптації сільськогосподарських рослин до комплексної дії абіотичних факторів середовища / О.М. Вінниченко та ін. Дніпропетровськ: Нова ідеологія, 2011. 224 с.

15. Методи підвищення морозо-, зимостійкості пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) в умовах Лісостепу України / В.В. Кириленко та ін. Фактори експериментальної еволюції організмів. 2015. Т. 16. С. 120–124. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/feeo_2015_16_26

16. Пірич А.В. Морозостійкість нових сортів пшениці м'якої озимої миронівської селекції. Миронівський вісник. 2018. Вип. 7. С. 85–92.

17. Булавка Н.В., Юрченко Т.В., Кучеренко О.М., Пірич А.В. Сорти пшениці м'якої озимої, стійкі до впливу негативних чинників довкілля. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2018. Т. 14. № 3. С. 255–261. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/stopnsg_2018_14_3_3

18. Семений Г.М. Рулонний метод определения жизнеспособности растений при оценке состояния посевов озимых зерновых культур в ходе перезимовки: методические рекомендации. Житомир, 1990. 15 с.

19. Полтарев Е.М., Сердюк Н.А., Борисенко Л.Р., Рябчун Н.И. Итоги и перспективы разработки проблемы устойчивости зерновых культур к неблагоприятным факторам среды. Увеличение производства зерна – важнейшая задача аграрной науки: сб. науч. тр. Мирон. ин-т пшен. им. В.Н. Ремесло УААН. Мироновка, 1992. Ч. 1. С. 81–91.

20. Дубовий В.І. Способи оцінки морозо- та зимостійкості озимих зернових культур. Миронівський вісник. 2016. Вип. 2. С. 69–86.

21. Дорохов Б.А., Новикова М.В. Зимостійкість гібридов F1–F2 в скрещиваниях с донорами устойчивости к бурой ржавчине. Повышение продуктивности и устойчивости производства зерна озимой пшеницы в СССР: сб. науч. тр. Мирон. НИИ селекции и семеноводства пшеницы им. В.Н. Ремесло. Мироновка, 1989. С. 36–40.

22. Лифенко С.П., Литвиненко М.А. Селекція і генетика в Україні. Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть. 2001. Т. 2. С. 319–337.

23. Дубовий В.І. Фітогронна агроекологія: монографія. Ресурсозберігаючі фітогронно-селекційні технології. Херсон: Олді Плюс, 2022. Т. 2. 401 с.

24. Моргун В.В., Логвиненко В.Ф. Мутаційна селекція пшениці. Київ: Наукова думка, 1995. 627 с.

REFERENCES

1. Adamenko, T.I. (2020). Zmina klimatu ta sil's'ke gospodarstvo v Ukraini: shho varto znaty fermeram [Climate change and agriculture in Ukraine: what farmers should know]. Nimec'ko-ukrai'ns'kyj agropolitychnyj dialog [German-Ukrainian agropolitical dialogue]. Available at: <https://dspace.organic-platform.org/xmlui/handle/data/423>

2. Kucherenko, O.M., Khomenko, S.O., Kovalishyna, H.M., Kochmarskyi, V.S. (2013). Vplyv zmin klimatu na osoblyvosti morfologichnogo analizu pry ocinci stanu Perezymivli pshenyци m'jakoї ozymoї [The influence of climate changes on the peculiarities of morphological analysis in assessing the state of overwintering of soft winter wheat]. Selekcija i nasinnyctvo [Breeding and seed production]. Issue 103, pp. 107–114.

3. Rudnyk-Ivashchenko, O.I. (2012). Osoblyvosti vyroshhuvannja ozymyh kul'tur za umov zmin klimatu [Peculiarities of growing winter crops under conditions of climate change]. Sortovyvchennja ta ohorona prav na sorty roslyn [Variety study and protection of rights to plant varieties]. Issue 2, pp. 8–10.

4. Machold, J., Honeremeier, B. (2016). Impact of climate change on cultivar choice: adaptation strategies of farmers and advisors in German general production. *Agronomy*. Vol. 6, 40 p. DOI: 10.3390/agronomy6030040

5. Tavares, L., Carvalho, C., Bassoi, M. (2015). Adaptability and stability as selection criterion for wheat cultivars in Paraná State. *Ciências Agrárias*. Londrina. Vol. 36, Issue 5, pp. 2933–2942. DOI: 10.5433/1679-0359.2015v36n5p2933

6. Cherenkov, A.V., Gasanova, I.I., Solodushko, M.M. (2014). Pshenyca ozyma – rozvytok ta selekcija kultury v istorychnomu aspekti [Winter wheat – the development and selection of culture in a historical aspect]. *Bjuletен Instytutu sil'kogo gospodarstva stepovoi zony* [Bulletin of the Institute of Agriculture of the Steppe Zone]. Vol. 6, pp. 3–6.

7. Pykalo, S.V., Demydov, O.A., Jurchenko, T.V. (2021). Metody ocinky morozostijtkosti selekcijnogo materialu pshenyци [Methods of assessing the frost resistance of wheat breeding material]. *Ekologichni nauky: nauk.-praktychnyj zhurnal* [Ecological Sciences: scientific-practical journal]. Vol. 2(35), pp. 82–89. DOI: 10.32846/2306-9716/2021.eco.2-35.14

8. Shevelukha, V.S., Nasledye, V.N., (1988). Remeslo y strategyja sovremennoj selekcyi [Remeslo and strategy of modern selection]. *Povyshenye efektyvnosti selekcyonnogo processa y yntensyvnyh zonal'nyh tehnologij vozdeľyvanija ozymoї pshenyци: sb. науч. тр. Myron. NYY selekcyi y semenovodstva pshenyци ym. V.N. Remeslo* [Increasing the efficiency of the breeding process and intensive zonal technologies for the cultivation of winter wheat: collection of scientific papers Myron. Research Institute of Wheat Breeding and Seed Breeding named after V.N. Remeslo]. Mironovka, pp. 4–11.

9. Poltarev, E.M., (1989). Fyzyologicheskye osobennosti zymostojkosti ozymyh yntensyvnyh pshenyци [Physiological features of winter hardiness of winter intensive wheat]. *Povyshenye produktyvnosti y ustojchyvosti proyzvodstva zerna ozymoї pshenyци v SSSR: sb. науч. тр. Myron. NYY selekcyi y semenovodstva pshenyци ym. V.N. Remeslo* [Increased productivity and sustainability of winter wheat grain production in the USSR: collection of scientific papers Myron. Research Institute of Wheat Breeding and Seed Breeding named after V.N. Remeslo]. Myronovka, pp. 139–147.

10. Polevyi, A.M., Blyshchuk, D.V., Feoktistov, P.O. (2014). Dynamichna model' formuvannja zymostijtkosti roslynamy ozymoї pshenyци na terytorii Pivdennogo Stepu Ukrainy [A dynamic model of the formation of winter hardiness in winter wheat plants on the territory of the Southern Steppe of Ukraine]. *Ukrai'ns'kyj gidrometeorologichnyj zhurnal* [Ukrainian hydrometeorological journal]. Vol. 14,

pp. 105–111. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Uggj_2014_14_12

11. Gorlach, A.A. (1961). Metodyka pol'ovyyh doslidiv pry vidbori ozymoi' pshenyци na zymostijkist' [Methodology of field experiments in the selection of winter wheat for winter hardiness]. Visnyk sil's'kogospodars'koi' nauky [Bulletin of agricultural science]. Vol. 9, pp. 37–40.

12. Dubovy, V.I. (2011). Ekologichna ocinka morozota zymostijkosti pshenyци ozymoi' v umovah Lisostepu [Ecological evaluation of frost and winter resistance of winter wheat in the conditions of the forest-steppe]. Visnyk agrarnoi' nauky [Herald of Agrarian Science]. Vol. 8, pp. 42–44.

13. Stel'mah, A.F. (1973). Harakter yzmenchyvosti morozostojkosty rasteniy ozymoi' pshenyци v posevnyh jashyках [The nature of variability of frost resistance of winter wheat plants in seed boxes]. Bjulleten' VSGY [Bulletin of the VSGI]. Odessa, Vol. 22, pp. 14–16.

14. Vinnychenko, O.M., Bilchuk, V.S., Filonik, I.O., Khromykh, N.O., Shupranova, L.V., Boguslavskaya, L.V., Zamoruyeva, L.F. (2011). Fiziologo-biohimichni aspekty adaptacii' sil's'kogospodars'kyh roslyn do kompleksnoi' dii' abiotychnykh faktoriv sere-dovyshha [Physiological and biochemical aspects of adaptation of agricultural plants to the complex action of abiotic environmental factors]. Dnipropetrovsk, New Ideology, 224 p.

15. Kyrylenko, V.V., Gumenjuk, O.V., Dergachov, O.L., Dubovyk, N.S., Blyznjuk, B.V., Homenko, S.O. (2015). Metody pidvyshhennja morozota, zymostijkosti pshenyци m'jakoi' ozymoi' (*Triticum aestivum* L.) v umovah Lisostepu Ukraїny [Methods of increasing frost and winter resistance of soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in the conditions of the forest-steppe of Ukraine]. Faktory eksperymental'noi' evoljucii' organizmiv [Factors of experimental evolution of organisms] Vol. 16, pp. 120–124. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/feeo_2015_16_26

16. Piryh, A.V. (2018). Morozostojkist novykh sortiv pshenyци m'jakoi' ozymoi' myronivskoi selekcii [Frost resistance of new varieties of soft winter wheat of Myronivsky selection]. Myronivskyj visnyk [Myronivsky herald]. Vol. 7, pp. 85–92.

17. Bulavka, N.V., Jurchenko, T.V., Kucherenko, O.M., Piryh, A.V. (2018). Sorty pshenyци m'jakoi' ozymoi', stjiki do vplyvu negatyvnykh chynnykiv dovkillja [Varieties of soft winter wheat, resistant to the influence of negative environmental factors]. Sortovyvchennja ta ohorona prav na sorty Roslyn [Varietal study and protection of rights to plant varieties]. Vol. 14, no. 3, pp. 255–261. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/stopnsr_2018_14_3_3

18. Semenyi, H.M. (1990). Rulonnyj metod opredelenija zhyznesposobnosti rasteniy pry ocenke sostojannya posevov ozymykh zernovykh kul'tur v hode perezymovky: metodycheskye rekomendacyi [Roll method for determining the viability of plants when assessing the condition of winter grain crops during overwintering: methodological recommendations]. Zhytomyr, 15 p.

19. Poltarev, E.M., Serdjuk, N.A., Borysenko, L.R., Rjabchun, N.Y. (1992). Ytogy y perspektyvy

razrabotky problemy ustojchyvosti zernovykh kul'tur k neblagopryjatnym faktoram srede [Results and perspectives of development of the problem of resistance of grain crops to adverse environmental factors]. Uvelychenye proyzvodstva zerna – vazhnejshaja zadacha agrarnoi nauky: Sb. nauch. tr. Myron. yn-t pshen. ym. V.N. Remeslo UAAN [Increasing grain production is the most important task of agricultural science: Collection of scientific papers Myron. Institute of Wheat named after V.N. Remeslo of the Ukrainian agrarian Academy of Sciences]. Myronovka, Issue 1, pp. 81–91.

20. Dubovy, V.I. (2016). Sposoby ocinky morozota zymostijkosti ozymykh zernovykh kul'tur [Methods of assessing the frost and winter resistance of winter grain crops]. Myronivskyj visnyk [Myronivsky herald]. Issue 2, pp. 69–86.

21. Dorohov, B.A., Novykova, M.V. (1989). Zymostojkost' gybrydov F1–F2 v skreshhyvanyjah c donoramy ustojchyvosti k buroj rzhavchyne [Winter hardiness of F1–F2 hybrids in crosses with donors of resistance to brown rust]. Povysshenye produktyvnosti y ustojchyvosti proyzvodstva zerna ozymoi' pshenyци v SSSR: sb. nauch. tr. Myron. NYY selekcyy y semenovodstva pshenyци ym. V.N. Remeslo [Increasing the productivity and sustainability of winter wheat grain production in the USSR: Collection of scientific papers Myron. Research Institute of Wheat Breeding and Seed Breeding named after V.N. Remeslo]. Myronovka, pp. 36–40.

22. Lyfenko, S.P., Lytvynenko, M.A. (2001). Selekcija i genetyka v Ukraїni [Breeding and genetics in Ukraine]. Genetyka i selekcija v Ukraїni na mezhi tysjacholit' [Genetics and selection in Ukraine on the verge of millennia]. Vol. 2, pp. 319–337.

23. Dubovy, V.I. (2022). Fitotronna agroekologija: monografija [Phytotronic agroecology: monograph]. Resursozberigajuchi fitotronno-selekcijni tehnologii' [Resource-saving phytotron breeding technologies]. Kherson, Oldi Pljus, Vol. 2, 401 p.

24. Morgun, V.V., Logvinenko, V.F. (1995). Mutacyonnaja selekcija pshenyци [Mutational selection of wheat]. Kyiv, Scientific thought, 627 p.

Evolution of methods for assessing and selecting winter wheat plants from advanced frost and winter hardiness in the Forest-Steppe of Ukraine

Dubovy V., Vorobyov V., Ryabchuk O.

It is known that the success of physiological and breeding approaches to increase frost resistance depends significantly on fundamental research into the nature of plant damage during overwintering and the determination of new ways of evaluating and selecting the offspring of resistant genotypes.

Many researchers believe that winter hardiness is a complex and variable property of a plant organism, which is determined by a large complex of physiological and biochemical features and anatomical and morphological peculiarities. In different regions where winter wheat is sown, there are specific conditions of the autumn-winter-spring periods.

The percentage of plants of a specific variety that survived after freezing in artificial climate chambers

does not always characterize their real resistance to adverse overwintering conditions. A more convincing indicator of plants resistance is to evaluate them in specially created extreme conditions of the natural environment with the combined effect of all changing environmental factors and obtaining the offspring of surviving plants.

A retrospective analysis of the evolution of methods for assessing frost and winter resistance of winter wheat plants was carried out, and on this basis an energy-saving method of ecological assessment and selection of plants with increased frost and winter resistance was shown. The basis of this method is specially created extreme natural conditions, which will

contribute to the assessment and selection of plants for frost and winter resistance. On the basis of long-term research specific technical and technological solutions have been determined for the development of such a method by using soil baths placed above the ground.

On the basis of the analyzed methods of evaluation and selection of winter wheat plants, an energy-saving method of obtaining plants with increased frost and winter resistance in extreme natural conditions of the autumn-winter-spring periods was proposed.

Key words: soil baths, winter wheat, extreme temperature conditions, frost resistance, winter resistance, climate change.



Copyright: Дубовий В.І., Воробйов В.І., Рябчук О.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:

Дубовий В.І.

Воробйов В.І.

Рябчук О.П.

<https://orcid.org/0000-0002-8637-0023>

<https://orcid.org/0009-0002-2191-682X>


<https://orcid.org/0009-0009-1154-3194>

АГРОНОМІЯ

УДК 631.547.3:633.11"324":551.515

Варіювання висоти рослин пшениці озимої залежно від екотипу і метеорологічних умовСамойлик М.О. , Лозінський М.В. , Юрченко А.І. , Устинова Г.Л. 

Білоцерківський національний аграрний університет

 Устинова Г.Л. E-mail: ustynovaGL@ukr.net

Самойлик М.О., Лозінський М.В., Юрченко А.І., Устинова Г.Л. Варіювання висоти рослин пшениці озимої залежно від екотипу і метеорологічних умов. «Агробіологія», 2024. № 1. С. 213–221.

Samoilyk M., Lozinskyi M., Yurchenko A., Ustinova H. Variation of winter wheat plant height depending on ecotype and meteorological conditions. «Agrobiology», 2024. no. 1, pp. 213–221.

Рукопис отримано: 11.04.2024 р.
Прийнято: 26.04.2024 р.
Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-213-221

Упродовж 2021–2023 рр. в умовах навчально-виробничого центру Білоцерківського національного аграрного університету вивчали формування висоти рослин у сортів пшениці м'якої озимої лісостепового, степового та західноєвропейського екотипів. Встановлено значне $11 < C_v \leq 21$ % і велике $21 < C_v \leq 51$ % варіювання висоти рослин в сортів лісостепового і західноєвропейського екотипів та значне – степового. Менші показники варіабельності висоти рослин у роки досліджень встановили в сортів: Лісова пісня (23,6 см) – лісостеповий екотип; Гармонія одеська (24,8 см), Ластівка одеська (25,0 см) – степовий екотип. Водночас найбільш мінливою висота рослин була у сортів Зорепад білоцерківський (45,0 см), Калинова (39,9 см), Квітка полів (37,8 см) – лісостеповий, Мулан (39,5 см) і Актер (35,9 см) – західноєвропейський екотип.

Вплив несприятливих метеорологічних умов обумовлює зменшення висоти рослин пшениці м'якої озимої, а стресові умови формують показники нижчої групи за класифікацією, що значно підвищує варіабельність досліджуваної ознаки.

За високими показниками гомеостатичності (Hom) і селекційної цінності (Sc) формування висоти рослин пшениці виділились сорти Мадярка (Hom = 465; Sc = 68,6), Квітка полів (Hom = 459; Sc = 55,2), – лісостепового екотипу, Гармонія одеська (Hom = 492; Sc = 53,5), Ластівка одеська (Hom = 468; Sc = 52,8) – степового і Актер (Hom = 446; Sc = 53,7) – західноєвропейського екотипу.

Мінливість висоти рослин досліджуваних сортів значною мірою (87,22 %) обумовлена умовами року. У розрізі досліджуваних екотипів найбільший вплив умов року встановили в сортів західноєвропейського (98,42 %) і степового (96,31 %) екотипів, а чинники «сорт» лісостепового – 8,08 %. Найменшу частку взаємодії сорт–умови року 0,70 % встановили в групі сортів західноєвропейського екотипу, за впливу чинника сорт – 0,87 %.

Ключові слова: пшениця м'яка озима, висота рослин, екотип, сорт, коефіцієнт варіації, мінливість.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Пшениця – культура, яка має надзвичайно важливе значення у розвитку людської цивілізації. Водночас, *Triticum aestivum* L. і в сучасних умовах є однією із найбільш поширених за площею вирощування як у світі, так і Україні [1, 2]. Зерно пшениці має життєво важливе значення для продовольчої безпеки, оскільки є доступним джерелом харчування для значної частини населення світу, особливо

для мільйонів людей з доходами нижче середнього. Також пшениця є важливою культурою для створення стабільних систем сільськогосподарського виробництва [3, 4].

Вчені стверджують, що важливе значення у збільшенні врожайності культур, зокрема і пшениці має сорт, вибір якого вагомо впливає на рівень урожайності пшениці м'якої озимої [5]. Селекціонери та генетики приділяють значну увагу вивченню комплексу ознак, які

формують урожайність. Серед сортових ознак важливе значення має висота рослин, яка в більшості формується довжиною стебла.

Стебло пшениці має низку важливих функцій. Одна з головних – стійкість до вилягання [6]. Висоту рослини, як генетично обумовлену ознаку, з чітким фенотиповим проявом, досить часто використовують для порівняльної оцінки на ранніх і пізніх етапах селекційної роботи [7].

Селекцію пшениці за висотою рослин історично використовували для зменшення вилягання і покращення врожайності та якості зерна [8, 2].

Використання селекціонерами вихідного матеріалу різного еколого-географічного походження, що поєднує низькорослість з іншими цінними ознаками, сприятиме подальшому успішному розв'язанню проблеми вилягання рослин пшениці і підвищення врожайності [9].

У сучасних умовах висота рослин продовжує залишатися однією з найважливіших спадкових ознак у селекції пшениці, яку також використовують для вибору відповідних батьківських форм для створення нового вихідного матеріалу [10].

Селекціонери значну увагу приділяють вивченню взаємозалежностей висоти рослин із елементами продуктивності, зокрема масою зерна головного колоса [11].

Селекція на зменшення висоти рослин, за даними досліджень Law, Snape та Worland [12], виявилася більш ефективною для підвищення врожайності, ніж пряма селекція на врожайність. Позитивна кореляція між висотою і врожайністю спостерігалася серед набору міжсорткових хромосомних ліній заміщення. Доведено, що всі хромосоми пшениці несуть гени, які впливають на цей взаємозв'язок.

За твердженнями деяких авторів – ідеальна архітектоніка рослин пшениці має високу ефективність щодо ресурсів навколишнього середовища. Архітектоніка рослин, зокрема довжина міжвузлів пшениці, відрізняється в різних умовах, залежно від посухи, перезволоження, мінерального живлення та інших чинників. Карликові та напівкарликові алелі локусів суттєво зменшують висоту рослин та водночас покращують надходження поживних речовин до колоса, диференціацію колоса і стійкість до вилягання, суттєво впливаючи на підвищення урожайності зерна пшениці [13].

Неодноразово дослідники вивчаючи висоту рослин вказували на її зв'язок із продуктивністю рослин [14, 15]. Як показують результати досліджень, висота рослин пшениці м'якої озимої значно варіювала залежно від погодних-кліматичних умов вирощування і ге-

нетичних особливостей сорту [16, 17], а також цю ознаку, в комплексі з іншими, широко використовують як маркерну, для залучення вихідного матеріалу в адаптивній селекції [18].

Висота рослин – досить важливий показник, який відображає ріст культури та поглинання азоту у вегетативній фазі, що впливає на урожайність різних культур і пшениці зокрема. Крім того, висота рослин є одним з основних рушійних чинників за моделювання нових сортів для запобігання втрат врожаю через вилягання [19]. Важливим є відповідність біологічних особливостей культури умовам, в яких її вирощують, що визначає рівень продуктивності пшениці озимої того чи іншого сорту [20].

Для кожної ґрунтово-кліматичної зони України важливим є дослідження сортів, які за еколого-географічним принципом групуються на три екотипи: лісостеповий, степовий та західноєвропейський [21].

Оскільки ознаку висоти рослин широко застосовують селекціонери-дослідники, то є низка класифікацій за її показниками [22].

У дослідженнях для групування сортів за висотою рослин користувалися Міжнародним класифікатором РЕВ роду *Triticum* L. (1989), згідно з яким сорти пшениці поділяють на карлики першої групи (< 36 см), карлики другої групи (36–50 см), низькорослі першої групи (51–65 см), низькорослі другої групи (66–80 см), середньорослі першої групи (81–95 см), середньорослі другої групи (96–110 см), високорослі першої групи (111–125 см), високорослі другої групи (126–140 см), крайні високорослі (> 140 см).

Метою досліджень було вивчення особливостей прояву і мінливості висоти рослин пшениці м'якої озимої залежно від екотипу і метеорологічних умов року.

Матеріал і методи дослідження. У 2020–2023 рр. в умовах дослідного поля навчально-виробничого центру Білоцерківського НАУ досліджували сорти пшениці м'якої озимої, які за екологічним принципом належать до лісостепового, степового та західноєвропейського екотипів, а за висотою рослин: Мадярка та Фіделіус – низькорослі другої групи; Квітка полів, Зорепад білоцерківський, Калинова, Лісова пісня, Гармонія одеська, Знахідка одеська, Мулан, Актер, Акратос – середньорослі першої групи; Ластівка одеська – високоросла першої групи.

Закладання дослідів відбувалося згідно із загальноприйнятими методиками [23]. Попередником, у роки досліджень, була гірчиця на зерно. Агротехнічні заходи були загальноприйнятими для вирощування пшениці озимої в Лісостепу України.

Матеріал, який вивчали, аналізували за середнім зразком – 25 рослин, повторність – триразова. Вираховували середнє арифметичне значення висоти рослин – \bar{X} . Мінливість досліджуваної ознаки оцінювали за розмахом варіювання – min-max, дисперсією (S^2) та коефіцієнтом варіації (C_v , %).

Використали таку шкалу коефіцієнта варіації: $C_v \leq 6\%$ – слабка варіація, $6 < C_v \leq 11\%$ – помірна, $11 < C_v \leq 21\%$ – значна, $21 < C_v \leq 51\%$ – велика, $C_v > 51\%$ – дуже велика [24]. Гомеостатичність (Hom), селекційну цінність (Sc) розраховували за В. В. Хангільдіним і М. А. Литвиненком [25].

Відбір снопового матеріалу, для визначення висоти рослин і елементів структури урожайності, виконували на час повної стиглості зерна.

Результати дослідження та обговорення.

Роки досліджень характеризувалися різними погодно-кліматичними умовами. Зокрема в період від відновлення весняної вегетації до закінчення цвітіння (формування показника висота рослини), фактична кількість опадів і температури повітря в 2021–2023 рр. різнилися як в роки досліджень, так і в порівнянні з середньобагаторічними показниками (табл. 1).

Від початку відновлення весняної вегетації у 2021 р. – 28 березня, 2022 р. – 22 березня, 2023 р. – 21 березня, до остаточного формування висоти рослин – закінчення травня, фактична кількість опадів становила відповідно по роках 128,2; 78,8 та 117,1 мм, за середньобагаторічних – 93,0–105,0 мм. Також розподіл їх по декадах був нерівномірний. Спостерігався значний дефіцит опадів, у квітні 2021 р. (28,9 мм)

і 2022 р. (39,8 мм) за середньобагаторічних 47 мм і упродовж двох перших декад травня 2022 р. (2,7 мм) та увесь травень 2023 р. – 7,9 мм у порівнянні з багаторічними даними 28 і 46 мм відповідно. Середньодобова температура за квітень–травень становила 10,7 °С – 2021 р., 11,3 °С – 2022 р., 11,7 °С – 2023 р., за середньобагаторічної – 11,7 °С та була сприятливою для росту і розвитку рослин пшениці.

Узагальнюючи метеодані, можна стверджувати, що чинником, який найбільш варіював у роки досліджень були атмосферні опади, а це, в подальшому, вплинуло на формування надземної маси і, зокрема – висоти рослин досліджуваних сортів пшениці м'якої озимої.

У результаті порівняльного аналізу отриманих даних встановили, що у 2023 р. досліджувані сорти, за виключенням Ластівка одеська, сформували найбільшу висоту рослин, яка, у середньому по досліді становила 93,7 см і значно перевищувала показник 2022 р. – 60,3 см, коли всі генотипи були низькорослими (табл. 2).

За впливом метеорологічних умов на формування висоти рослин можна охарактеризувати ці роки як сприятливий (2023 р.) та несприятливий (2022 р.) для росту і розвитку пшениці, зокрема головного пагона у досліджуваній період.

У 2023 р. висота рослин сортів змінювалася від 80,8 см (Лісова пісня) до 104,2 см – Квітка полів, за мінливості від 54,0 см (Зорепад білоцерківський) до 66,4 см – Квітка полів у 2022 р.

В умовах 2021 р. за середньої по сортах висоти рослин (84,6 см) її варіабельність становила від 75,5 см (Знахідка одеська) до 92,3 см (Акратос).

Таблиця 1 – Сума опадів та середня температура по декадах у 2021–2023 рр. з часу відновлення весняної вегетації до закінчення цвітіння

Місяць	Декада	2021 р.		2022 р.		2023 р.		Середньобагаторічні	
		опаді, мм	t, °С	опаді, мм	t, °С	опаді, мм	t, °С	опаді, мм	t, °С
Березень	III	-	4,1	3,9	7,0	13,2	7,8	12	3,1
Квітень	I	8,6	5,9	14,0	7,0	61,5	7,2	14	7,0
	II	13,5	8,1	7,2	6,5	27,4	8,9	17	7,8
	III	6,8	8,3	18,6	10,8	7,1	10,0	16	10,4
Травень	I	24,9	12,0	0,0	12,8	0,0	10,6	16	13,5
	II	26,5	14,5	2,7	14,9	0,0	16,0	12	15,3
	III	47,9	15,4	32,4	15,6	7,9	17,4	18	15,8
Разом	-	128,2	-	78,8	-	117,1	-	105,0	-

Таблиця 2 – Висота рослин (см) досліджуваних сортів

Сорт	Середня висота рослин*	2021 р.	2022 р.	2023 р.	\bar{X} за три роки	S ²	Cv, %
лісостеповий екотип							
Квітка полів	92,8	91,9	66,4	104,2	87,5	278,05	19,1
Зорепад білоцерківський	90,0	80,2	54,0	94,5	76,2	316,52	23,3
Калинова	95,5	84,6	63,1	103,1	83,6	287,79	20,4
Мадярка	74,0	82,3	64,4	97,2	81,3	202,26	17,5
Лісова пісня	85,5	78,8	57,2	80,8	72,3	128,24	15,7
степовий екотип							
Гармонія одеська	91,0	81,7	60,4	85,2	75,8	136,74	15,4
Знахідка одеська	83,0	75,5	55,0	89,3	73,3	222,61	20,4
Ластівка одеська	113,0	84,4	59,4	83,2	75,7	149,77	16,2
західноєвропейський екотип							
Мулан	94,5	88,7	60,1	99,6	82,9	312,89	21,3
Актер	95,0	89,2	64,0	99,9	84,4	254,74	18,9
Фіделіус	78,7	85,3	58,2	92,7	78,7	246,61	19,9
Акратос	82,5	92,3	61,1	94,2	82,5	259,34	19,5
\bar{X} по досліді	-	84,6	60,3	93,7	79,5	-	-
НІР ₀₅	-	1,30	1,37	1,89	-	-	-

Примітки: * – дані оригінальних сортів.

Істотно більша висота рослин, за середнє значення по досліді встановлена у 2021 р. у сорту Квітка полів і сортів західноєвропейського еко типу Мулан, Актер, Акратос – 2021 р. У 2022 р. достовірно перевищення середнього показника встановили в сортів Квітка полів, Калинова, Мадярка, Актер, а в 2023 р. всі зазначені в попередньому році і Мулан.

Слід зазначити, що фактична висота рослин в середньому за 2021–2023 рр. у досліджуваних сортів (за винятком Мадярка і Актер) була меншою, а в західноєвропейського еко типу – Фіделіус і Акратос на рівні середнього значення оригінальних сортів.

За мінливості в роки досліджень висоти рослин у сортів 23,6–40,5 см більш стабільним проявом характеризувались: Лісова пісня (57,2–80,8 см), Гармонія одеська (60,4–85,2 см), Ластівка одеська (59,4–84,4 см). Найбільш мінливими показники висоти рослин визначені у сортів Зорепад білоцерківський – 40,5 см, Калинова – 39,9 см, Мулан – 39,5 см, Квітка полів

– 37,8 см, Актер – 35,9 см. На середньому рівні – 32,8–34,5 см варіабельність встановлена у сортів Мадярка, Акратос, Знахідка одеська, Фіделіус.

Водночас визначені коефіцієнти варіації висоти рослин за 2021–2023 рр. дослідження свідчать, що сорти лісостепоного і західноєвропейського еко типів характеризувались як значною, так і великою варіабельністю. Серед сортів, які мали велику варіацію висоти рослин виділили Зорепад Білоцерківський (Cv = 23,3 %) і Мулан (Cv = 21,3 %). В інших досліджуваних сортів коефіцієнт варіації був значним від 15,4 % (Гармонія одеська) до 20,4 % (Калинова, Знахідка одеська).

Для детальнішої оцінки формування висоти рослин пшениці м'якої озимої застосували показник гомеостатичності (Ном), який дає змогу визначити реакцію сортів за кількісними елементами на чинники зовнішнього середовища (рис. 1).

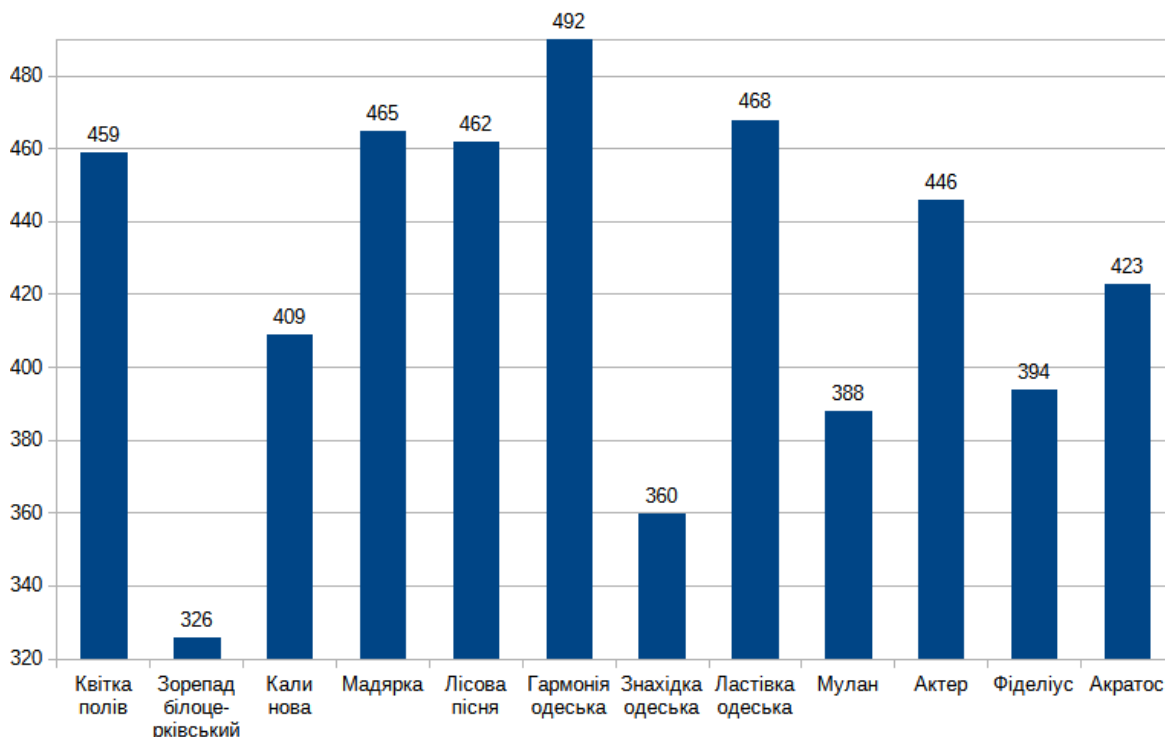


Рис. 1. Гомеостатичність за висотою рослин, 2021–2023 рр.

Встановлено, що у досліджуваних сортів показник гомеостатичності за висотою рослин змінювався в межах $Ном = 326-492$. Зокрема високу гомеостатичність визначили у сортів лісостепового екотипу: Мадярка ($Ном = 465$); Лісова пісня ($Ном = 462$); Квітка полів ($Ном = 459$), степового: Гармонія одеська ($Ном = 492$); Ластівка одеська ($Ном = 468$); і західноєвропейського Актер – $Ном = 446$. До групи з най-

меншою гомеостатичністю віднесли сорти Зорепад білоцерківський ($Ном = 326$), Знахідка одеська – $Ном = 360$. Інші сорти характеризувалися середнім показником гомеостатичності – $Ном = 388-423$.

За найвищою селекційною цінністю (Sc), яка вказує на поєднання висоти рослини із адаптивною здатністю генотипу виділився сорт лісостепового екотипу Мадярка – $Sc = 68,6$ (рис. 2).

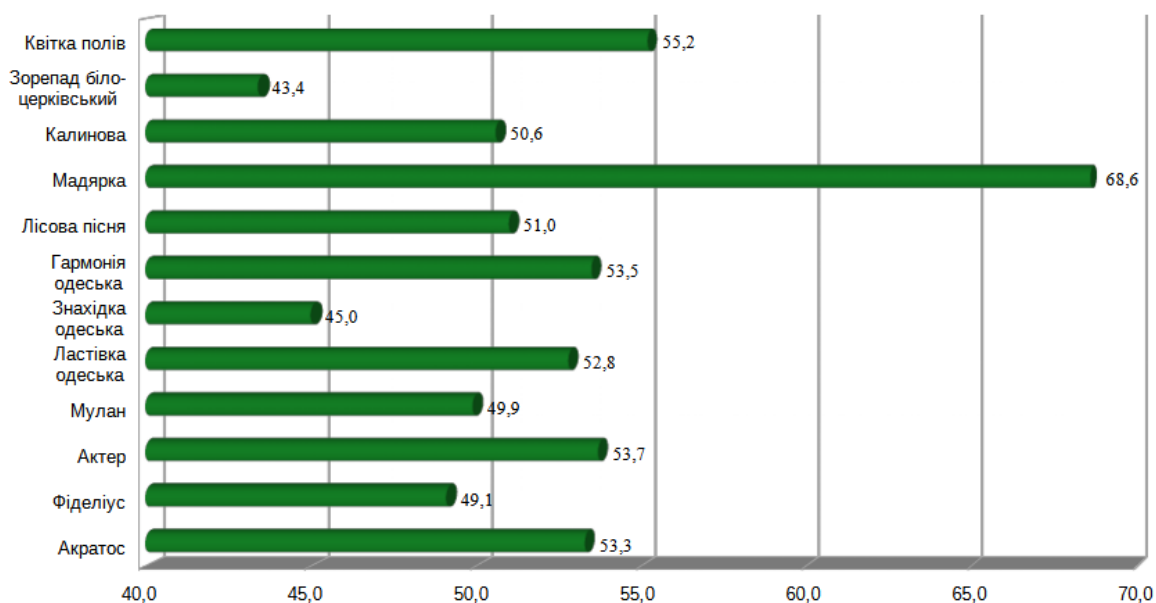


Рис. 2. Селекційна цінність за висотою рослин, 2021–2023 рр.

Найменші значення селекційної цінності за висотою рослин визначили у сортів: Зорепад білоцерківський ($Sc = 43,4$); Знахідка одеська ($Sc = 45,0$); Фіделіус ($Sc = 49,1$); Мулан ($Sc = 49,9$); Калинова ($Sc = 50,6$); Лісова пісня ($Sc = 51,0$). Решта досліджуваних сортів характеризувалися близькими ($Sc = 52,8-55,2$) на середньому рівні показниками селекційної цінності.

Застосувавши метод дисперсійного аналізу, встановили, що у 2021–2023 рр. мінливість висоти рослин найбільш обумовлена умовами року – 87,22 %. Водночас чинник «сорт» впливав на формування показника на рівні 8,43 %, а взаємодія чинників «сорт–умови року» на

рівні 4,34 % (рис. 3).

У розрізі досліджуваних екотипів найбільший вплив умов року на висоту рослин визначили в сортів степового (96,31 %) і західноєвропейського екотипів (98,42 %), за найменшої частки чинника «сорт» – 0,50 і 0,87 % відповідно (рис. 4).

Частка взаємодії «сорт–умови року» становила: лісостеповий екотип (2,96 %); степовий (3,17 %); західноєвропейський – 0,70 %. Отримані результати свідчать, що сорти західноєвропейського екотипу за формування висоти рослин в умовах Лісостепу України найбільш піддаються впливу умов року.

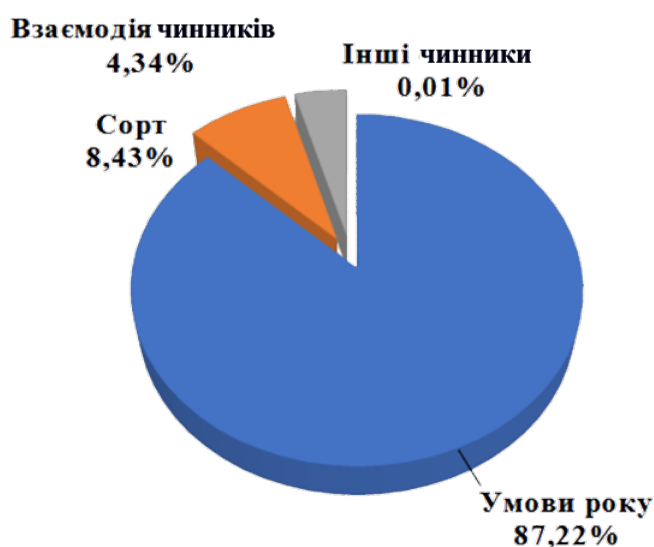


Рис. 3. Вплив чинників на мінливість висоти рослин, 2021–2023 рр.

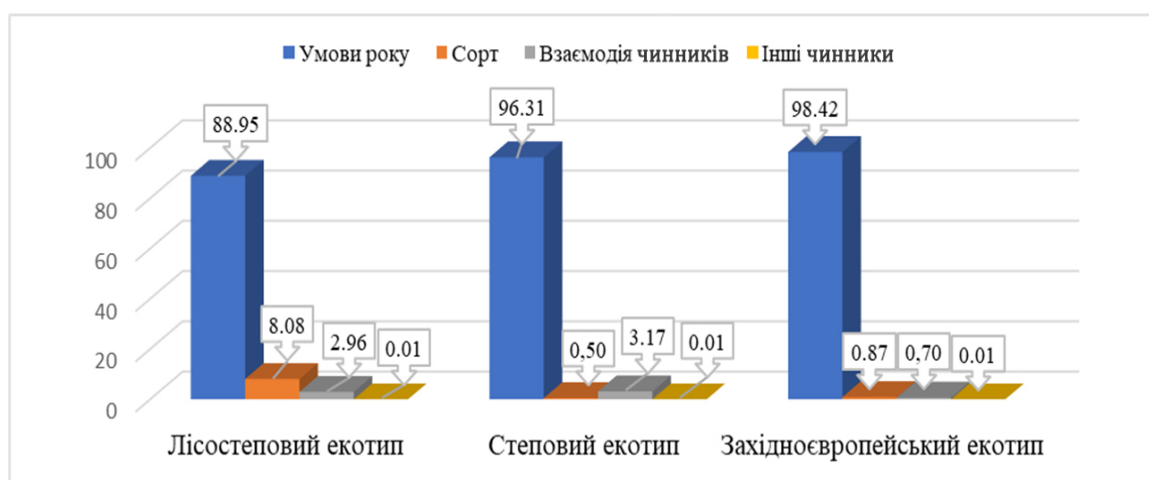


Рис. 4. Частка впливу чинників на висоту рослини по групах екотипів, 2021–2023 рр.

Висновки. 1. За несприятливих метеорологічних умов у період формування надземної частини рослин сорти пшениці м'якої озимої можуть формувати висоту рослин відповідно класифікації нижчої групи, що значно підвищує варіабельність досліджуваної ознаки. У контрастні за метеорологічними умовами 2021–2023 рр. залежно від генотипу встановлено значну $11 < C_v \leq 21$ % і велику – Зорепад Білоцерківський ($C_v = 23,3$ %), Мулан ($C_v = 21,3$ %) – варіацію висоти рослин у сортів лісостепоного і західноєвропейського екотипів та значну ($C_v = 15,4–20,4$ %) – степового.

2. За формування висоти рослин більші показники гомеостатичності і селекційної цінності визначили в сортів: Мадярка ($H_{om} = 465$; $S_c = 68,6$), Квітка полів ($H_{om} = 459$; $S_c = 55,2$) – лісостепоного; Гармонія одеська ($H_{om} = 492$; $S_c = 53,5$), Ластівка одеська ($H_{om} = 468$; $S_c = 52,8$) – степовий; Актер ($H_{om} = 446$; $S_c = 53,7$) – західноєвропейський екотип.

3. За використання дисперсійного аналізу встановлено, що мінливість висоти рослин пшениці м'якої озимої значною мірою обумовлена умовами року – 87,22 %. Водночас за дослідження сортів по екотипах найбільша частка умов року встановлена в групі західноєвропейського (98,42 %) і степового (96,31 %), а чинника «сорт» – 8,08 % у лісостепоного. Водночас найменший вплив взаємодії «сорт–умови року» 0,70 % визначили в сортів західноєвропейського екотипу, за впливу чинника «сорт» – 0,87 %.

Перспективи. Виділені сорти за формування висоти рослин та показниками гомеостатичності і селекційної цінності є перспективними для залучення в селекційний процес для створення адаптованого до умов Лісостепу України вихідного матеріалу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Спеціальна селекція польових культур: навч. посіб. / В.Д. Бугайов та ін.; за ред. М.Я. Молоцького. Біла Церква, 2010. 368 с.
2. Орлюк А.П. Генетика пшениці з основами селекції. Херсон: Айлант, 2012. 436 с.
3. Exploring agricultural production systems and their fundamental components with system dynamics modelling / J.P. Walters et al. Ecol. Modell. 2016. No 333. P. 51–65.
4. Breeding crops to feed 10 billion / L.T. Hickey et al. Nat. Biotechnol. 2019. No 37. P. 744–754.
5. Бурденюк-Тарасевич Л.А., Лозінський М.В. Принципи підбору пар для гібридизації в селекції озимої пшениці *T. aestivum* L. на адаптивність до умов довкілля. Фактори експериментальної еволюції організмів. 2015. № 16. С. 92–96.
6. Васильківський С. П., Лозінський М. В. Особливості усадкування довжини стебла у першому

і другому поколінні реципрочних гібридів пшениці озимої. Вісник Білоцерківського державного аграрного університету. 2009. Вип. 59. С. 14–17.

7. Власенко В.А. Показники стабільності сортів пшениці твердої ярої в умовах центрального Лісостепу України. 36. наук. праць, присвяч. 100-річчю від дня народ. акад. Ф.Г. Кириченка. 2004. Вип. 5(45). Ч. 1. С. 175–183.

8. Reynolds M.P., Borlaug N.E. Impacts of breeding on international collaborative wheat improvement. J. Agric. Sci. 2006. No 144. P. 3–17.

9. Селекція, насінництво та сортознавство пшениці / В.В. Шелепов та ін. Миронівка, 2007. 405 с.

10. Würschum T., Langer S.M., Longin C.F.H. Genetic control of plant height in European winter wheat cultivars. Theor. Appl. Genet. 2015. No 128. P. 865–874.

11. Лозінський М.В., Філіцька О.О. Формування маси зерна головного колоса в різних за висотою сортів пшениці (*T. aestivum* L.) озимої в умовах Лісостепу України. Аграрні інновації. 2023. № 19. С. 168–174.

12. Law C., Snape J., Worland A. The genetical relationship between height and yield in wheat. Heredity. 1978. No 40(1). P. 133–151.

13. Liu Y., Shen K., Yin C. Genetic basis of geographical differentiation and breeding selection for wheat plant architecture traits. Genome Biol. 2023. No 24. 114 p.

14. Уліч Л.І., Уліч О.Л. Вплив висоти рослин сортів пшениці озимої на стійкість до вилягання і продуктивність посівів. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2006. № 4. С. 55–63.

15. Лозінський М.В., Устинова Г.Л., Панченко Т.В. Особливості прояву ступеня фенотипового домінування за довжиною стебла в F_1 пшениці м'якої озимої. Агробіологія. 2021. № 1. С. 104–114. DOI: 10.33245/2310-9270-2021-163-1-104-114

16. Литвиненко М.А. Теоретичні основи та методи селекції озимої м'якої пшениці на підвищення адаптивного потенціалу для умов Степу України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.05. Київ, 2001. 46 с.

17. Литвиненко М.А. Корекція моделі сорту озимої м'якої пшениці універсального типу для умов Півдня України в зв'язку зі змінами клімату. Вісник Білоцерківського державного аграрного університету. 2008. Вип. 52. С. 18–26.

18. Бойчук І.В. Агроекологічна оцінка сортів пшениці м'якої озимої і використання їх як вихідного матеріалу в адаптивній селекції: дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.05. Херсон, 2012. 192 с.

19. Simulation of plant height of winter wheat under soil Water stress using modified growth functions / T. Jiang et al. Agricultural Water Management. 2020. No 232. e106066.

20. Бурденюк-Тарасевич Л.А. Результати та перспективи селекції озимої м'якої пшениці на підвищену адаптивність для умов Лісостепу і Полісся України. Науково-технічний бюлетень Миронів-

ського інституту пшениці ім. В. М. Ремесла УААН. 2007. № 6–7. С. 48–57.

21. Литвиненко М.А. Реалізація потенціалу пшеничного поля. Насінництво. 2011. № 6. С. 1–7.

22. Уліч Л.І. Ідентифікація генотипів пшениці м'якої за висотою рослин при експертизі на ВОС та її вплив на стійкість до вилягання і врожайність. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2011. № 1. С. 46–51.

23. Мойсейченко В.Ф., Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ: Вища школа, 1994. 334 с.

24. Опря А.Т., Дорогань-Писаренко Л.О., Єгорова О.В., Кононенко Ж. Статистика (модульний варіант з програмованою формою контролю знань). 2-ге вид., перероб. і допов. Київ: Центр учбової літератури, 2014. 536 с.

25. Хангильдин В.В., Литвиненко М.А. Гомеостатичність и адаптивність сортів озимої пшениці. Науч.-техн. бюл. ВСГИ. Одесса, 1981. Вып. 39. С. 8–14.

REFERENCES

1. Buhaiov, V.D. (2010). Spetsialna selektsiia polovykh kultur: navchalnyi posibnyk [Special selection of field crops: a study guide]. Bila Tserkva, 368 p.

2. Orliuk, A.P. (2012). Henetyka pshenytsi z osnovamy selektsii [Genetics of wheat with the basics of breeding]. Kherson, Ailant. 436 p.

3. Walters, J.P., Archer, D. W., Sassenrath, G.F., Hendrickson, J.R., Hanson, J.D., Halloran, J.M. (2016). Exploring agricultural production systems and their fundamental components with system dynamics modelling. Ecol. Modell. no. 333, pp. 51–65.

4. Hickey, L.T., Hafeez, A.N., Robinson, H., Jackson, S.A., Leal-Bertioli, S.C.M., Tester, M. (2019). Breeding crops to feed 10 billion. Nat. Biotechnol. no. 37, pp. 744–754.

5. Burdeniuk-Tarasevych, L.A., Lozinskyi, M.V. (2015). Pryntsypy pidboru par dlia hibrydyzatsii v selektsii ozymoi pshenytsi *T. aestivum* L. na adaptivnist do umov dovkillia [Principles of selection of couples for hybridization in the selection of winter wheat *T. aestivum* L. for adaptability to environmental conditions]. Faktory eksperymentalnoi evoliutsii orhanizmiv [Factors of experimental evolution of organisms]. no. 16, pp. 92–96.

6. Vasylykivskyi, S.P., Lozinskyi, M.V. (2009). Osoblyvosti uspadkuvannia dovzhyny stebela u pershomu i druhomu pokolinni retsyproknykh hibrydiv pshenytsi ozymoi [Peculiarities of stem length inheritance in the first and second generation of reciprocal hybrids of winter wheat]. Visnyk Bilotserkivskoho derzhavnogo ahrarnoho universytetu [Bulletin of the Bila Tserkva National Agrarian University]. Vol. 59, pp. 14–17.

7. Vlasenko, V.A. (2004). Pokaznyky stabilnosti sortiv pshenytsi tvrdoї yaroї v umovakh tsentralnoho Lisostepu Ukrainy [Indicators of stability of durum spring wheat varieties in the conditions of the central forest-steppe of Ukraine]. Zb. nauk. prats, prysviach. 100-richchiu vid dnia narod. akad. F.H. Kyrychenka [Coll. of science work, dedicate On the 100th anniversary

of the day the people. Acad. F.G. Kirichenko]. Vol. 5(45), Issue 1, pp. 175–183.

8. Reynolds, M.P., Borlaug, N.E. (2006). Impacts of breeding on international collaborative wheat improvement. J. Agric. Sci. no. 144, pp. 3–17.

9. Shelepov, V.V. (2007). Seleksiia, nasinnytstvo ta sortoznavstvo pshenytsi [Breeding, seed production and varietal science of wheat]. Myronivka, 405 p.

10. Würschum, T., Langer, S.M., Longin, C.F.H. (2015). Genetic control of plant height in European winter wheat cultivars. Theor. Appl. Genet. no. 128, pp. 865–874.

11. Lozinskyi, M.V., Filitska, O.O. (2023). Formuvannia masy zerna holovnoho kolosa v riznykh za vysotoiu sortiv pshenytsi (*T. aestivum* L.) ozymoi v umovakh Lisostepu Ukrainy [The formation of the grain mass of the main ear in different height varieties of winter wheat (*T. aestivum* L.) in the conditions of the forest-steppe of Ukraine]. Ahrarni innovatsii [Agrarian innovations]. no. 19, pp. 168–174.

12. Law, C., Snape, J., Worland, A. (1978). The genetical relationship between height and yield in wheat. Heredity. no. 40(1), pp. 133–151.

13. Liu, Y., Shen, K., Yin, C. (2023). Genetic basis of geographical differentiation and breeding selection for wheat plant architecture traits. Genome Biol. no. 24, 114 p.

14. Ulich, L.I., Ulich, O.L. (2006). Vplyv vysoty roslyn sortiv pshenytsi ozymoi na stiikist do vylihanntia i produktyvnist posiviv [The effect of plant height of winter wheat varieties on lodging resistance and crop productivity]. Sortovyvchennia ta okhorona prav na sory roslyn [Varietal research and protection of rights to plant varieties]. no. 4, pp. 55–63.

15. Lozinskyi, M.V., Ustynova, H.L., Panchenko, T.V. (2021). Osoblyvosti proiavu stupenia fenotypovoho dominuvannia za dovzhynoiu stebela v F_1 pshenytsi miakoi ozymoi [Peculiarities of manifestation of the degree of phenotypic dominance by stem length in F_1 soft winter wheat]. Ahrobiologhiia [Agrobiology]. no. 1, pp. 104–114.

16. Lytvynenko, M.A. (2001). Teoretychni osnovy ta metody selektsii ozymoi miakoi pshenytsi na pidvyschennia adaptivnoho potentsialu dlia umov Stepu Ukrainy: avtoref. dys. ... kand. s.-h. nauk: 06.01.05 [Theoretical foundations and methods of winter soft wheat selection to increase the adaptive potential for the conditions of the Steppe of Ukraine: autoref. thesis candidate of agricultural sciences: 06.01.05]. Kyiv, 46 p.

17. Lytvynenko, M.A. (2008). Korektsiia modeli sortu ozymoi miakoi pshenytsi universalnoho typu dlia umov Pivdnia Ukrainy v zviazku zi zminamy klimatu [Correction of the universal type winter soft wheat variety model for the conditions of Southern Ukraine in connection with climate changes]. Visnyk Bilotserkivskoho derzhavnogo ahrarnoho universytetu [Bulletin of the Bila Tserkva National Agrarian University]. Vol. 52, pp. 18–26.

18. Boichuk, I.V. (2012). Ahroekolohichna otsinka sortiv pshenytsi miakoi ozymoi i vykorystannia yikh yak vykhidnoho materialu v adaptivnii selektsii: dys. kand. s.-h. nauk: 06.01.05 [Agroecological assessment

of soft winter wheat varieties and their use as starting material in adaptive breeding; thesis. Candidate of Agricultural Sciences: 06.01.05]. Kherson, 192 p.

19. Jiang, T. (2020). Simulation of plant height of winter wheat under soil Water stress using modified growth functions. *Agricultural Water Management*. no. 232, e106066.

20. Burdeniuk-Tarasevych, L.A. (2007). Rezultaty ta perspektyvy selektsii ozymoi m'iakoi pshenytsi na pidvysychenu adaptyvnyshch dlia umov Lisostepu i Polissia Ukrainy [Results and prospects of breeding winter soft wheat for increased adaptability to the conditions of the Forest-Steppe and Polissia of Ukraine]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Myronivskoho instytutu pshenytsi im. V.M. Remesla UAAN* [Scientific and technical bulletin of the Myroniv Wheat Institute named after V.M. Remesla of the Ukrainian Academy of Sciences]. no. 6–7, pp. 48–57

21. Lytvynenko, M.A. (2011). Realizatsiia potentsialu pshenychnoho polia [Realization of the potential of the wheat field]. *Nasinnytstvo* [Seed production]. no. 6, pp. 1–7.

22. Ulich, L.I. (2011). Identyfikatsiia henotypiv pshenytsi miakoi za vysotoiu roslyn pry ekspertyzi na VOS ta yii vplyv na stiikist do vyliahannia i vrozhaist [Identification of common wheat genotypes according to the height of the plants during examination for BOS and its effect on lodging resistance and yield]. *Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslyn* [Varietal research and protection of rights to plant varieties]. no. 1, pp. 46–51.

23. Moiseichenko, V.F., Yeshenko, V.O. (1994). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii* [Basics of scientific research in agronomy]. Kyiv, Higher school, 334 p.

24. Opria, A.T., Dorohan-Pysarenko, L.O., Yehorova, O.V., Kononenko, Zh.A. (2014). *Statystyka (modulnyi variant z prohramovanoi formoiu kontroliu znan)* [Statistics (a modular version with a programmable form of knowledge control)]. Kyiv, Center for Educational Literature, 536 p.

25. Khanhyldyn, V.V., Lytvynenko, M.A. (1981). Homeostatychnost y adaptyvnost sortov ozymoi pshenytsy [Homeostaticity and adaptability of winter wheat varieties]. *Nauch.-tekhn. biul. VSHY* [Scientific and technical Bull. ALL]. Odessa, Vol. 39, pp. 8–14.

Variation of winter wheat plant height depending on ecotype and meteorological conditions

Samoilyk M., Lozinskyi M., Yurchenko A., Ustinova H.

During 2021–2023, the formation of plant height in soft winter wheat varieties of Forest Steppe, Steppe, and Western European ecotypes was studied at the training and production center of Bila Tserkva National Agrarian University. A significant $11 < Cv \leq 21\%$ and a large $21 < Cv \leq 51\%$ variation of plant height in varieties of Forest-Steppe and Western European ecotypes and a significant one in Steppe ecotype was found. Lower indicators of plant height variability during the years of research were found in the following varieties: «Lisova pisnya» (23.6 cm) – forest-steppe ecotype; «Harmoniya Odesska» (24.8 cm), «Lastivka Odesska» (25.0 cm) – steppe ecotype.

At the same time, the most variable plant heights has «Zorepad bilotserkivskiyi» (45.0 cm), «Kalynova» (39.9 cm), «Kvitka poliv» (37.8 cm) – Forest-Steppe ecotype, «Mulan» (39.5 cm) and «Akter» (35.9 cm) – Western European ecotype.

The influence of adverse meteorological conditions causes a decrease in the height of soft winter wheat plants, and stressful conditions form the indicators of the lower group according to the classification, which significantly increases the variability of the studied trait.

According to the high indices of homeostasis (Hom) and breeding value (Sc) of wheat plant height formation, the following varieties stood out: «Madiarka» (Hom = 465; Sc = 68.6), «Kvitka poliv» (Hom = 459; Sc = 55.2) – Forest-Steppe ecotype, «Harmoniya Odesska» (Hom = 492; Sc = 53.5), «Lastivka Odesska» (Hom = 468; Sc = 52.8) – Steppe ecotype and «Akter» (Hom = 446; Sc = 53.7) – Western European ecotype.

The variability of plant height of the studied varieties is largely (87.22 %) due to the year conditions. In the context of the studied ecotypes the greatest influence of the year conditions was found in varieties of Western European (98.42%) and Steppe (96.31%) ecotypes, and the «variety» factors of the Forest-Steppe ecotype was 8.08%. The smallest share of «variety–year conditions» interaction 0.70 % was found in the group of varieties of the Western European ecotype, with the influence of the «variety» factor at 0.87%.

Key words: soft winter wheat, plant height, ecotype, variety, variability index, variability.



Copyright: Самойлик М.О. 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:

Самойлик М.О.
Лозінський М.В.
Юрченко А.І.
Устинова Г.Л.


<https://orcid.org/0000-0001-8576-5368>
<https://orcid.org/0000-0002-6078-3209>
<https://orcid.org/0009-0009-5915-2053>
<https://orcid.org/0000-0002-3056-358X>

УДК 606:634.2:57.085.2

Особливості мультиплікації *in vitro* кісточкових культур

Шита О.П. , Філіпова Л.М. , Мацкевич В.В. 

Білоцерківський національний аграрний університет

 E-mail: Шита О.П. oksanashita@ukr.net; Філіпова Л.М. lorafilipova@ukr.net; Мацкевич В.В. vitroplant56@gmail.com



Шита О.П., Філіпова Л.М., Мацкевич В.В. Особливості мультиплікації *in vitro* кісточкових культур. «Агробіологія», 2024. № 1. С. 222–236.

Shyta O., Filipova L., Matskevych V. Features of *in vitro* multiplication of stone fruit crops. «Agrobiology», 2024. no. 1, pp. 222–236.

Рукопис отримано: 10.05.2024 р.

Прийнято: 27.05.2024 р.

Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-222-236

Основною метою досліджень є вдосконалення певних аспектів технології мікроклонального розмноження кісточкових культур. Завдання передбачали аналіз впливу розташування брунькових експлантів на рослині-донорі на формування регенерантів, а також встановлення особливостей гормонального та трофічного контролю за онтогенезом експлантів на етапі мультиплікації мікроклональних розсадок.

На відміну від зерняткових рослин, кісточкові культури мають вегетативні бруньки, розташовані у верхній частині, та генеративні бруньки, що знаходяться в бічному положенні. Більшість плодкових бруньок мають просту будову, тобто з них розвиваються лише квітки та плоди. Це призводить до оголення гілок, де раніше знаходилися квіткові бруньки. Ріст гілок забезпечується верхньою брунькою. Такий специфічний ріст вегетативних бруньок потребує особливого підходу у живленні кісточкових культур.

Україна активно займається культивацією як аборигенних, так і інтродукованих видів кісточкових культур, таких як вишня, черешня, алича, слива, персик, абрикос та мигдаль, а також їх гібридів. Основна мета вирощування цих культур – отримання плодів з кісточками, де насіння знаходиться в твердій оболонці, а м'якоть є соковитою та придатною для споживання.

Місцеві сорти кісточкових культур, які належать до родини Розові (*Rosaceae*), підродини мигдалевих (*Amygdaloideae*) або сливових (*Prunoideae*), були адаптовані до умов нашого регіону, потребують ефективної процедури розмноження для швидкого поширення. Походження їх переважно пов'язане зі Східноазійським центром культурних рослин, особливо з Китаєм. Ці рослини мають високу стійкість до спеки та вологи, що є характерною особливістю їх походження. Мікроклональне розмноження є одним з надійних методів отримання якісного садивного матеріалу, який вільний від хвороб та забезпечує швидкі темпи розмноження.

Особливості метаболізму цих рослин виникли в результаті їх еволюційного розвитку в природних умовах. Система детермінант, зокрема трофічних, зберігається і в умовах *in vitro*.

Кісточкові культури потребують ґрунти з високим вмістом елементів живлення, таких як кальцій та інші легкосуглинкові складові, з дренажною структурою та нейтральним рівнем кислотності (рН>6,0–6,5). Найбільш посухостійкі серед них – абрикос та вишня, хоча інші культури також можуть успішно рости у відносно сухих умовах. Такі специфічні потреби щодо умов середовища обумовлюють необхідність використання відповідних систем живлення, наприклад, середовищ Мурасіге та Скуга або Куаріна Лепувра.

Ключові слова: кісточкові культури, мультиплікація, живильні середовища, мікропагони, мікроклональне розмноження.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. В Україні культивують аборигенні та інтродуковані види кісточкових культур (вишню, черешню, аличу, сливу, персик, абрикос, мигдаль), а також їх гібриди. Ці культури вирощують з метою отримання плодів кістянок, у яких насінина вкрита твердою оболонкою, а оплодень соковитий, їстівний.

На відміну від зерняткових у них вехівкові бруньки вегетативні, а генеративні бруньки знаходяться в бічному положенні. Ці плодові бруньки в більшості випадків є простими, тобто з них розвиваються лише квітки і плоди. Тому на ділянках де були квіткові бруньки гілки оголюються. Ріст гілки забезпечується верхівковою (кінцевою) брунькою. Така особливість закладання вегетативних бруньок потребує специфічного підходу у живцюванні кісточкових.

Особливості метаболізму сформувалися еволюційно в природних умовах, з яких вони походять. Система детермінант, зокрема трофічних зберігається і в умовах *in vitro*. Кісточкові культури належать до родини Розові (*Rosaceae*), підродина мигдалеві (*Amygdaloideae*) або сливові (*Prunoideae*), первинне походження яких є із Китайського (Східноазійського) центру (осередку) культурних рослин. Зокрема це центр та захід Китаю – територія річки Хуанхе з прилеглими низинними районами. Цьому осередку властиві високі температури, високе зволоження та помірний вегетаційний період [1]. Потрапивши в регіони зі сприятливішими ґрунтово-кліматичними умовами та високим рівнем культури землеробства виникли вторинні генетичні центри походження. Європа стала вторинним центром, тобто центром доместифікації абрикоса, вишні, сливи, аличі. Ґрунти походження кісточкових багаті на елементи живлення легкосуглинкового складу, дренажні, з високим вмістом кальцію, часто карбонатні. Кислотність близька до нейтральної $pH > 6,0 - 6,5$ [2]. Отже, рослини можливо успішно культивувати на середовищах з відносно високим вмістом елементів живлення, наприклад, середовища за прописом Мурасіге і Скуга або Куаріна Лепувра [3–5].

Також культивування рослинної тканини це метод досліджень, який дозволяє створити стерильне та висококонтрольоване середовище для росту в лабораторії. Він запобігає спонтанним коливанням поливу та фотоперіодів, які спричиняють проблеми у виокремленні впливу окремих чинників, тобто дотримання принципу єдиної логічної відміни.

P. Druart з співавт. [4] вважають, що в розмноженні *in vitro* кісточкових культур основні проблеми це: гіпергідратація тканин, варіабельність швидкості розмноження, некроз верхівки, повторний ріст рослин.

У більшості технологій мікроклональне розмноження складається з чотирьох етапів. Інколи в окремий виділяють етап "0", тобто підготовчий. Це культивування та підготовча обробка донорів первинних експлантів. Зокрема, обробка засобами захисту, стимулююча обрізка, особливий світловий режим тощо [4]. Наступні етапи: I – отримання асептичної культури; II – мультиплікація; III – індукція коренеутворення; IV – постасептична адаптація.

Асептичне культивування розпочинається з введення первинних експлантів *in vitro* із донорів, що росли в умовах *in vivo*: відкритий, закритий ґрунт, депозитарій тощо. На цьому етапі рослини звільняють від інфекції, яку доцільно розділити на два типи:

- **патогенна**, яка безпосередньо шкодить рослині (гриби, бактерії, віруси);

- **контамінуюча** (забруднювальна), яка безпосередньо не шкодить рослинним тканинам, але забруднюючи їх, впливає на склад живильного середовища. Змінене середовище втрачає властивості і стає токсичним. Ослаблені чи загиблі рослинні об'єкти можуть залучатися у метаболізм контамінантів, якими є як облигатні сапрофіти, так і як факультативні паразити. За локалізацією мікроорганізмів варто їх розділяти на **ендогенну** (внутрішню) та **екзогенну** (поверхневу) мікрофлору.

Покривні тканини кісточкових не мають надмірного опушення, здебільшого вони глянцеві, тому їх фізичне поверхнєве забруднення, зокрема мікробіологічне, незначне порівняно з культурами зі значним опушенням покривних тканин [5].

Ізольовані первинні експланти відмивають від фізичного бруду і замочують у розчині антисептика. Це може бути 0,1 % розчин ртуті хлориду [6], обробка 5 хв етанолом з подальшою обробкою розчином препарату Доместос (0,8 % гіпохлориту натрію) [7], обробка препаратом Бланідас 300 [8].

В окремих випадках за введення первинних експлантів кісточкових культур спостерігається самоотруєння продуктами окиснення фенолоподібних речовин [3, 9]. Найчастіше це притаманно експлантам, ізольованим із пагонів, які інтенсивно ростуть. Для запобігання цьому явищу донори експлантів вирощують в умовах розсіяного освітлення, декапітації верхівок пагонів з метою стимулювання пробудження бічних бруньок. Також у живильні

середовища додають антиоксиданти, наприклад, аскорбінову кислоту [5].

Для введення вишні вважають кращі періоди у лютому та липні [10], тобто вихід донорних рослин зі стану спокою та початок другої (чергової) хвилі росту пагонів. У верхівці меристемного конуса відбувається поділ недиференційованих клітин. Під конусом закладаються тканини майбутніх органів. Наприклад, у меристемі пагона під конусом наростання формуються зародкові листки (примордіальні листки) та тканини (покривні, провідні). Діяльність апікальних меристем у рослинному організмі завершується утворенням органів квітки. Тому на генеративному етапі з меристем генеративних бруньок складно регенерувати експланти прямим морфогенезом.

На адаптацію та морфогенез рослинних об'єктів *in vitro* впливає вік донорів первинних експлантів. У досліджах з *Prunus avium* L. встановлено, що для морфогенезу бруньок, ізольованих з різних за віком материнських рослин (5 і 55 років), оптимальними були різні концентрації та комбінації цитокінінів і ауксинів. Це пояснюється різним умістом ендогенних гормонів [11]. Поєднання ендо- та екзогенних гормонів визначає ефективність регенерації та онтогенезу загалом [4, 12].

Більший морфогенний потенціал мають експланти, ізольовані з донорів, розмножених *in vitro* [13]. Для оздоровлення через використання меристемних експлантів рекомендується застосовувати донори експлантів, що знаходяться на вегетативному етапі розвитку [3, 5].

Встановлено, що від розміру меристем залежить два показники з оберненою кореляцією: ефективність оздоровлення та приживлюваність, тобто регенераційний потенціал. Це пояснюється тим, що зі збільшенням розміру меристемних експлантів одночасно з підвищенням їх регенераційного потенціалу зростає ймовірність проникнення у них збудників хвороб (вірусів, віроїдів, мікоплазм). Для *Prunus domestica* CV. розмір меристем 0,2–0,8 мм забезпечує відносно високі показники регенерації зі збереженням ефекту оздоровлення [14]. Р. Druart зі співавт. [4] для оздоровлення вишні успішно використали менші за розміром меристеми (0,1 мм). М. Ebrahimi із колегами [15] встановили, що меристеми мигдалю розміром менше 0,5 мм не містили судин і більшість з них були вільними від вірусів. Відсоток оздоровлених регенерантів зростає у разі застосування термотерапії та непрямого морфогенезу. Автори пояснюють це тим, що між соматичними калюсними клітинами відсутні провідні судини, по яких віруси легко пересуваються.

Відомо також, що окрім судин вірусні частки можуть пересуватися і через розвинуті плазмодесми [16]. Щодо термотерапії слід враховувати, що підвищення температури покращує ефективність оздоровлення, однак зменшується кількість меристемних експлантів, які виживають [17].

Важливою складовою технології мікроклонального розмноження є живильне середовище. Для культивування експлантів мигдалю використовують середовище MS, рідше WPM [10, 18, 15] або QL [3, 5, 19]. Турецькі вчені на основі аналізу умісту ядра мигдалю розробили середовище NRM для цієї культури [20]. Водночас середовища, яке б забезпечувало вимоги для усіх етапів МКР і впродовж тривалого періоду культивування не існує, тому доводиться чергувати середовища, або періодично культивувати об'єкти на розвантажувальних середовищах із різним складом мінеральних елементів та гормонів [9, 5, 21, 22].

Метаболізація мінеральних елементів у рослинах відбувається згідно із законами живлення [5]. До обміну речовин залучаються елементи, які поділяють за кількісним умістом на: макро-, мезо-, мікро- та ультрамікроелементи. Якщо характеризувати прописи з погляду фізіології рослин, то їх мінеральна частина не завжди відповідає законам живлення. Наприклад, у середовищі за Мурасіге і Скугом (MS) [23] уміст сполуки кальцію хлориду ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) становить 440 мг/л, тобто у цій сполуці уміст хлору становить понад 48 % (48,2288 %) або 212 мг/л. Водночас гептагідрату сульфату магнію міститься 370 мг/л із умістом магнію 9,7 % або 3,589 мг/л. Отже, в одному літрі штучного живильного середовища уміст хлору (мікроелементу) становить 212 мг, а мезоелементу магнію 7–3,6 мг. Якщо у ґрунті у польових умовах хлор вимивається, то в ізольованому культуральним посудом живильному середовищі він залишається. У подальшому за поглинання рослиною необхідних їй іонів, співвідношення іонів хлору до інших іонів збільшиться.

У середовищі WPM подібна ситуація з мезоелементом сіркою, яка входить до складу таких солей середовища (в мг/л): MgSO_4 , б/в – 180,7; K_2SO_4 – 990; MnSO_4 – 22,3; $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 8,6; $\text{FeSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ – 27,8.

Отже, спостерігається порушення законів живлення, а саме прояв закону надлишку певних елементів живлення. Накопичення фітотоксичного ефекту внаслідок порушення законів живлення пояснює необхідність та ефективність застосування розвантажувальних середовищ.

В умовах *in vitro* внаслідок додавання синтетичних екзогенних вуглеводів живлення рослинних об'єктів характеризується як міксотрофне з переважанням гетеротрофного [5]. У більшості протоколів як екзогенний вуглевод додають дисахарид сахарозу [3, 5, 19, 24]. Можна також використовувати сорбіт [25]. Сорбіт становить вагому частку флоемного соку рослин родини *Rosaceae* [26, 27], міститься у кісточкових культурах в природних умовах в значних кількостях як у плодах, так і фотоасимілюючих органах [28], є вихідною речовиною для синтезу вітаміну С [29].

Сорбіт є перспективним як джерело вуглеводів для мікроклонального розмноження *Prunus* spp. *in vitro* та детермінантом управління онтогенезом рослин у контрольованих умовах [30]. Зокрема, є повідомлення, що Сорбіт покращує проліферацію *in vitro* та укорінення підщепи Garnem [31]. Cristina Weiser Ritterbusch із колегами встановили, що сорбіт у кількостях 15 та 30 мг/л на середовищі QL був ефективнішим для утворення мікропагонів та їх укорінення порівняно з таким середовищем але із додаванням сахарози [30].

Для детермінації онтогенезу експлантів кісточкових застосовують гормони: цитокиніни, ауксини та в окремих випадках гібереліни.

Після отримання асептичної культури морфогенез за мікроклонального розмноження відбувається у два етапи:

- проліферація бруньок з утворенням розеток;

- утворення мікропагонів в розетках і перенесення їх на середовище для укорінення [3, 5].

Для проліферації бруньок з утворенням розетки вкорочених мікропагонів згідно з правилом Скуга – Мілера додають в живильне середовище ауксини та цитокиніни з переважанням останніх [3, 5, 32, 4, 21].

Удосконалення теоретичних знань та розробка технологічних прийомів технологій мікроклонального розмноження кісточкових культур є актуальними питаннями як для дослідників, так і підприємців цієї галузі.

Мета дослідження – удосконалити окремі елементи технології мікроклонального розмноження кісточкових культур. Завдання: проаналізувати вплив розміщення брунькових експлантів на рослині-донорі на розвиток регенерантів; встановити особливості гормональної та трофічної детермінації онтогенезу експлантів на етапі мультиплікації МКР.

Матеріал і методи дослідження. Досліді проводили в умовах лабораторії мікроклонального розмноження ТОВ Благодатне ТМ Тевітта (Черкаська обл.) та міжкафедральної лаборато-

рії біотехнології рослин БНАУ. Рослини культивували у скляних банках загальним об'ємом 200 мл під накритими поліпропіленовими стійкими до автоклавування кришками. Уміст живильного середовища 10 % від загального об'єму банки, тобто 20 мл. Інтенсивність освітлення 2,0–2,5 клюкс. Фотоперіод 16 годин. Температура культивування 24 ± 2 °С.

Рослинні об'єкти – вишня (*P. cerasus*) – сорт Ксенія; черешня (*P. avium*) – сорт Василіса; мигдаль солодкий (*P. amygdalus*) – сорт Джорджія, що належать до родини Розових (*Rosaceae*), роду Слива (*Prunoideae*), підродини мигдалеві (*Amygdaloideae*) або сливові (*Prunus*).

Вишня сорт Ксенія занесений до Державного Реєстру сортів рослин, дозволених для вирощування в Україні, у 2012 році. Має округлу, дещо пониклу крону із середньою загущеністю гілок. Сорт характеризується середніми темпами росту, великими розмірами плодів масою 7–10 г; високою морозостійкістю; відмінною стійкістю до коккомікозу і моніліозу; хорошими показниками врожайності; високими смаковими якостями плодів і товарним виглядом; швидким плодоношенням [33].

Черешня сорт Василіса селекції Артемівської дослідної садівницької станції. Сорт скороплідний високоврожайний ранньо-середнього терміну дозрівання – 10–15 червня. Дерево середньоросле, крона широка, середньогуста, висока врожайність. Плоди з відмінними смаковими характеристиками, великі – 12–14 г, м'якоть черешні щільна, червоного забарвлення з характерним блиском, кісточка середня, добре відокремлюється від м'якоті. Морозостійкість вища за середню, стійкість до захворювань висока.

Мигдаль сорт Джорджія селекції ФГ ім. Академіка Унанова (селекціонер В.М. Бабанський), занесений до Державного Реєстру сортів рослин, дозволених для вирощування в Україні у 2020 році. Має середню групу стиглості; урожайність – 2,5 т/га; сильна сила росту (7); ступінь самоплідності – 50,5 %; середня маса плоду – 4,1 г; вміст білка у плодах – 35,5 %; вміст жирної олії – 58,8 %; легко виділяється ядро – 8 (балів); дегустаційна оцінка – 9 балів (1–9) [33].

На перших трьох етапах мікроклональне розмноження проводили в стерильних умовах [3]. Для асептичної культури використовували меристемні експланти (рис. 1). На першому етапі досліджено розвиток регенерантів залежно від онтогенетичної різноякісності різних частин рослини-донора експлантів. Як стартове використовували середовище за прописом Мурасіге і Скуга [23].

На етапі мультиплікації досліджено вплив трофічних (мінеральне живлення, вуглеводи) та гормональних детермінант.

У дослідженнях були використані базові варіанти середовищ [34] з відмінною за складом мінеральною частиною (різний якісний і кількісний склад макро- та мікроелементів)

(табл. 1). До всіх варіантів живильного середовища було додано 1,0 мг/л бензиламінопурину та 0,1 мг/л індолілмасляної кислоти.

У досліді з вуглеводами використано такі варіанти: I – сахароза 30 г/л; II – сахароза 25 г/л + сорбіт 5 г/л; III – сахароза 5 г/л + сорбіт 25 г/л; IV – сорбіт 30 г/л.

Таблиця 1 – Склад модифікованих живильних середовищ в досліді із культивування кісточкових культур *in vitro*, мг*

Компонент середовища	MS	MS _{1/2}	QL	WPM	NAM	NRM
Макросолі						
NH ₄ NO ₃	1650	825	400,0	400,0	900	530
KNO ₃	1900	800	1800	-	250	550
KH ₂ PO ₄	170	85	270	171	1550	1300
MgSO ₄ x7H ₂ O	370	185	360	370	2050	1650
K ₂ SO ₄	-	-	990,0	-	-	-
Солі кальцію						
CaCl ₂	440	220	-	72,50	45	90
Ca(NO ₃) ₂ x4H ₂ O	-	-	833,8	471,26	1050	700
Солі заліза						
FeSO ₄ x7H ₂ O	27,8	13,9	27,8	27,8	-	-
Na ₂ · EDTA	37,3	18,65	37,3	37,3	-	-
Ferrilene 4.8 Orto-Orto	-	-	-		114,63	137,6
Мікросолі						
H ₃ BO ₃	6,20	3,10	6,2	6,2	11,0	6,5
CuSO ₄ x5H ₂ O	0,025	0,0125	0,025	0,25	3,2	2,5
MnSO ₄ xH ₂ O	16,90	8,45	0,76	22,3	6,0	20,00
NaMoO ₄ x2H ₂ O	0,25	0,125	0,25	0,25	0,1	0,25
ZnSO ₄ x7H ₂ O	8,60	4,30	8,6	8,6	11,0	8,6
CoCl ₂ x6H ₂ O	0,025	0,0125	0,025	-	-	-
KI	0,83	0,415	0,08	-	-	-
Органічні компоненти						
Гліцин	2,00	1,00		1,00		
Мезо-інозитол	100,00	50,00		100,00		
Нікотинава к-та (PP)	0,50	0,25		1,00		
Вітамін B ₁	0,50	0,25		1,0		
Вітамін B ₆	0,10	0,05		0,60		
Вітамін С				3,00		
Кінетин	0,2	0,1		1,0		
БАП *м/р				0,2/0,1		
ІОК *м/р	2,00	1,00		0,25/1,0		
ІМК *м/р				0,25/0,5		
Агар	7	3,5		7,0		
Цукроза	30	15		30		

Гормональну детермінацію досліджували з використанням цитокинінів бензиламінопурин (БАП) та кінетин (Кн) у концентраціях 1 і 1,5 мг/л, а також за їх сумісного використання БАП 0,25 мг/л + Кн 0,75 мг/л, на фоні додавання ауксину індолілмасляної кислоти 0,1 мг/л. Визначали довжину кореневої системи та кількість мікропагонів у конгломераті.

Статистичну обробку експериментальних даних проводили з використанням програмного забезпечення для аналізу даних MS Excel. Гіпотезу (нульову або альтернативну) обирали за результатами порівняння фактичних і критичних значень критеріїв достовірності на рівні значимості 5 %.

Результати дослідження та обговорення.

Неоднаковий розвиток регенерантів, властивий кісточковим *in vitro*, пов'язаний з онтогенетичною різноякісністю різних частин рослини-донора експлантів (рис. 2). Кожна розвинена клітина рослинного організму містить генетичну інформацію, в якій закодований весь життєвий цикл від утворення зиготи до природної смерті. Така клітина, способом поділу, диференціації здатна давати початок новому багатоклітинному рослинному організму. Це називають тотипотентністю (омніпотентністю). Генетична ін-

формація в онтогенезі реалізується вибірково, залежно від етапу життєвого циклу та умов існування. Генетичний код організму (генотип), записаний специфічними послідовностями нуклеїнових кислот за детермінування умовами, які складаються під час онтогенезу, проявляється і різними фенотипами. Тобто рослинні об'єкти з одним і тим же набором ДНК, РНК можуть мати морфоанатомічні відмінності. Детермінація різних фенотипових проявів відбувається, зокрема, й вибірковою різною експресією окремих генів генотипу.

Залежно від розташування на пагоні меристемні ділянки, бруньки детермінуються різним умістом ендогенних гормонів [5, 12]. У межах одного пагона апікальні, медіальні та базальні бруньки мають відмінності у розмірах та морфології. У дослідженнях В.В. Мацкевича встановлено вплив онтогенетичної різноякісності брунькових меристемних експлантів на розвиток потомства за вегетативного розмноження [5]. Причиною такої різноякісності є неоднакове співвідношення гормонів стимулювальної та інгібуючої дії, а також неоднакове співвідношення між класами гормонів стимулювальної дії, зокрема різниця між вмістом цитокинінів та ауксинів.

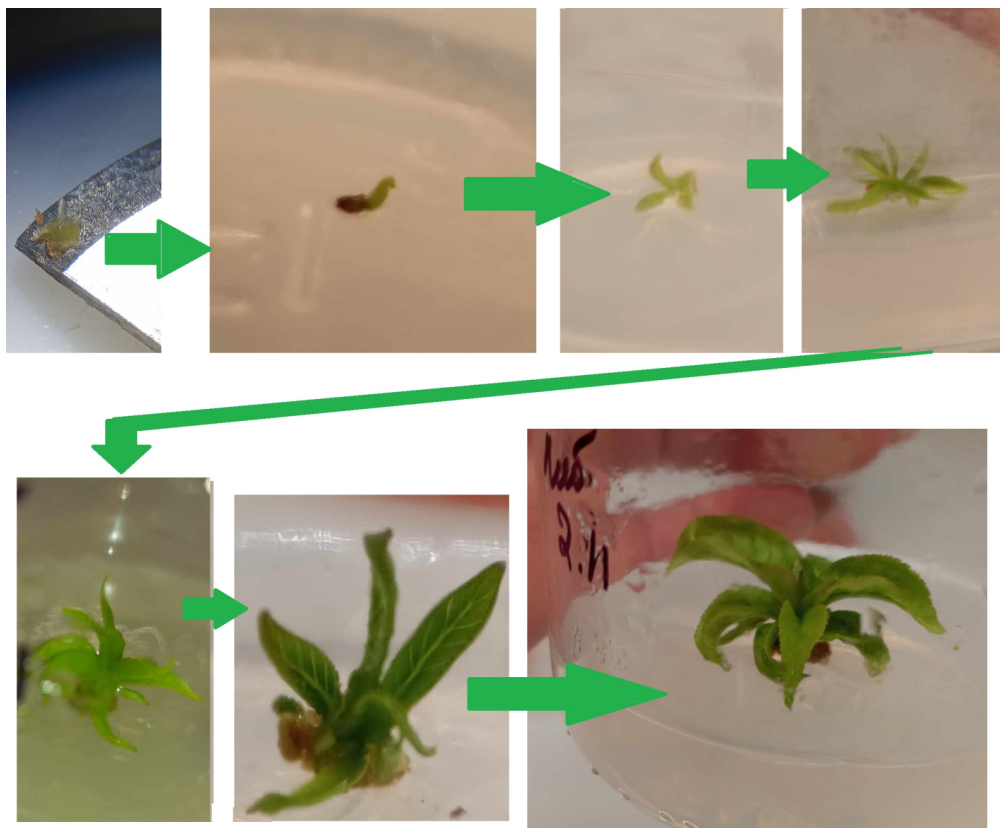


Рис. 1. Регенерація вишні від меристеми до розетки листків.



Рис. 2. Неоднорідність регенованого потомства мигдалю з різних частин донорної материнської рослини.



Рис. 3. Утворення пагонів із верхівкової вегетативної бруньки (1) та бічних (2), мигдаль.

Для характеристики співвідношення цитокинінів та ауксинів використовують термін цитокінінауксиновий індекс. Згідно з правилом Скуга Міллера, за переважання цитокинінів над ауксинами пригнічується апікальне домінування і ризогенез та стимулюється поділ клітин.

Неоднаковий ріст і морфогенез живцевих експлантів пов'язаний також з особливостями

закладання у кісточкових культур вегетативних та генеративних бруньок, а також з хвилями (періодичністю) росту [35]. Бруньки із вегетативним ростом розміщуються на верхівці пагона. Саме із верхівки за відновлення росту утворюються нові пагони (рис. 3). З медіальних бруньок утворюються квіти, пагони зі сповільненим ростом або нежиттєздатні експланти (рис. 4).

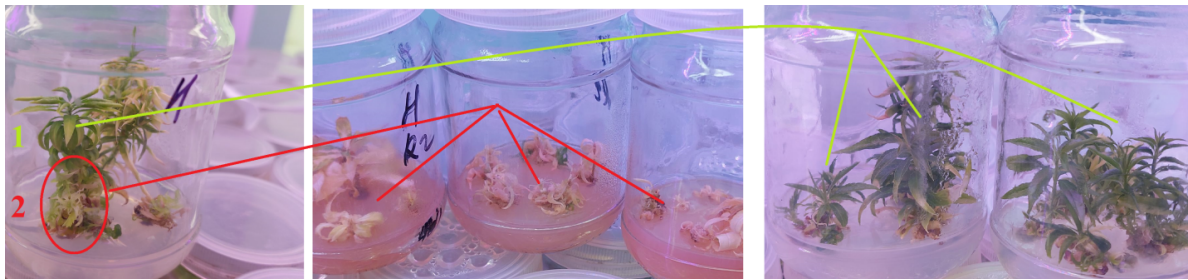


Рис. 4. Вплив походження експлантів на онтогенез регенерантів мигдалю, де: 1 – верхівка пагона; 2 – медіальна частина пагона.

Окрім ендогенних детермінант (гормони, кореляційні взаємозв'язки між частинами організму рослинного об'єкта) значний вплив має трофічна детермінація. Досліджено вплив різних за складом живильних середовищ (табл. 1) на ефективність мультиплікації поділом конгломерату мікропагонів (табл. 2). Слід зазначити, що у живильне середовище на усіх варіантах додавали 1,0 мг/л бензиламінопурину та 0,1 мг/л індолілмасляної кислоти.

За показником кількість мікропагонів у конгломераті для вишні та черешні кращим серед порівнюваних середовищ було MS_{1/2}. На середовищі QL формувалися найдовші мікропагони.

На варіантах з мигдалем найбільша кількість мікропагонів утворилася на середовищі

NRM (5,3 на один експлант), а найвищі експланти формувалися на середовищі NAM (74,9 мм).

На середовищі WPM формувалися регенеранти з найжчими пагонами. За кількістю мікропагонів на цьому середовищі варіант з вишнею поступався іншим варіантам, з черешнею та мигдалем – переважав MS, QL, але поступався NRM, NAM та MS_{1/2}. Водночас на варіанті з використанням середовища WPM переважна кількість регенерантів була із ознаками гіпергідратації тканин (вітрифіковані). Вважаємо, що це пов'язано з високим умістом у складі середовища сірки.

Порівнюючи варіанти середовищ, встановлено обернену залежність: на середовищах із меншою кількістю мікропагонів довжина мікропагонів була більшою.

Таблиця 2 – Особливості трофічної детермінації регенерантів на етапі мультиплікації на 45-ту добу спостереження

Біометричний показник/ середовище	MS	MS _{1/2}	QL	WPM	NAM	NRM
Вишня сорт Ксенія						
Кількість мікропагонів у конгломераті, шт.	3,0±0,02	3,3±0,03	2,7±0,01	2,8±0,01	2,8±0,02	2,9±0,03
Середня довжина мікропагона конгломерату, мм	19,6±0,09	49,9±0,26	52,4±0,26	13,3±0,33	56,8±0,28	44,1±0,22
Черешня сорт Василіса						
Кількість мікропагонів у конгломераті, шт.	3,1±0,01	3,6±0,02	3,0±0,02	3,2±0,01	2,8±0,04	2,7±0,03
Середня довжина мікропагона конгломерату, мм	19,2±0,09	38,7±0,19	50,3±0,25	10,2±0,05	44,9±0,22	33,6±0,16
Мигдаль сорт Джорджія						
Кількість мікропагонів у конгломераті, шт.	3,2±0,02	3,8±0,03	3,2±0,01	3,7±0,03	4,9±0,02	5,3±0,03
Середня довжина мікропагона конгломерату, мм	31,2±0,15	63,6±0,31	77,5±0,38	29,6±0,14	74,9±0,37	71,3±0,35

У подальших дослідженнях для вишні, черешні використовували середовище MS_{1/2}, а для мигдалю – середовище NAM.

В асептичних умовах з переважанням гетеротрофного живлення на онтогенез значний вплив має джерело вуглеводнів. У досліді з вуглеводами (табл. 3) встановлено, що за кількістю мікропагонів і їх довжиною для вишні та черешні кращими були варіанти сахароза 30 і сахароза 25 + сорбіт 5, для мигдалю – варіант сахароза 25 + сорбіт 5.

Впродовж п'яти послідовних живцювань на варіантах із БАП та вищою концентрацією кінетину кількість мікропагонів зменшувалася. Наприклад, у регенерантів вишні сорту Ксенія за додавання БАП 1,0 мг/л на п'ятому пасажі кількість мікропагонів зменшилася із 3,2 до 2,9, а на варіанті штучного живильного середовища із 1,5 мг/л цей показник зменшився вдвічі (із 4,3 до 2,1 шт. на регенерант). Тобто на п'ятий пасаж варіант із меншою концентрацією цитокінів мав більшу кількість мікропагонів у конгломераті.

Таблиця 3 – Особливості утворення конгломерату мікропагонів на етапі мультиплікації на 45-ту добу спостережень залежно від джерела вуглеводнів

Біометричний показник/ вуглеводні, г/л	сахароза 30	сахароза 25 + сорбіт 5	сахароза 5 + сорбіт 25	сорбіт 30
Вишня сорт Ксенія				
Кількість мікропагонів у конгломераті, шт.	3,3±0,03	3,2±0,02	2,9±0,03	2,3±0,04
Середня довжина мікропагона конгломерату, мм	49,9±0,25	56,2±0,28	59,2±0,31	63,8±0,33
Черешня сорт Василіса				
Кількість мікропагонів у конгломераті, шт.	3,6±0,03	3,6±0,04	3,0±0,03	2,8±0,02
Середня довжина мікропагона конгломерату, мм	38,7±0,23	40,1±0,21	43,6±0,27	49,2±0,31
Мигдаль сорт Джорджія				
Кількість мікропагонів у конгломераті, шт.	4,9±0,05	5,0±0,03	4,1±0,03	4,0±0,02
Середня довжина мікропагона конгломерату, мм	74,9±0,33	83,2±0,29	89,6±0,38	90,8±0,48

З метою отримання високих коефіцієнтів розмноження за мультиплікації (збільшення кількості мікропагонів в конгломераті) випробувано цитокініни бензіламінопурин (БАП) та кінетин (Кн) на фоні додавання ауксину 0,1 мг/л індолілмасляної кислоти (табл. 4). Додавання БАПу порівняно із варіантами з кінетином спричинило такі зміни показників: більша кількість мікропагонів в конгломераті; менша середня висота мікропагонів в конгломераті; більший відсоток вітрифікованих (з ознаками гіпергідратації тканин).

Додавання та збільшення концентрації цитокінінів за перших пасажів у досліді збільшувало кількість мікропагонів порівняно із безцитокініновим контролем. Вищі концентрації (1,5 мг/л) на варіантах із БАП і кінетином сприяли формуванню більшої кількості мікропагонів на першому пасажі порівняно з концентрацією 1,0 мг/л.

Щодо кількості мікропагонів варіанти із БАП переважали варіанти із кінетином. Проте впродовж п'яти пасажів на середовищах із кінетином відмічено порівняно повільніші темпи зменшення кількості мікропагонів. Ймовірно, це свідчить про менше накопичення фітотоксичного надлишку синтетичних цитокінінів [12, 35]. На безцитокіновому варіанті також відмічали зменшення кількості мікропагонів, натомість з кожним наступним пасажем візуально спостерігали активацію процесів апікального домінування та ризогенезу.

На варіантах з кінетином попри меншу кількість мікропагонів порівняно із варіантами з БАП формувалися мікропагони з більшою середньою висотою стебла та візуально більшими розмірами листових пластинок. Використання кінетину сприяло утворенню меншої кількості регенерантів із ознаками гіпергідр-

ратації. Сумісне додавання БАПу (0,25 мг/л) та кінетину (0,75 мг/л) сприяло одночасному одержанню трьох бажаних ефектів, властивих варіантам із цитокинінами: більша кількість мікропагонів (БАП); більші розміри пагона (стебло, листок) та менший відсоток вітрифікованих рослин. На цьому варіанті формувалися регенеранти з кращими біометричними показниками, меншим проявом ознак гіпергідратації та повільнішими темпами накопичення надлишку цитокинінів.

Надмірне оводнення тканин індукується низкою чинників: використання невизрілих материнських рослин як донорів експлантів; низька кислотність штучного живильного се-

редовища; надлишкове азотне живлення, особливо надходження азоту в амонійній формі [3, 5]. Внаслідок цього зростає проникність цитоплазматичних мембран та підвищується осмотичний тиск клітинного соку. Надлишкові кількості цитокинінів відкладаються у клітинах і передаються з покоління в покоління за вегетативного розмноження (наприклад, живцювання) [5, 12]. Тому з кожним наступним пасажем зростає як відсоток вітрифікованих рослин, так і ступінь прояву фітотоксичності (рис. 5). Численні спостереження у виробничих умовах встановили обернену залежність між ступенем вітрифікації та регенераційним потенціалом і ризогенезом.

Таблиця 4 – Особливості гормональної детермінації регенерантів на етапі мультиплікації на 45 добу спостережень*

Біометричний показник/ цитокинін, мг/л	Без цитокинінів	БАП 1,0	БАП 1,5	Кн* 1,0	Кн 1,5	БАП 0,25 + Кн 0,75
Вишня сорт Ксенія						
Кількість мікропагонів у конгломераті, шт.	1,3±0,01 /1,2**±0,01	3,2±0,02 /2,9±0,03	4,3±0,03 /2,1±0,01	2,7±0,01 /2,5±0,02	3,1±0,02 /2,4±0,01	3,0±0,02 /3,0±0,01
Середня довжина мікропагона конгломерату, мм	59,2±0,29 /57,3±0,28	56,2±0,28 /44,7±0,22	43,7±0,21 /40,2±0,20	57,9±0,28 /57,8±0,28	57,3±0,28 /52,4±0,26	57,0±0,28 /57,2±0,28
Вітрифікованих регенерантів, %	-	2,9±0,03 /5,6±0,02	7,6±0,03 /11,5±0,05	-	1,3±0,0065 /2,1±0,03	0,2±0,001 /1,1±0,005
Черешня сорт Василіса						
Кількість мікропагонів у конгломераті, шт.	1,4±0,007 /1,2±0,006	3,0±0,01 /2,8±0,03	4,4±0,02 /2,9±0,03	2,9±0,03 /2,8±0,01	3,3±0,02 /3,1±0,01	3,6±0,01 /3,4±0,01
Середня довжина мікропагона конгломерату, мм	51,6±0,25 /50,3±0,25	41,6±0,20 /39,3±0,19	37,6±0,18 /31,2±0,15	48,7±0,24 /49,2±0,12	46,6±0,23 /41,3±0,20	43,6±0,21 /46,1±0,23
Вітрифікованих регенерантів, %	-	2,1±0,01 /3,8±0,01	14,3±0,07 /21,3±0,10	1,1±0,005 /1,3±0,006	-	0,3±0,001 /0,5±0,002
Мигдаль сорт Джорджія						
Кількість мікропагонів у конгломераті, шт.	2,1±0,01 /2,0±0,01	3,7±0,01 /1,2±0,006	4,3±0,02 /1,1±0,005	3,6±0,01 /3,4±0,01	3,8±0,01 /3,1±0,01	4,1±0,02 /4,0±0,02
Середня довжина мікропагона конгломерату, мм	66,9±0,33 /62,4±0,31	49,2±0,24 /38,6±0,19	32,3±0,16 /12,6±0,06	44,9±0,22 /46,1±0,23	41,3±0,20 /36,6±0,18	53,9±0,26 /50,1±0,25
Вітрифікованих регенерантів, %	-	7,6±0,03 /15,9±0,07	14,3±0,07 /21,6±0,10	0,1±0,0005 /0,7±0,0035	1,9±0,0095 /2,8±0,01	0,5±0,002 /1,1±0,005

Примітка: * – скороченню “Кн” відповідає кінетин; ** – перше та п’яте живцеве покоління.



Рис. 5. Накопичення фітотоксичного ефекту від надлишкових кількостей цитокініну БАПу (1,5 мг/л), вишня, сорт Ксенія, де 1; 3; 5 – живцеві покоління на середовищі одного варіанта.

Для усунення накопичених фітотоксичних ефектів від незбалансованої дії трофічних та гормональних детермінант випробували гормональне перезавантаження рослинних об'єктів за введення їх у стан спокою. Рослинні бруньки впродовж етапів входження у спокій – пробудження змінюють уміст ендогенних та накопичених екзогенних гормонів, частина їх метаболізується, частина переходить у зв'язану неактивну форму [3, 5, 9, 12]. За відновлення росту і розвитку в рослині активізуються гормони у формі й кількості, що відповідає першим етапам онтогенезу.

Регенеранти, які мали 1–2 мікропагони, відставали у рості після 45-ти днів культивування та мали ознаки гіпергідратації, вводили у стан спокою у два етапи: перший – перенесли на три тижні в приміщення із фотоперіодом 8 годин на добу та температурою +12 °С; другий – регенеранти ставили на три тижні в холодильник з температурою +4 °С.

У результаті гормонального перезавантаження за введення у стан спокою рослин збільшувалися середня висота мікропагонів та їх кількість. На мікропагонах формувалися більші листкові пластинки порівняно з рослинами до введення в стан спокою (рис. 6).

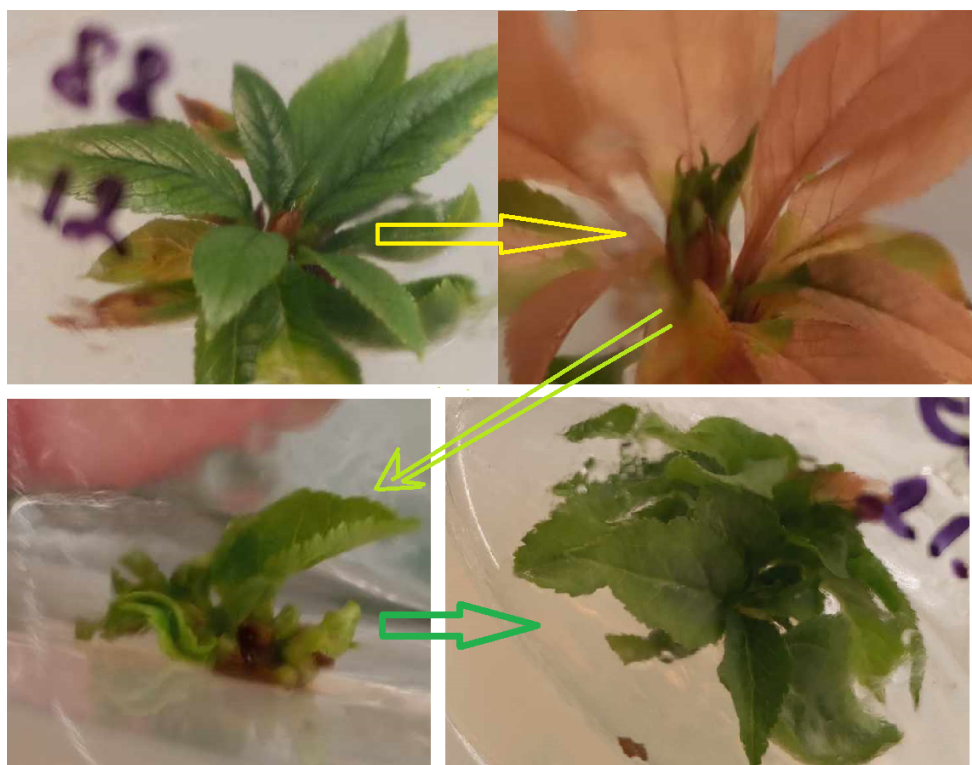


Рис. 6. Експланти черешні сорту Василіса, зліва направо: один мікропагін до введення в стан спокою (верхівкова брунька вкривається лусками); пробудження верхівкової бруньки; початок утворення конгломерату пагонів та утворення листя в мікропагонів.

Висновки. Підсумовуючи результати досліджень з вивчення особливостей мультиплікації *in vitro* кісточкових культур встановлено:

1. Вплив походження експлантів суттєво впливає на онтогенез регенерантів. Для формування пагона рекомендується відбирати верхівки пагонів з донорських рослин з вегетативними бруньками.

2. Щодо впливу різних за складом живильних середовищ на ефективність мультиплікації поділом конгломерату мікропагонів встановлено, що на середовищах із меншою кількістю мікропагонів довжина мікропагонів була більшою. Оптимальним середовищем за біометричними характеристиками для вишні, черешні є середовище MS_{1/2}, а для мигдалю – середовище NAM з додаванням 1,0 мг/л бензиламінопурину та 0,1 мг/л індолілмасляної кислоти.

3. Щодо вуглеводів встановлено, найкращими для вишні та черешні є використання сахарози 30 г/л та сахарози 25 г/л + сорбіт 5 г/л, а для мигдалю – сахарози 25 г/л + сорбіт 5 г/л.

4. Додавання БАПу (0,25 мг/л) разом з кінетином (0,75 мг/л) сприяло збільшенню кількості мікропагонів (завдяки БАПу) та розмірів пагона (стебла, листка), а також зменшенню відсотка вітрифікованих рослин.

5. Для коригування негативних фітотоксичних наслідків дії дисбалансу трофічних та гормональних чинників пропонується введення у стан спокою рослинних об'єктів, чим досягається гомональне перезавантаження.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Лозовіцький П.С. Основи землеробства та рослинництва. Рослинництво: посібник для вищих навчальних закладів. Київ, 2010. Кн. 2. 268 с.

2. Агрономічні принципи вирощування кісточкових культур. URL: <https://www.yara.ua/crop-nutrition/fruits/stone-fruits/stone-fruit-key-facts/agronomic-principles/>

3. Кушнір Г.П., Сарнацька В.В. Мікроклональне розмноження рослин. Теорія і практика. Київ: Наук. думка, 2005. 270 с.

4. Druart P. Micropropagation of *Prunus* species relevant to cherry fruit production. Protocols for micropropagation of selected economically-important horticultural plants. 2013. P. 119–136.

5. Мікроклональне розмноження рослин / В.В. Мацкевич та ін. Суми, 2023. 215 с.

6. Хлорид ртуті (II) (ртуть (II) хлориста). URL: <https://systopt.ub.ua/goods/view/17153365/all/hlorid-rtuti-ii-rtut-ii-hlorista/>

7. Domestos: що він робить і як працює. URL: <https://www.domestos.ua/zdorovya-ta-hihiena/vykorystannya-i-fakty-domestos.html>

8. Інструкція щодо використання засобу дезінфікуючого «Бланідас 300 (Blanidas 300)» з

метою дезінфекції об'єктів. Київ, 2017. URL: <https://lysoform.shop/wp-content/uploads/2020/07/instrukciya-blanidas-300-1.pdf>

9. Peculiarities of determining the morphogenesis of plants *Corylus avellana* L. and *Prunus dulcis* (Mill.) D.A. Webb. *in vitro* culture / V. Matskevych et al. Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry. 2022. Vol. 65(1). P. 1–14.

10. *In Vitro* Propagation of Virus Indexed Gisela-5 (*Prunus cerasus* × *Prunus canescens*) – Clonal Cherry Rootstock” / M. Thakur et al. IJCST. 2016.

11. Pevalek-Kozlina B., Jelaska S. Microclonal propagation of *Prunus avium* L. Acta Hort. 1987. 212. P. 599–602. DOI: 10.17660/ActaHortic.1987.212.98.

12. Терек О.І., Пацула О.І. Ріст і розвиток рослин: навч. посібник. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. 328 с.

13. Pilar Andreu, Juan A. Marín *In vitro* culture establishment and multiplication of the *Prunus* rootstock ‘Adesoto 101’ (*P. insititia* L.) as affected by the type of propagation of the donor plant and by the culture medium composition Scientia Horticulturae. 2005. Vol. 106. Issue 2. P. 258–267.

14. Jakab-Ilyefalvi Zsolt, Pamfil Doru, Clapa Doina, Fira Alexandru. *In vitro* regeneration and meristem culture of *Prunus domestica* CV. Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Horticulture. 2008. P. 1843–5394.

15. Recovery of virus-free Almond (*Prunus dulcis*) cultivars by somatic embryogenesis from meristem undergone thermotherapy / M. Ebrahimi et al. Sci Rep. 2022. 12. 14948. DOI: 10.1038/s41598-022-19269-3.

16. Advances in sanitation methods for fruit tree species through *in vitro* technologies: Possibilities and limits / K. Ben Mahmoud et al. 2017.

17. Zarghami R., Ahmadi B. Production of Plum Pox Virus-Free and *Prunus* Necrotic Ringspot Virus-Free Regenerants Using Thermotherapy and Meristem-Tip Culture in *Prunus persica* L. Erwerbs-Obstbau 65. 2023. P. 719–727. DOI: 10.1007/s10341-022-00731-5.

18. *In vitro* propagation of a semi-dwarfing cherry rootstock / A.S. Muna et al. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 59. 1999. P. 203–208. DOI: 10.1023/A:1006444925445.

19. Quoirin M., Lepoivre P. Improved media for *in vitro* culture of *Prunus* sp. Acta Hort. 1977. 78. P. 437–442. DOI: 10.17660/ActaHortic.1977.78.54.

20. Nas M., Read P. A hypothesis for the development of a defined tissue culture medium of higher plants and micropropagation of hazelnuts. Scientia Horticulturae. 2004. 101. P. 189–200. DOI: 10.1016/j.scienta.2003.10.004.

21. Мацкевич В.В., Кімейчук І.В., Мацкевич О.В., Шита О.П. Світовий досвід, перспективи в Україні розмноження фундука та мигдалю. Агробіологія. 2022. № 1. С. 179–191.

22. Pérez-Tornero O., Burgos L. Apricot micropropagation. Protocols for Micropropagation of Woody Trees and Fruits. Springer, Dordrecht. 2007. DOI: 10.1007/978-1-4020-6352-7_25.

23. Murashige T., Skoog F. A Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays with Tobacco Tissue

Cultures. *Plant Physiology*. 1962. 15. P. 473–497. DOI: 10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x/.

24. Lloyd G., McCown. Commercially-feasible micropropagation of mountain laurel, *Kalmia latifolia*, by use of shoot-tip culture. *B., Int. Plant Prop. Soc. Proc.* 1980. 30. 421 p.

25. Mohammad Matani Borkheyli, Seied Mehdi Miri, and Amrollah Nabigol. *In vitro* multiplication and rooting of GF677 rootstock. *Journal of horticulture and postharvest research*. 2021. Vol. 4(2). P. 243–252.

26. Ahmad T., Abbasi N.A., Hafiz I.A., Ali A. Comparison of sucrose and sorbitol as main carbon energy sources in micropropagation. *Pak. J. Bot.* 2007. 39. P. 1269–1275.

27. Non-climacteric ripening and sorbitol homeostasis in plum fruits / H. Kim et al. *Plant Sci.* 231. 2015. P. 30–39. DOI: 10.1016/j.plantsci.2014.11.002.

28. Redgwell, Bieleski R.L. Sorbitol-1-phosphate and sorbitol-6-phosphate in apricot leaves *Phytochemistry*. 1978. Vol. 17. Issue 3. P. 407–409.

29. Silencing leaf sorbitol synthesis alters long-distance partitioning and apple fruit quality / G. Teo et al. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2006. 103 (49). 18842–7. DOI: 10.1073/pnas.0605873103.

30. Cristina Weiser Ritterbusch, Simone Ribeiro Lucho, Elizete Beatriz Radmann, Valmor João Bianchi. Effect of Cytokinins, Carbohydrate Source and Auxins on *In Vitro* Propagation of the 'G × N-9' Peach Rootstock. *International Journal of Fruit Science*. 2020. DOI: 10.1080/15538362.2020.1822266.

31. Kose Sevede, Canli Fatih. *In vitro* Propagation of 'Garnem' (*P. persica* × *P. dulcis*) Rootstock. *Plant Molecular Biology & Biotechnology*. 2015. 5. P. 25–30.

32. Наталчук Т.А., Медведєва Т.В., Запольський Я.С., Барбан О.Б. Особливості впровадження в культуру *in vitro* вишні сорту «Ксенія» та вишні сорту «Василиса прекрасна». *Вивчення та охорона сортів рослин*. 2020. 16 (1). С. 97–102. DOI: 10.21498/2518-1017.16.1.2020.201353.

33. Охорона прав на сорти рослин. Бюлетень. Український інститут експертизи сортів. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2020. Вип. 5. 395 с.

34. Plant cell and tissue culture. *Phytopathology. Biochemicals. Catalogue 2010–2012 / Catalogue edited by drs / F.T.M. Kors. Duchefa Biochemie B.V.* 194 p. URL: http://brochure.duchefa-biochemie.com/Duchefa_catalogus_2010_2012/.

35. Шита О.П., Філіпова Л.М., Мацкевич В.В. Особливості загальної стратегії живцювання мигдалю *in vitro*. IV Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Сучасні виклики і актуальні проблеми лісівничої освіти, науки та виробництва». Біла Церква: БНАУ, 2024. С. 122–124.

REFERENCES

1. Lozovitskyi, P.S. (2010). *Osnovy zemlerobstva ta roslynnytstva* [Basics of agriculture and crop production]. *Roslynnytstvo: posibnyk dlia vyshcheykh uchbovykh zakladiv* [Crop production: a guide for higher educational institutions]. Kyiv, 268 p.

2. Ahronomichni pryntsyvy vyroshchuvannya kistochnykh kultur [Agronomic principles of grow-

ing stone crops]. Available at: <https://www.yara.ua/crop-nutrition/fruits/stone-fruits/stone-fruit-key-facts/agronomic-principles/>

3. Kushnir, H.P., Sarnatska, V.V. (2005). *Mikroklonalne rozmnozhennia roslyn* [Microclonal propagation of plants]. Kyiv, Scientific thought, 271 p.

4. Druart, P. (2013). *Micropropagation of Prunus species relevant to cherry fruit production. Protocols for micropropagation of selected economically-important horticultural plants*. pp. 119–136.

5. Matskevych, V.V., Kravchenko, N.V., Podhaietskyi, A.A. (2023). *Mikroklonalne rozmnozhennia roslyn* [Microclonal propagation of plants]. Sumy, 215 p.

6. Khloryd rtuti (II) (rtut (II) khlorysta) [Mercury (II) chloride (mercury (II) chloride)]. Available at: <https://systopt.ub.ua/goods/view/17153365/all/hlorid-rtuti-ii-rtut-ii-hlorista/>

7. Domestos: shchovin robyt i yak pratsiuie [Domestos: what it does and how it works]. Available at: <https://www.domestos.ua/zdorovya-ta-hihiena/vykorystannya-i-fakty-domestos.html>

8. Instrukcija shhodo vykorystannja zasobu dezinfikujuchogo «Blanidas 300 (Blanidas 300)» z metoju dezinfekcii' ob'ektiv [Instructions for using the disinfectant "Blanidas 300" as a sweep to disinfect objects]. Kyiv, 2017. Available at: <https://lysoform.ua/products/blanidas-300-tabletki-300sht/>

9. Matskevych, V., Yukhnovskiy, V., Kimeichuk, I., Matskevych, O., Shyta, O. (2022). Peculiarities of determining the morphogenesis of plants *Corylus avellana* L. and *Prunus dulcis* (Mill.) D.A. Webb. in vitro culture. *Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry*. Vol. 65(1), pp. 1–14.

10. Thakur, M., Sharma, V., Sharma, D.P., Kumari, G., Vivek, ve M. (2016). *In Vitro* Propagation of Virus Indexed Gisela-5 (*Prunus cerasus* × *Prunus canescens*) – Clonal Cherry Rootstock”, *IJCST*.

11. Pevalek-Kozlina, B., Jelaska, S. (1987). Microclonal propagation of *Prunus avium* L. *Acta Hort.* no. 212, pp. 599–602. DOI: 10.17660/ActaHortic.1987.212.98.

12. Terek, O.I., Patsula, O.I. (2011). Rist i rozvytok roslyn: navch. posibnyk [Growth and development of plants]. Lviv, LNU named after Ivan Franko, 328 p.

13. Pilar, Andreu, Juan A., Marín (2005). *In vitro* culture establishment and multiplication of the *Prunus* rootstock 'Adesoto 101' (*P. insititia* L.) as affected by the type of propagation of the donor plant and by the culture medium composition *Scientia Horticulturae*. Vol. 106, Issue 2, pp. 258–267.

14. Jakab-Ilyefalvi, Zsolt, Pamfil, Doru, Clapa, Doina, Fira, Alexandru. (2008). *In vitro* regeneration and meristem culture of *Prunus domestica* CV. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Horticulture*. pp. 1843–5394.

15. Ebrahimi, M., Habashi, A.A., Emadpour, M. (2022). Recovery of virus-free Almond (*Prunus dulcis*) cultivars by somatic embryogenesis from meristem undergone thermotherapy. *Sci Rep.* no. 12, 14948 p. DOI: 10.1038/s41598-022-19269-3.

16. Mahmoud, K. Ben. (2017). Advances in sanitation methods for fruit tree species through in vitro technologies: Possibilities and limits.

17. Zarghami, R., Ahmadi, B. (2023). Production of Plum Pox Virus-Free and Prunus Necrotic Ringspot Virus-Free Regenerants Using Thermoherapy and Meristem-Tip Culture in *Prunus persica* L. *Erwerbs-Obstbau* 65. pp. 719–727. DOI: 10.1007/s10341-022-00731-5.
18. Muna, A.S., Ahmad, A.K., Mahmoud, K. (1999). *In vitro* propagation of a semi-dwarfing cherry rootstock. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. no. 59, pp. 203–208. DOI: 10.1023/A:1006444925445.
19. Quoirin, M., Lepoivre, P. (1977). Improved media for *in vitro* culture of *Prunus* sp. *Acta Hortic.* no. 78, pp. 437–442. DOI: 10.17660/ActaHortic.1977.78.54.
20. Nas, M., Read, P. (2003). A hypothesis for the development of a defined tissue culture medium of higher plants and micropropagation of hazelnuts. *Scientia Horticulturae*. no. 101, pp. 189–200. DOI: 10.1016/j.scienta. 10.004.
21. Matskevich, V., Kimeichuk, I., Matskevich, O., Shita, O. (2022). World experience, prospects of hazelnut and almond breeding in Ukraine. *Agrobiology*. no. 1, pp. 179–191.
22. Pérez-Tornero, O., Burgos, L. (2007). Apricot micropropagation. *Protocols for Micropropagation of Woody Trees and Fruits*. Springer, Dordrecht. DOI: 10.1007/978-1-4020-6352-7_25.
23. Murashige, T., Skoog, F. (1962). A Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays with Tobacco Tissue Cultures. *Plant Physiology*. no. 15, pp. 473–497. DOI: 10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x/.
24. Lloyd G., McCown. (1980). Commercially-feasible micropropagation of mountain laurel, *Kalmia latifolia*, by use of shoot-tip culture. *B., Int. Plant Prop. Soc. Proc.* no. 30, 421 p.
25. Mohammad Matani Borkheyli, Seied Mehdi Miri, Amrollah Nabigol (2021). *In vitro* multiplication and rooting of GF677 rootstock. *Journal of horticulture and postharvest research*. Vol. 4(2), pp. 243–252.
26. Ahmad, T., Abbasi, N.A., Hafiz, I.A., Ali, A. (2007). Comparison of sucrose and sorbitol as main carbon energy sources in micropropagation. *Pak. J. Bot.* no. 39, pp. 1269–1275.
27. Kim, H., Farcuha, M., Cohenb, Y., Crisostoa, C., Sadka, A., Blumwald, E. (2015). Non-climacteric ripening and sorbitol homeostasis in plum fruits. *Plant Sci.* no. 231, pp. 30–39. DOI: 10.1016/j.plantsci.2014.11.002.
28. Redgwell, Bielecki R.L. (1978). Sorbitol-1-phosphate and sorbitol-6-phosphate in apricot leaves *Phytochemistry*. Vol. 17, Issue 3, pp. 407–409.
29. Teo, G., Suzuki, Y., Uratsu, S.L., Lampinen, B., Ormonde, N., Hu, W.K., Dejong, T.M., Dandekar, A.M. (2006). Silencing leaf sorbitol synthesis alters long-distance partitioning and apple fruit quality. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. no. 103 (49), 18842–7 p. DOI: 10.1073/pnas.0605873103.
30. Cristina Weiser, Ritterbusch, Simone Ribeiro, Lucho, Elizete Beatriz, Radmann, Valmor João, Bianchi (2020). Effect of Cytokinins, Carbohydrate Source and Auxins on *in vitro* Propagation of the 'G × N-9' Peach Rootstock. *International Journal of Fruit Science*. DOI: 10.1080/15538362.2020.1822266.
31. Kose, Sevde, Canli, Fatih. (2015). *In vitro* Propagation of 'Garnem' (*P. persica* × *P. dulcis*) Rootstock. *Plant Molecular Biology & Biotechnology*. no. 5, pp. 25–30.
32. Natalchuk, T.A., Medvedieva, T.V., Zapol'skyi, Ya.S., Barban, O.B. (2020). Osoblyvosti vprovadzhenia v kulturu *in vitro* vyshni sortu «Ksenia» ta vyshni sortu «Vasylysa prekrasna». [Peculiarities of introduction into *in vitro* culture of "Ksenia" cherry and "Vasilisa the Beautiful" cherry]. *Vyvchennia ta okhorona sortiv roslyn* [Study and protection of plant varieties], no. 16 (1), pp. 97–102. DOI: 10.21498/2518-1017.16.1.2020.201353.
33. Okhorona prav na sorty roslyn. *Biuletен. Ukrainskyi instytut ekspertyzy sortiv*. [Protection of rights to plant varieties Bulletin. Ukrainian Institute of Variety Examination]. Vinnytsia, LLC TVORY, 2020, Issue 5, 395 p.
34. Plant cell and tissue culture. *Phytopathology. Biochemicals. Catalogue (2010–2012) / Catalogue edited by drs / F.T.M. Kors. Duchefa Biochemie B*. 194 p. Available at: http://brochure.duchefa-biochemie.com/Duchefa_catalogus_2010_2012/.
35. Shyta, O.P., Filipova, L.M., Matskevych, V.V. (2024). Osoblyvosti zahalnoi stratehii zhyvtsiuvannia myhdaliu *in vitro* [Features of the general strategy of *in vitro* grafting of tonsils]. *IV Mizhnarodna nauko-vo-praktychna internet-konferentsiia «Suchasni vyklyky i aktualni problemy lisivnychoi osvity, nauky ta vyrobnytstva»* [IV International Scientific and Practical Internet Conference "Modern Challenges and Current Problems of Forestry Education, Science and Production"]. Bila Tserkva, BNAU, pp. 122–124.

Features of *in vitro* multiplication of stone fruit crops

Shyta O., Filipova L., Matskevych V.

The main goal of these studies is to improve certain aspects of the technology of microclonal propagation of stone fruit crops. The tasks included the influence analysis of bud explants location on the donor plant on the regenerants formation, as well as peculiarities establishing of hormonal and trophic control over the explants ontogenesis at the stage of multiplication of microclonal seedlings.

Unlike pome fruits, stone crops have vegetative buds located in the upper part and generative buds located in a lateral position. Most fruit buds are characterized by a simple structure, that is only flowers and fruits develop from them. This leads to the branches exposition where the flower buds used to be. The growth of branches is provided by the upper bud. This specific growth of vegetative buds requires a special approach in the nutrition of stone fruit crops.

Ukraine is actively engaged in the cultivation of both indigenous and introduced types of stone crops, such as cherries, sweet cherries, cherry plums, apricots, plums, peaches, apricots and almonds, as well as their hybrids. The main purpose of growing these crops is to obtain stone fruits, where the seeds are in a hard shell, and the pulp is juicy and suitable for consumption.

Local varieties of stone crops belonging to the Rosaceae family, Amygdaloideae or Prunoideae subfamily have been adapted to the conditions of our region and require an effective propagation procedure for rapid spread. Their origin is mainly associated with the East Asian center of cultivated plants, especially with China. These plants have a high resistance to heat and moisture, which is a characteristic feature of their origin. Microclonal reproduction is one of the reliable methods of obtaining high-quality planting material, which is free from diseases and provides fast reproduction rates.

The metabolic features of these plants arose as a result of their evolutionary development in natural

conditions. The determinants system, in particular trophic ones, is preserved even in *in vitro* conditions.

Stone fruit crops require soils with a high nutrients content, such as calcium and other light loamy components, with a drained structure and a neutral acidity level ($\text{pH} > 6.0 - 6.5$). The most drought-resistant among them are apricot and cherry, although other crops can also grow successfully in relatively dry conditions. Such specific environmental requirements necessitate the need for appropriate feeding systems, such as Murashige and Skoog or Quarin Lepouvre environments.

Key words: stone fruit crops, multiplication, nutrient media, microshoots, microclonal propagation.



Copyright: Шита О.П., Філіпова Л.М., Мацкевич В.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:

Шита О.П.

Філіпова Л.М.

Мацкевич В.В.

<https://orcid.org/0000-0002-6470-2744>

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

<https://orcid.org/0000-0002-9314-8033>

UDC 634.23; 631.52


The degree of genetic stability of amphidiploids from *Triticinae* tribe

Vdovychenko Zh.¹ , Cichoński Ja.² , Shubenko L.³ , Chrzanowski G.¹ 

¹ Institute of Biology, University of Rzeszów, Poland

² Doctoral School of the University of Rzeszów, University of Rzeszów, Poland

³ Bila Tserkva National Agrarian University, Ukraine

 E-mail: Chrzanowski G.gchrzanowski@ur.edu.pl



Вдовиченко Ж.В., Чіхонський Я., Шубенко Л.А., Хшановський Г. Ступінь генетичної стабільності амфідиплоїдів триби *Triticinae*. «Агробіологія», 2024. № 1. С. 237–250.

Vdovychenko Zh., Cichoński Ja., Shubenko L., Chrzanowski G. The degree of genetic stability of amphidiploids from *Triticinae* tribe. «Agrobiologia», 2024. no. 1, pp. 237–250.

Рукопис отримано: 25.04.2024 р.

Прийнято: 10.05.2024 р.

Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-237-250

Modern cultivars of wheat have narrowed genetic diversity. Their further improvement requires the expansion and enrichment of the gene pool. One of the sources of valuable genes for adaptive traits is considered to be related wild species of wheat, the involvement of which is possible through remote hybridization. However, the wide application of this method is severely limited due to a certain level of biological incompatibility of the crossed species: there is often no normal chromosome pairing, which leads to low fertility and the transfer of foreign genes to the genetic background of cultivated species as whole chromosomes or large translocations. Also, amphidiploids and lines with foreign introgressions show a certain level of genetic instability, because they experience the so-called «genomic shock».

The purpose of this research was to study the «genomic shock» in amphidiploids from species of the tribe *Triticinae*, from the genus *Aegilops* and *Triticum*. The plants were analyzed by a set of morphological features and electrophoretic spectra of storage proteins (gliadins). A search was made for plants that would have deviations from the typical morphotype or electrophoretic profile of the corresponding amphidiploid. Such deviations could indicate the course of «genomic shock» caused by polyploidization. The study of this phenomenon is important to find methods of accelerating diploidization processes, restoration of genetic stability and normal fertility in amphidiploids.

The results of the study showed the stable expression of the morphological features in all studied amphidiploids. Examination of the electrophoretic spectra of gliadins revealed the presence of some grains, which were marked either by the presence of additional protein components or by the absence of certain components. It cannot be ruled out that the appearance of atypical grains among the offspring of the studied amphidiploids may be a consequence of the «genomic shock».

Key words: remote hybridization, genomic shock, gliadins, amphidiploids, *Triticinae*.

Problem statement and analysis of recent research. Genetic diversity among modern cultivated plants is somewhat limited. This is due to the fact that during domestication, all crops passed through the so-called genetic «bottleneck» [22, 48], including wheat [9]. The second «bottleneck» was modern breeding, which contributed to the rapid spread of a limited number of high-yielding varieties [48, 22, 45]. Further improvement of wheat varieties requires the search for new donors

of useful trait genes [30, 31]. It has been shown that natural populations of wild ancestors or species related to cultivated plants have the greatest genetic diversity [38, 49, 54]. Remote hybridization can contribute to the expansion of the gene pool of agricultural crops [20, 34, 50] and also be used to obtain new synthetic types of cultivated plants, examples of which are triticale [26], joshta [6].

When crossing crops with their relatives, including wild species, the genes that control the

best features of adaptability to biotic and abiotic stresses and other useful characteristics are transferred (introgressed) to the genome of this culture. To date, a great variety of introgressive lines for wheat has been obtained by crossing with a wide range of wild and cultivated relatives [7, 18, 19, 31, 50]. Although it is not always known in detail which foreign genes are responsible for the acquired trait of interest, what is the volume of foreign genetic material and what is its localization in the genome of the newly created line [17, 31].

Despite long-standing and numerous attempts to partially introduce foreign genetic material into the genome of cultivated plants, in particular, into wheat, today there are very few commercial varieties created in this way. A positive example is the acquisition of wheat-rye translocations 1BL/1RS and 1AL/1RS, which are used in modern wheat varieties. Translocation of the short arm of rye chromosome 1R confers resistance to a complex of fungal diseases [23, 39], but at the same time reduces the quality of flour [29].

Another example of commercial use of introgressive varieties is the Chinese common wheat variety Xiaoyan 6, which was widely cultivated in the 1980s and 1990s. In Xiaoyan 6, at least two wheat chromosomes (2A and 7D) carry chromosome segments from *Thinopyrum ponticum*, with genes contributing to disease and environmental stress resistance, as well as good yield quality and stability [21].

The reason for insufficient use of the adaptive potential of wild relatives is that in remote hybrids, due to genetic and cytological differences, normal conjugation of chromosomes in meiosis often does not occur and, accordingly, the exchange of chromosome sections, crossing over. The gene of interest is transferred to the background of the cultivated species, as a rule, either as part of a whole foreign chromosome, or by a large translocation [46, 51–53, 56]. Therefore, along with valuable genes for resistance to biotic and abiotic factors, a whole block of foreign genes is transferred, which significantly worsens the quality and yield characteristics of the crop [7, 31]. In addition, the presence of introgression due to the «incompatibility» of the genetic material of the donor and the recipient variety can lead to cytological instability and, as a result, to a significant decrease in plant fertility, which means a significant decrease in yield [37, 53]. Bringing a line with foreign-substituted chromosomes or parts of chromosomes to the quality standards of the crop is a rather complex breeding task. A widely known method to facilitate homeologous recombination, that is to induce exchange between donor and recipient chromosomes, is the use

of a *CSph1b* mutant [6]. However, successful introgression is still largely contingent.

In contrast to the task of transfer of only individual genes to the background of a cultured species, another direction of remote hybridization is the production of new synthetic species based on amphidiploids. An example of obtaining a new commercially successful synthetic species is triticale, which combines almost complete genomes of the parental forms of wheat and rye [26].

Cytological and molecular studies indicate that many cultivated plants arose as a result of spontaneous crossing between related species and selection carried out by man at the time of the birth of agriculture. That is probably what happened with durum and common wheat, oat, rapeseed, etc. Advances in sequencing technologies and bioinformatic study of plant genomes allowed us to assert that the phenomenon of polyploidization is a natural process and took place at the initial stage of the evolution of angiosperms [5, 10]. In addition, some taxa of angiosperms underwent additional polyploidization events in their development. That is, it can be argued that polyploidization served as one of the factors of speciation. The concept of a «paleopolyploid» appeared, a species that arose as a result of an ancient polyploidization event [8]. A paleopolyploid has a diploid-type chromosome conjugation, but the doubling of chromosomes that occurred during the formation of this species can still be traced through careful analysis of the nucleotide sequence of its genome. It is shown that, among cultivated plants, paleopolyploids are, in particular, corn, rice, and soybean [13, 35, 42]. Since this process took place repeatedly in nature and led to the appearance of new highly fertile plant species, it can be argued that remote hybridization is a technique that reproduces natural processes, and therefore, regardless of the difficulties that arise, one can hope for its success application for selection of new synthetic species closely related to cultivated plants. In view of this, in recent years there has been increased interest in the study of genetic processes that occur when genomes from different sources are combined in one organism.

Studies of amphidiploids demonstrate that when the genomes of two different species are combined in one nucleus, a so-called genomic shock occurs. The term for this phenomenon was proposed by Barbara McClintock (1984). Apparently, genomic shock is a programmed chromatin restructuring necessary to restore diploid chromosome conjugation and balance the genetic set. The consequences of genomic shock can be observed at different levels of organization of genetic material. Cytological instability is observed at the chromosomal level: aneuploidy occurs in the offspring of amphidiploids

and introgressive lines (lines with foreign genetic material), whole chromosomes can be eliminated [16, 34] or their parts [14], translocations occur [11, 46], specific sequences are eliminated [47]. At the level of nucleotide organization, the activation of transposons, changes in DNA methylation, histone modifications (epigenetic changes) are observed [1]. The appearance of new DNA sequences or protein components that were not characteristic of any of the parent organisms is often observed [2, 3, 15, 32, 33, 55]. The combination of two genomes does not lead to a simple summation of genes, where each of the genomes contributes equally to the functioning of the new organism. Most of such genomes are characterized by a decrease in the amount of chromatin compared to the expected. Various methods of interaction between homeologous genes are observed: the silencing of one of the homeologs or significant asymmetry in the expression of homeologs, their acquisition of different functions [2].

Revealing the causes of destabilization of the genomes of amphidiploids and introgressive lines and further molecular genetic mechanisms of their stabilization will be of both practical and theoretical interest. In practical breeding, this will allow for the acquisition of new synthetic, cytologically stable, fertile plant cultures. The theoretical value lies in understanding the mechanisms of the functioning of the plant genome as a whole.

Molecular-genetic processes occurring in the genome of amphidiploids and introgressive lines as a result of genomic shock can be monitored by genetic markers: morphological, biochemical, and molecular.

The aim of the research. This paper is devoted to the study of the expression stability of the morphological features and the electrophoretic spectra of gliadins in amphidiploids from species of the *Triticinae* tribe.

Materials and methods of research.

Laboratory and field work was carried out in the Laboratory of storage proteins and at the experimental field of the Bila Tserkva National Agrarian University, respectively, in 2021–2022 years.

Amphidiploids obtained from crossing species of the *Triticinae* tribe served as plant material (Table 1). Seeds of plant samples were kindly provided by the Bank of Genetic Resources (Kharkiv).

The genetic stability of amphidiploids was studied by evaluating morphological features of plants and electrophoretic profile of storage proteins, gliadins.

Evaluation of morphological features

At the stage of flowering, the plants were evaluated by morphological features such as the presence of a waxy coat, the pubescence of the leaf, and the color of the auricles. After ripening, the plants were evaluated on the characteristics of awnedness, color, and hardness of the glumes, the presence of an indentation at the base of the glume (the middle spikelets of the main spike were evaluated), the shape, and density of the spike. The gradations of the traits are given in table 2. Each amphidiploid was characterized by the stability of the expression of morphological features by evaluating about 50 plants, each of which in turn formed several stems.

Electrophoresis of gliadins

Extraction and electrophoresis of gliadins in a polyacrylamide gel was performed according to the modified Brzezinski method (Antonyuk et al., 1994). For each amphidiploid, 55 grains were evaluated, except for the sample *T. durum* – *Ae. squarrosa* 30, which was not examined for the profile of gliadins.

Table 1 – Amphidiploids used in the study

No	Origin of the sample	Notes	Number of chromosomes
1	<i>Ae. squarrosa</i> – <i>T. boeoticum</i>		28
2	<i>Ae. squarrosa</i> – <i>T. urartu</i>		28
3	<i>T. durum</i> – <i>Ae. squarrosa</i>	Sample 24	42
4	<i>T. durum</i> – <i>Ae. squarrosa</i>	Sample 30, without wax coating	42
5	<i>T. durum</i> – <i>Ae. squarrosa</i>	Sample 1	42
6	Tetra-Aurora* – <i>Ae. mutica</i>	Aurotica	42
7	<i>T. durum</i> – <i>Ae. comosa</i>	Miosa	42

* – AABB genomes of common wheat variety Aurora.

Table 2 – Gradations of morphological traits by which plants were evaluated

Trait	Gradation
Wax coating	present / absent
Pubescence of the upper surface of the leaf	present / absent
The colour of the auricles	light green / purple
Awnedness	awnless / awned / semi-awned / with awn-like processes
The shape and density of the spike	spindle-shaped / speltoid / loose
The colour of glumes	white / yellow / red / light brown / dark brown
Glume hardness	soft / hard / very hard
The indentation of the spikelet base	present / absent / weakly expressed

Research results and discussion. Evaluation by morphological traits.

The spike morphology of the investigated amphidiploids is presented in Figures 1–3.

The characteristics of amphidiploids according to gradations of morphological features are presented in Table 3. For comparison, the table also shows the characteristic gradations of common wheat. Each of the investigated amphidiploids showed its own characteristics, on the basis of which it was possible to control the uniformity of the plants of the sample. Amphidiploids showed stability in the expression of morphological traits: the plants of all samples were uniform.

Most of the plants in the sample *T. durum* – *Ae. squarrosa* 24 were without a waxy coating and with purple auricles, but among them there were also plants that had two traits changed at the same time, they were with a waxy coating and light green auricles. According to the characteristics of the spike morphology (awnedness, shape), all plants in the sample were similar. Further comparison of these morphologically different plants with typical plants according to the electrophoretic profiles of gliadins revealed a significant difference in the composition of protein components (Fig. 4–8). Given this, we can make an assumption that it is possible that these two groups of plants in the sample *T. durum* – *Ae. squarrosa* 24 have a suchlike origin, as evidenced by the similar morphology of the ear. But the significant differences in the set of storage proteins allow us to say that they do not come from the same line. This explanation is more likely than the manifestation of genetic instability in this amphidiploid. Therefore, in the future, it makes sense to conduct research on these two groups of plants separately. A well-founded conclusion about the nature of genetic processes

in the genomes of the studied amphidiploids can be made after further multiple screening of the plant material and observations.

Evaluation of electrophoretic profiles of gliadins

For each of the amphidiploids, 55 grains were evaluated, except for the sample *T. durum* – *Ae. squarrosa* 30, which was not examined for the spectrum of gliadins. Examples of electrophoregrams are presented in Figures 4–8.

For the amphidiploid *Ae. squarrosa* – *T. boeoticum* and *Ae. squarrosa* – *T. urartu*, one grain was found for each, showing additional components (Fig. 4).

For the amphidiploid *T. durum* – *Ae. squarrosa* 24, a significant difference in the protein profiles was found between two groups of plants (Fig. 5), which also differed due to the presence of a waxy coating. Our assumptions regarding this circumstance were expressed before.

For the amphidiploid *T. durum* – *Ae. squarrosa* 1, two groups of plants were identified, which differed from each other by the block of polypeptides in the ω -zone of the spectrum (Fig. 6).

For Aurotica, two grains with a missing block of components were found in the γ and β spectrum zones (not shown). For Miosa, two grains with missing components in the ω - and β -zones of the spectrum were found (Fig. 7).

Therefore, as a result of the study of amphidiploids according to the electrophoretic spectrum of gliadins, a small number of grains with atypical spectra were found (Table 4). It cannot be ruled out that the appearance of such plants is a consequence of genetic processes in the genomes of these samples, launched by the polyploidization event, that is, due to a genomic shock.



Fig. 1. Morphology of the spike of the samples *Ae. squarrosa* – *T. boeoticum* (A), *Ae. squarrosa* – *T. urartu* (B).



Fig. 2. Morphology of the spike of the samples *T. durum* – *Ae. squarrosa* 24 (A), *T. durum* – *Ae. squarrosa* 30 (B), *T. durum* – *Ae. squarrosa* 1 (C).



Fig. 3. Morphology of the spike of the samples Tetra-Aurora – *Ae. mutica* (Aurotica) (A), *T. durum* – *Ae. comosa* (Miosa) (B).

Table 3 – Evaluation of amphidiploids by morphological traits

No	Origin of the sample	Wax coating	Pubescence of the upper surface of the leaf	The colour of the auricles	Awned-ness	The shape and density of the spike	The colour of glumes	Glume hardness	The indentation of the spikelet base
1	<i>Ae. squarrosa</i> – <i>T. boeoticum</i>	absent	present	light green	semi-awned	loose	dark brown	very hard	absent
2	<i>Ae. squarrosa</i> – <i>T. urartu</i>	absent	present	light green	semi-awned	loose	dark brown	very hard	absent
3	<i>T. durum</i> – <i>Ae. squarrosa</i> (24)	absent	absent	purple	awned	spindle-shaped	dark brown	hard	weakly expressed
4	<i>T. durum</i> – <i>Ae. squarrosa</i> (30)	absent	absent	light green	awned	spindle-shaped	yellow	hard	weakly expressed
5	<i>T. durum</i> – <i>Ae. squarrosa</i> (1)	present	absent	light green	semi-awned	spindle-shaped	white	hard	weakly expressed
6	Tetra-Aurora <i>Ae. mutica</i> (Aurotica)	absent	absent	light green	awnless	speltoid	white	hard	absent
7	<i>T. durum</i> – <i>Ae. comosa</i> (Miosa)	absent	absent	purple	with awn-like processes	speltoid	white	hard	absent
8	<i>T. aestivum</i> (common wheat)	present	absent	light green	different gradations	spindle-shaped	white / yellow / red	soft	present

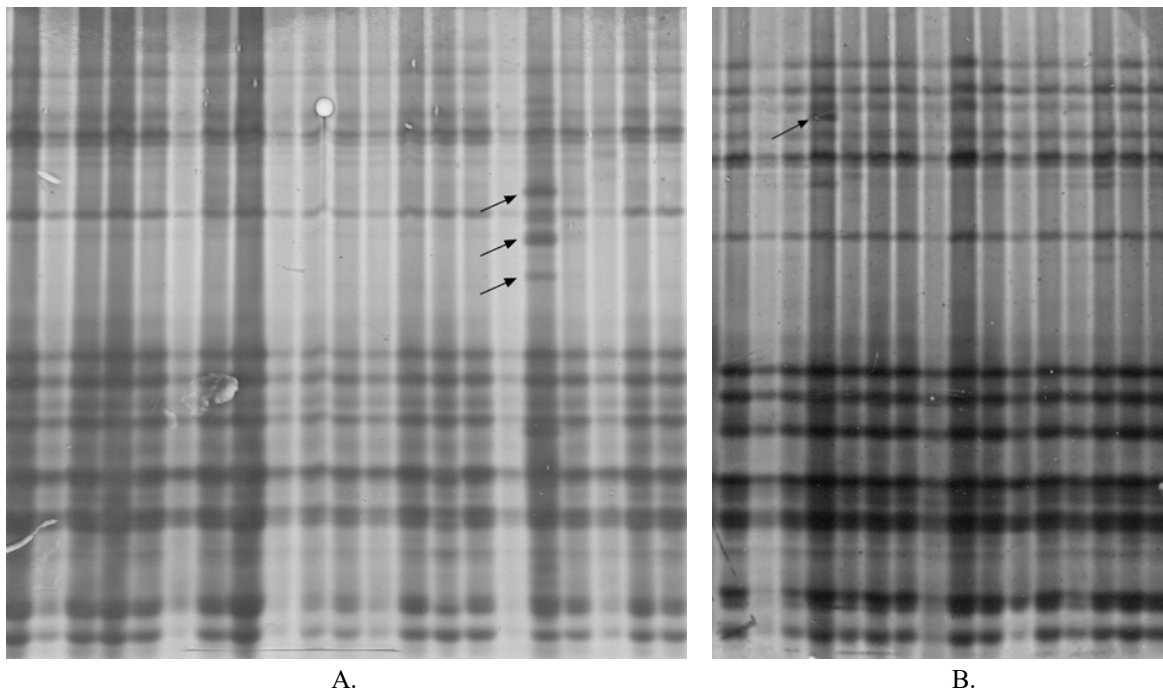


Fig. 4. Spectrum of gliadin of the samples *Ae. squarrosa* – *T. boeoticum* (A), *Ae. squarrosa* – *T. urartu* (B). Arrows point to additional components.

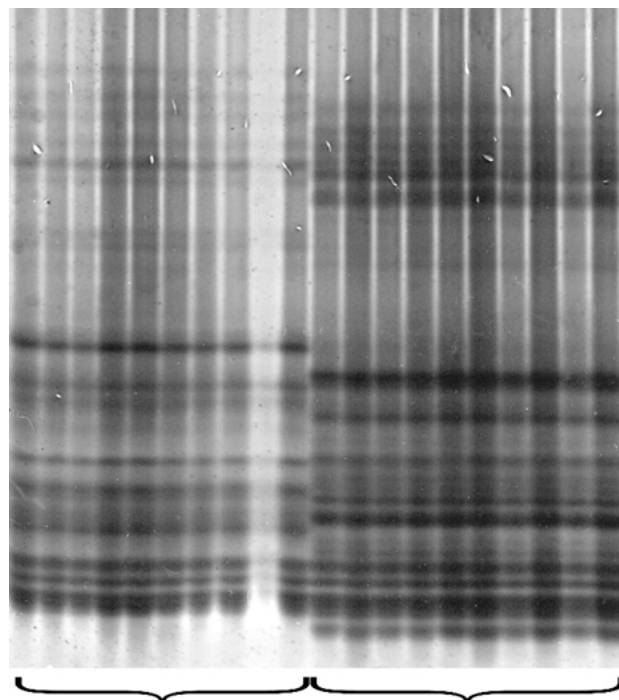


Fig. 5. Profile of gliadins of the sample *T. durum* – *Ae. squarrosa* 24. The brackets indicate two groups of plants that differ in electrophoretic profiles and morphological traits.

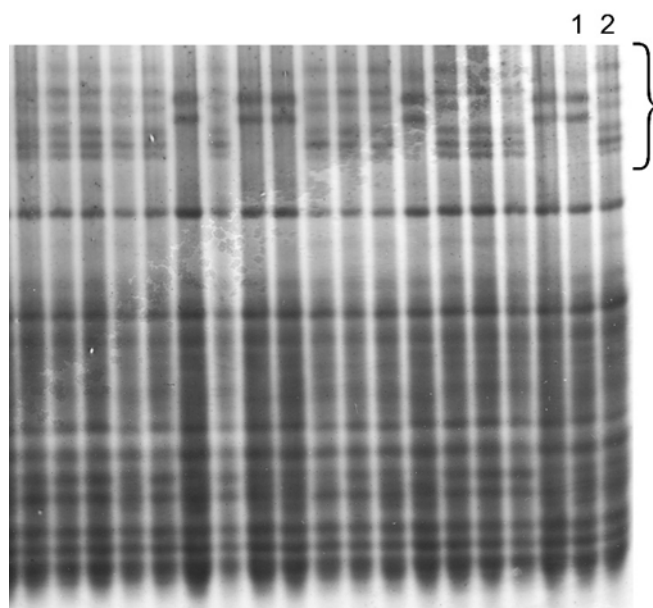


Fig. 6. Spectrum of gliadins of the sample *T. durum* – *Ae. squarrosa* 1. A bracket indicates a zone with two types of protein blocks. Samples with each block are marked with numbers 1 or 2.

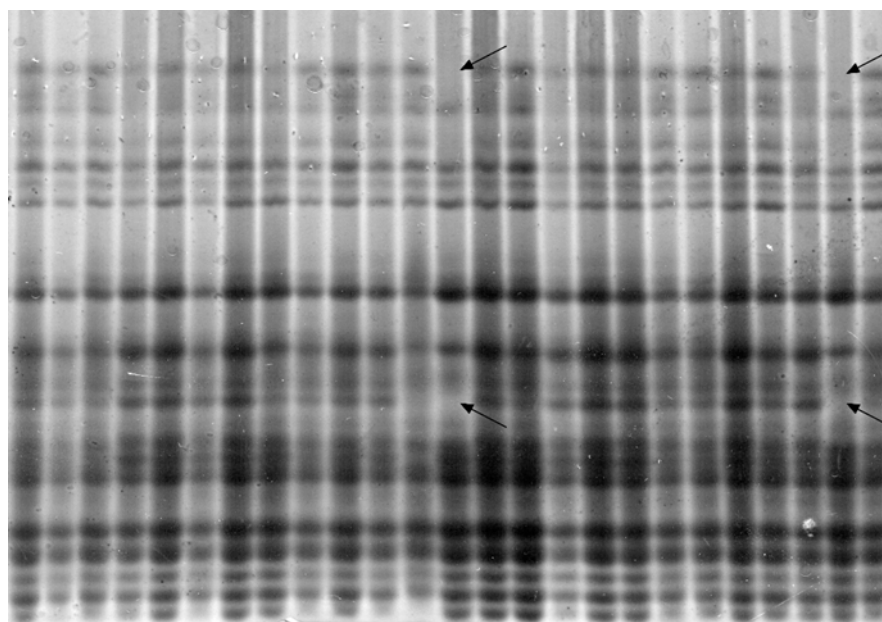


Fig. 7. Spectrum of gliadins of the sample *T. durum* – *Ae. comosa* (Miosa). Arrows indicate missing components.

Table 4 – The examination of the amphidiploids according to the electrophoretic spectra of gliadins and morphological traits

No	Sample	The number of atypical grains *	Type of deviation	Morphological traits
1	<i>Ae. squarrosa</i> – <i>T. boeoticum</i>	1	3 additional components in the γ -zone	Uniform
2	<i>Ae. squarrosa</i> – <i>T. urartu</i>	1	1 additional component in the ω -zone	Uniform
3	<i>T. durum</i> – <i>Ae. squarrosa</i> 24	2 groups of spectra	Mechanical contamination	2 groups of phenotypes
4	<i>T. durum</i> – <i>Ae. squarrosa</i> 30	–	–	Uniform
5	<i>T. durum</i> – <i>Ae. squarrosa</i> 1	2 groups of spectra	2 types of blocks in the ω -zone	Uniform
6	Tetra-Aurora – <i>Ae. mutica</i> (Aurotica)	1	The block of components in the area of γ and β -zones is missing	Uniform
7	<i>T. durum</i> – <i>Ae. comosa</i> (Miosa)	2	1 component in the ω -zone and 1 component in the β -zone are missing	Uniform

* the sample volume is 55 grains.

Application of morphological markers

Morphological markers allow visual assessment of plants without additional expensive laboratory procedures. The disadvantage of working with morphological features is that only those controlled by one or a small number of genes can be used as markers; the trait should appear regardless of environmental conditions and with a clear gradation. The number of such features is significantly limited and is not sufficient for dense marking of the entire plant genome; therefore, there is a need to use additional biochemical and molecular markers. Nevertheless, the study of available morphological markers allows us to draw the first conclusions regarding the stability of the genome. For many morphological features of soft wheat, their genetic control has been established and the chromosomal location of the genes encoding them is known. The phenomenon of synteny, i.e. the preservation of the order of genes in chromosomes in closely related species allows us to use this information in the study of amphidiploids from closely related species.

The dark color of the mature glume is controlled by the *Rg2* gene, located on chromosome 1D [51]. Orthologous genes are located on the first chromosome of other wheat genomes [25]. The development of a waxy coating on a plant is caused by *W* genes located on the short arms of chromosomes 2B and 2D [24]. The *W2* inhibitor

gene, located on the 2DS shoulder, is responsible for the absence of a waxy coating. In modern varieties of soft wheat, this gene is represented by the recessive allele *w2*, so the plants are covered with wax.

Common wheat has a spindle-shaped spike. In amphidiploids, the appearance of a loose ear is caused by a gene contained in the chromosome of the sixth homeologous group [28]. The genes responsible for the hardness of the glume and the presence of an indentation at its base (a characteristic of common wheat) are located on chromosome 2D [51].

Anthocyanin coloration is caused by genes located on chromosomes of the 7th homeologous group. They cause purple coloration of coleoptile, straw, anthers [25]. We assume that the purple auricles on the leaf are also the pleiotropic action of this gene. An example of the successful use of morphological markers to assess the stability of the genomes of amphidiploids and introgressive lines is the paper by Ternovskaya T., Zhirov E. (1993). The evaluation of Miosa and MIT amphidiploids based on the presence of a wax coating showed that at the time of creation, these amphidiploids were without wax, but after a certain number of generations this feature appeared. These changes in the genome of the studied plant samples turned out to be irreversible and had hereditary nature.

The amphidiploids we studied had a number of morphological features that allowed us to clearly distinguish them, and also distinguished them from the common wheat morphotype. When examining plants from one generation of each amphidiploid, no diversity in morphology was found. It can be assumed that the most active adaptation processes of the amphidiploid subgenomes occur in the first generations after polyploidization. Also, more information can be obtained by observing an amphidiploid in several generations. To activate genomic shock, we crossed all amphidiploids with common wheat to obtain new introgressive lines. We expect that the combination of genetic material of various parental components will cause new processes of its reconstruction and mutual adaptation. This plant material can be used in further studies of the phenomenon of genomic shock.

Application of biochemical markers

Biochemical markers for tracking genetic changes in amphidiploids and introgressive lines were used in several works by the team of authors [3, 32, 33]. Grain gliadins, α - and β -amylase isoenzymes were used in these works. The results showed the appearance of new components of the electrophoretic spectra that were not characteristic of the parent plants. The authors suggested that such changes could be associated with the activation of transposons that are contained in the intergenic space of gliadins, as well as due to «slipping» of DNA polymerase during replication, since gliadin genes are rich in microsatellite repeats, in particular the SAA repeat, or due to uneven crossing over because of the present of microsatellite repeats and repeats in transposons.

Six loci are known, located distally on the short arms of chromosomes of the 1st and 6th homeologous groups, encoding gliadins: *Gli-A1*, *Gli-B1*, *Gli-D1*, *Gli-A2*, *Gli-B2*, and *Gli-D2* [36, 43]. Each of the gliadin genes encodes several polypeptides that are inherited as a single Mendelian trait. On the electrophoretic spectrum, the gliadin gene forms a block of components [44]. Gliadins are characterized by multiple polymorphism, so it is convenient to use them as markers for distinguishing not only *Triticinae* species, but also for distinguishing individual varieties. Catalogues of wheat gliadin variants have been created [27].

According to the growth of the electrophoretic mobility of the gliadin components, the spectrum is divided into 4 zones: ω , γ , β and α . The first two zones are mainly controlled by genes located on the short arms of chromosomes of the first group, and the other two by genes located on the short

arms of the chromosomes of the sixth group [41], although sometimes the products of the same gene can be detected in different zones [12].

The differences in the electrophoretic spectra of amphidiploids studied by us concerned the ω , γ , β zones. We observed the lack of some components in some cases, and the appearance of new bands in the spectra in other cases. The presence of two groups of plants with different blocks of components in *T. durum* – *Ae. squarrosa* (1) most likely indicates a single mutational event as a result of genomic shock and subsequent preservation and reproduction from seeds of both groups in this amphidiploid population. The same can be assumed for the appearance of two grains with deviations of the same nature in Miosa samples.

Although in most cases the changes in the spectra we observed involved more than one component at the same time, it is most likely that the mutational event occurred at only one locus in each case. However, we cannot exclude the fact that such spectra are due to mutations in more than one locus.

Use of DNA markers

The REMAP (retrotransposon-microsatellite amplification polymorphism) method can serve as one of the approaches to the study of rearrangements of nucleotide sequences that may occur as a result of the activity of transposons. This method consists in conducting a polymerase chain reaction with primers that have the following features: one of the primers is complementary to the sequence in the LTR-transposon, the second primer is complementary to the microsatellite sequence and also has an anchor nucleotide at the end. This method turned out to be effective, since retrotransposons are often associated with microsatellites in the cereal genome [40]. It allows detection of the movement of the transposon relative to the microsatellite when evaluating changes in the length of DNA fragments formed during amplification. In work [2], the Sukkula family retrotransposon sequence was used as a donor of a conservative region of the retrotransposon, since it is considered one of the families with the highest activity of translocations throughout the genome. A total of 49 generations in 19 introgressive lines of *Aurodes* derivatives were analysed. The vast majority of the studied lines had differences in the REMAP spectrum either in general for the line, in individual generations, or in individual grains. The authors concluded about the significant mobility of retrotransposons in the genome of introgressive lines of wheat. Thus, the use of DNA markers, in particular the

study of transposons, indicates active processes of genome rearrangement due to genomic shock in introgressive lines of wheat.

Accumulating evidence that remote hybridization itself is a factor in the growth of genetic variability in offspring compared to parental genotypes increases interest in it and actualizes its research. As the genome of the plant destabilizes and begins to actively reconstruct, this phenomenon in itself can be used to create a new variety of offspring for the selection process.

Our further efforts will be focused on creating suitable plant material to study the phenomenon of "genomic shock". It is necessary to isolate plants with atypical morphological, biochemical, and molecular markers and further study the stability of the expression of acquired changes in subsequent generations.

Conclusions. Amphidiploids involved in the study, based on the results of observation for one year, showed a stable expression of morphological features. The study of gliadin profiles of amphidiploids demonstrated the appearance of individual cases of atypical grains. In their profile, either new components appeared, or some components disappeared. In one of the cases, an entire block of components was missing. It cannot be ruled out that the appearance of atypical grains may be a consequence of «genomic shock».

REFERENCES

1. Antonyuk, M., Shpylchyn, V., Martynenko, V., Ternovska, T. (2022). Significance of introgression hybridization for extension of genetic variability in recipient genome, NRPBE. no. 5, pp. 3–13. DOI: 10.18523/2617-4529.2022.5.3-13
2. Antonyuk, M.Z. (2019). Introgression as inductor of wheat *Triticum aestivum* L. genome variability: dissertation. Kyiv, Ukraine, Institute of Food Biotechnology and Genomics of the National Academy of Sciences of Ukraine. 547 p.
3. Antonyuk, M.Z., Shpylchyn, V.V., Ternovska, T.K. (2013). Permanent genetic variability in the introgressive lines and amphidiploids of Triticeae, *Cytol. Genet.* no. 47, pp. 242–251. DOI: 10.3103/S0095452713040026
4. Antonyuk, M.Z., Ternovskaya, T.K., Sozinov, A.A. (1994). Identification of the blocks of electrophoretic components of storage proteins encoded by the genes of three *Aegilops* species, *Fiziol. Biokhim. Kul'turnykh Rasteniy.* no. 5, pp. 474–481.
5. Aversano, R., Ercolano, M.R., Caruso, I., Fasano, C., Rosellini, D., Carputo D. (2012). Molecular Tools for Exploring Polyploid Genomes in Plants, *IJMS.* no. 13, pp. 10316–10335. DOI: 10.3390/ijms130810316
6. Bauer, A. (1986). New results of breeding *Ribes nidigrolaria*: amphidiploid species hybrids between blackcurrant and gooseberry, *Acta Hort.* pp. 107–110.
7. Burt, C., Nicholson, P. (2011). Exploiting co-linearity among grass species to map the *Aegilops ventricosa*-derived Pch1 eyespot resistance in wheat and establish its relationship to Pch2, *Theor Appl Genet.* no. 123, pp. 1387–1400. DOI: 10.1007/s00122-011-1674-9
8. Cannon, S. (2008). Legume Comparative Genomics, in: G. Stacey (Ed.), *Genetics and Genomics of Soybean*, Springer New York. New York, NY, pp. 35–54. DOI: 10.1007/978-0-387-72299-3_3
9. Charmet, G. (2011). Wheat domestication: Lessons for the future, *Comptes Rendus Biologies.* no. 334, pp. 212–220. DOI: 10.1016/j.crvi.2010.12.013
10. Debodt, S., Maere, S., Vandepuer, Y. (2005). Genome duplication and the origin of angiosperms, *Trends in Ecology & Evolution.* no. 20, pp. 591–597. DOI: 10.1016/j.tree.2005.07.008
11. Fu, S., Tang, Z., Ren, Z. (2010). Inter- and intra-genomic transfer of small chromosomal segments in wheat-rye allopolyploids. *J Plant Res.* no. 123, pp. 97–103. DOI: 10.1007/s10265-009-0264-2
12. Gao, S., Gu, Y.Q., Wu, J., Coleman-Derr, D., Huo, N., Crossman, C., Jia, J., Zuo, Q., Ren, Z., Anderson, O.D., Kong, X. (2007). Rapid evolution and complex structural organization in genomic regions harboring multiple prolamin genes in the polyploid wheat genome. *Plant Mol Biol.* no. 65, pp. 189–203. DOI: 10.1007/s11103-007-9208-1
13. Gaut, B.S. (2001). Patterns of Chromosomal Duplication in Maize and Their Implications for Comparative Maps of the Grasses. *Genome Res.* no. 11, pp. 55–66. DOI: 10.1101/gr.160601
14. Gernand, D., Rutten, T., Varshney, A., Rubtsova, M., Prodanovic, S., Brüb, C., Kumlehn, J., Matzk, F., Houben, A. (2005). Uniparental Chromosome Elimination at Mitosis and Interphase in Wheat and Pearl Millet Crosses Involves Micronucleus Formation, Progressive Heterochromatinization, and DNA Fragmentation, *Plant Cell.* no. 17, pp. 2431–2438. DOI: 10.1105/tpc.105.034249
15. Han, F.P., Fedak, G., Ouellet, T., Liu, B. (2003). Rapid genomic changes in interspecific and intergeneric hybrids and allopolyploids of Triticeae, *Genome.* no. 46, pp. 716–723. DOI: 10.1139/g03-049
16. Ishii, T., Ueda, T., Tanaka, H., Tsujimoto, H. (2010). Chromosome elimination by wide hybridization between Triticeae or oat plant and pearl millet: pearl millet chromosome dynamics in hybrid embryo cells, *Chromosome Res.* no. 18, pp. 821–831. DOI: 10.1007/s10577-010-9158-3
17. Johansson, E., Henriksson, T., Prieto-Linde, M.L., Andersson, S., Ashraf, R., Rahmatov, M. (2020). Diverse Wheat-Alien Introgression Lines as a Basis for Durable Resistance and Quality Characteristics in Bread Wheat, *Front. Plant Sci.* no. 11, 1067 p. DOI: 10.3389/fpls.2020.01067
18. King, I.P., Forster, B.P., Law, C.C., Cant, K.A., Orford, S.E., Gorham, J., Reader, S., Miller, T.E. (1997).

Introgression of salt-tolerance genes from *Thinopyrum bessarabicum* into wheat, *New Phytol.* no. 137, pp. 75–81. DOI: 10.1046/j.1469-8137.1997.00828.x

19. Kozub, N.A., Sozinov, I.O., Bidnyk, H.Ya., Demianova, N.O., Sozinova, O.I., Yanse, L.A., Karelov, A.V., Blume, Ya.B. (2021). Grain quality indices in common wheat lines with introgressions of chromosome 1U from *Aegilops biuncialis* Vis., *Fakt. Eksp. Evol. Org.* no. 29, pp. 87–91. DOI: 10.7124/FEEO.v29.1412

20. Kuzmanović, L., Rossini, F., Ruggeri, R., Pagnotta, M.A., Ceoloni, C. (2020). Engineered Durum Wheat Germplasm with Multiple Alien Introgressions: Agronomic and Quality Performance, *Agronomy.* no. 10, 486 p. DOI: 10.3390/agronomy10040486

21. Li, Z., Li, B., Tong, Y. (2008). The contribution of distant hybridization with decaploid *Agropyron elongatum* to wheat improvement in China. *Journal of Genetics and Genomics.* no. 35, pp. 451–456. DOI: 10.1016/S1673-8527(08)60062-4

22. Louwaars, N.P. (2018). Plant breeding and diversity: A troubled relationship? *Euphytica.* no. 214, 114 p. DOI: 10.1007/s10681-018-2192-5

23. Mago, R., Spielmeyer, W., Lawrence, G., Lagudah, E., Ellis, J., Pryor, A. (2002). Identification and mapping of molecular markers linked to rust resistance genes located on chromosome 1RS of rye using wheat-rye translocation lines. *Theor Appl Genet.* no. 104, pp. 1317–1324. DOI: 10.1007/s00122-002-0879-3

24. McClintock, B. (1984). The Significance of Responses of the Genome to Challenge. *Science.* no. 226, pp. 792–801. DOI: 10.1126/science.15739260

25. McIntosh, R.A., Yamazaki, Y., Dubcovsky, J., Rogers, J., Morris, C., Somers D.J. (2014). Catalogue of gene symbols for wheat. Available at: <https://shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/download.jsp>

26. Mergoum, M., Singh, P.K., Peña, R.J., Lozano-del Río, A.J., Cooper, K.V., Salmon, D.F., Gómez Macpherson, H. (2009). *Triticale: A «New» Crop with Old Challenges*, in: M.J. Carena (Ed.), *Cereals*, Springer US. New York, NY, pp. 267–287. DOI: 10.1007/978-0-387-72297-9_9

27. Metakovsky, E., Melnik, V., Rodriguez-Quijano, M., Upelnik, V., Carrillo, J.M. (2018). A catalog of gliadin alleles: Polymorphism of 20th-century common wheat germplasm. *The Crop Journal.* no. 6, pp. 628–641. DOI: 10.1016/j.cj.2018.02.003.

28. Miller, T.E., Reader, S.M. (1987). A guide to the homoeology of chromosomes within the Triticeae. *Theoret. Appl. Genetics.* no. 74, pp. 214–217. DOI: 10.1007/BF00289971

29. Morgun, B.V. (2016). State and perspectives of wheat-rye translocations use in winter wheat breeding. *Fiziol. Rast. Genet.* no. 48, pp. 324–343. DOI: 10.15407/frg2016.04.324

30. Morgun, V.V., Topchii, T.V. (2018). The importance of resistant varieties of winter wheat, the

study of sources and donors of resistance to pests and main pathogen. *Fiziol. Rast. Genet.* no. 50, pp. 218–240. DOI: 10.15407/frg2018.03.218

31. Motsnyi, I.I., Molodchenkova, O.O., Nargan, T.P., Nakonechnyy, M.Yu., Mishchenko, I.A., Lyfenko, S.Ph., Smertenko, A.P., Mishchenko, L.T. (2022). Impact of Alien Genes on Disease Resistance, Drought Tolerance, and Agronomic Traits in Winter Wheat Commercial Varieties. *TOASJ.* no. 16, e187433152111260. DOI: 10.2174/18743315-v16-e2111260

32. Mykhailyk, S.Y., Antonyuk, M.Z., Ternovska, T.K. (2011). Genetic variability of common wheat introgressive lines for the Gli genes. *NaUKMA Research Papers.* no. 119, pp. 8–14. Available at: <https://ekmair.ukma.edu.ua/handle/123456789/3638>

33. Mykhailyk, S.Y., Antonyuk, M.Z., Ternovska, T.K. (2014) Possible molecular mechanisms of variability in gliadin genes in the wheat introgressive lines. *Factors in Experimental Evolution of Organisms.* no. 14, pp. 62–66. Available at: <http://utgis.org.ua/journals/index.php/Factory/article/view/236>

34. Nemeth, C., Yang, C., Kasprzak, P., Hubbart, S., Scholefield, D., Mehra, S., Skipper, E., King, I., King, J. (2015). Generation of amphidiploids from hybrids of wheat and related species from the genera *Aegilops*, *Secale*, *Thinopyrum*, and *Triticum* as a source of genetic variation for wheat improvement. *Genome.* no. 58, pp. 71–79. DOI: 10.1139/gen-2015-0002

35. Paterson, A.H., Bowers, J.E., Chapman, B.A. (2004). Ancient polyploidization predating divergence of the cereals, and its consequences for comparative genomics. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* no. 101, pp. 9903–9908. DOI: 10.1073/pnas.0307901101

36. Payne, P.I., Holt, L.M., Lawrence, G.J., Law, C.N. (1982). The genetics of gliadin and glutenin, the major storage proteins of the wheat endosperm. *Plant Food Hum Nutr.* no. 31, pp. 229–241. DOI: 10.1007/BF01108632

37. Plyhun, V., Iefimenko, T., Antonyuk, M., Ternovska, T. (2020). Cytological stability of wheat amphidiploids and cultivars in meiosis I, *NaUKMA Research Papers. Biology and Ecology.* no. 3, pp. 3–13. DOI: 10.18523/2617-4529.2020.3.3-13

38. Pour-Aboughadareh, A., Kianersi, F., Poczai, P., Moradkhani, H. (2021). Potential of Wild Relatives of Wheat: Ideal Genetic Resources for Future Breeding Programs. *Agronomy.* no. 11, 1656 p. DOI: 10.3390/agronomy11081656

39. Rabinovich, S.V. (1998) Importance of wheat-rye translocations for breeding modern cultivar of *Triticum aestivum* L. *Euphytica.* no. 100, pp. 323–340. DOI: 10.1023/A:1018361819215

40. Ramsay, L., Macaulay, M., Cardle, L., Morgante, M., Ivanisovich, S., Maestri, E., Powell, W., Waugh, R. (1999). Intimate association of microsatellite repeats with retrotransposons and other dispersed

repetitive elements in barley, *Plant J.* no. 17, pp. 415–425. DOI: 10.1046/j.1365-313X.1999.00392.x

41. Ruiz, M., Aguiriano, E., Fité, R., Carrillo, J.M. (2007). Combined use of gliadins and SSRs to analyse the genetic variability of the Spanish collection of cultivated diploid wheat (*Triticum monococcum* L. ssp. *monococcum*). *Genet Resour Crop Evol.* no. 54, pp. 1849–1860. DOI: 10.1007/s10722-007-9208-7

42. Schlueter, J.A., Lin, J.-Y., Schlueter, S.D., Vasylenko-Sanders, I.F., Deshpande, S., Yi, J., O'Bleness, M., Roe, B.A., Nelson, R.T., Scheffler, B.E., Jackson, S.A., Shoemaker, R.C. (2007). Gene duplication and paleopolyploidy in soybean and the implications for whole genome sequencing. *BMC Genomics.* no. 8, 330 p. DOI: 10.1186/1471-2164-8-330

43. Singh, N.K., Shepherd, K.W. (1988). Linkage mapping of genes controlling endosperm storage proteins in wheat: 1. Genes on the short arms of group 1 chromosomes. *Theoret. Appl. Genetics.* no. 75, pp. 628–641. DOI: 10.1007/BF00289132

44. Sozinov, A.A., Poperelya, F.A. (1980). Genetic Classification of Prolamins and Its Use for Plant Breeding. *Ann. Technol. Agric.* no. 28, pp. 229–245.

45. Sthapit, S.R., Marlowe, K., Covarrubias, D.C., Ruff, T.M., Eagle, J.D., McGinty, E.M., Hooker, M.A., Duong, N.B., Skinner, D.Z., Sec, D.R. (2020). Genetic diversity in historical and modern wheat varieties of the U.S. Pacific Northwest. *Crop Sci.* no. 60, pp. 3175–3190. DOI: 10.1002/csc2.20299

46. Tanaka, H., Nabeuchi, C., Kurogaki, M., Garg, M., Saito, M., Ishikawa, G., Nakamura, T., Tsujimoto, H. (2017). A novel compensating wheat – *Thinopyrum elongatum* Robertsonian translocation line with a positive effect on flour quality. *Breed. Sci.* no. 67, pp. 509–517. DOI: 10.1270/jsbbs.17058

47. Tang, Z., Wu, M., Zhang, H., Yan, B., Tan, F., Zhang, H., Fu, S., Ren, Z. (2012). Loss of Parental Coding Sequences in an Early Generation of Wheat-Rye Allopolyploid. *International Journal of Plant Sciences.* no. 173, pp. 1–6. DOI: 10.1086/662655

48. Tanksley, S.D., McCouch, S.R. (1997). Seed Banks and Molecular Maps: Unlocking Genetic Potential from the Wild. *Science.* no. 277, pp. 1063–1066. DOI: 10.1126/science.277.5329.1063

49. Tenaillon, M.I. (2004). Selection Versus Demography: A Multilocus Investigation of the Domestication Process in Maize. *Molecular Biology and Evolution.* no. 21, pp. 1214–1225. DOI: 10.1093/molbev/msh102

50. Ternovska, T.K., Iefimenko, T.S., Antonyuk, M.Z. (2022). Improvement of Wheat Genetic Resistance to Powdery Mildew Retrospects and Prospects. *TOASJ.* no. 17, e187433152210310. DOI: 10.2174/18743315-v16-e221026-2022-HT14-3623-1

51. Ternovskaya, T., Zhironov, E. (1993). The Genetic Control of Waxiness, Hairy Glume, and Mature Spike Color, *Tsitol. Genet.* no. 27, pp. 15–20.

52. Vdovichenko, Z.V., Zlatskaia, A.V., Ternovskaia, T.K. (2001). New morphological marker for chromosomes of the fourth homologous group of *Triticinae*. *Tsitol. Genet.* no. 35, pp. 28–33.

53. Vdovychenko, Zh.V. (2004). Introgressions in the genome of common wheat (*Triticum aestivum* L.) as a factor affecting the results of its genetic analysis [dissertation] Ukraine, Kyiv, Institute of Cell Biology and Genetic Engineering of the National Academy of Sciences of Ukraine. 182 p. Available at: <http://www.disslib.org/introhresiyi-v-henomi-m-jakoyi-pshenytsi-jak-faktor-shcho-vplyvaye-na-rezultaty-yiyi.html>

54. Xu, D.H., Gai, J.Y. (2003). Genetic diversity of wild and cultivated soybeans growing in China revealed by RAPD analysis. *Plant Breeding.* no. 122, pp. 503–506. DOI: 10.1046/j.0179-9541.2003.00911.x

55. Zhao, N., Xu, L., Zhu, B., Li, M., Zhang, H., Qi, B., Xu, C., Han, F., Liu, B. (2011). Chromosomal and genome-wide molecular changes associated with initial stages of allohexaploidization in wheat can be transit and incidental. *Genome.* no. 54, pp. 692–699. DOI: 10.1139/g11-028

56. Zlatskaya, A., Antonyuk, M., Vdovychenko, Z., Ternovskaya, T. (1999). Seed acid phosphatase as a genetic marker for homoeologous group 4 chromosomes in goat grass and wheat. *Tsitol. Genet.* no. 33, pp. 35–38.

Ступінь генетичної стабільності амфідиплоїдів триби *Triticinae*

Вдовиченко Ж.В., Чіхоньський Я., Шубенко Л.А., Хшановський Г.

Сучасні сорти пшениці мають обмежену генетичну різноманітність. Подальше їх вдосконалення потребує розширення і збагачення генофонду. Одним із джерел цінних генів адаптивних ознак вважаються споріднені дикі види пшениці, залучення яких можливе за віддаленої гібридизації. Однак широке застосування цього методу досить обмежене через певний рівень біологічної несумісності схрещуваних видів. Часто немає нормальної кон'югації хромосом у мейозі гібридів, що призводить до низької плодючості та перенесення чужинних генів на генетичне тло культивованих видів у вигляді як цілих хромосом, так і великих транслокацій. Амфідиплоїди та лінії з чужинними інтрогресіями виявляють певний рівень генетичної нестабільності, оскільки переживають так званий «геномний шок».

Метою цього дослідження було вивчення «геномного шоку» у амфідиплоїдів видів триби *Triticinae*, з роду *Aegilops* і *Triticum*. Рослини аналізували за набором морфологічних ознак та електрофоретичних спектрів запасних білків (гліадинів). Було проведено пошук рослин, які мали б відхилення від типового морфотипу або електрофоретичного профілю відповідного амфідиплоїду. Такі відхилення можуть свідчити про перебіг «геномного шоку», зумовленого поліплоїдизацією. Вивчен-

ня «геномного шоку» важливо для пошуку методів прискорення процесів диплоїдизації, відновлення генетичної стабільності та нормальної фертильності амфідиплоїдів.

Результати дослідження показали стабільну експресію морфологічних ознак у всіх досліджених амфідиплоїдів. Дослідження електрофоретичних спектрів гліадинів виявило кілька одиничних

зернівок, які відзначалися або наявністю додаткових білкових компонентів, або відсутністю певних компонентів. Слід враховувати, що поява атипичних зернівок серед нащадків досліджуваних амфідиплоїдів може бути наслідком «геномного шоку».

Ключові слова: віддалена гібридизація, геномний шок, гліадини, амфідиплоїди, *Triticinae*.



Copyright: Vdovychenko Zh. et al. © 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:

Vdovychenko Zh.

Cichoński Ja.

Shubenko L.

Chrzanowski G.

<https://orcid.org/0000-0002-6070-5518>

<https://orcid.org/0000-0003-3053-4153>

<https://orcid.org/0000-0002-8938-9520>

<https://orcid.org/0000-0001-9836-1514>

АГРОНОМІЯ

УДК 631.95:631.147:632.915

Регулювання фітопатогенного фону посівів пшениці озимої за органічного вирощування

Городиська І.М.¹, Терновий Ю.В.², Мазур С.О.³¹ Інститут агроекології і природокористування НААН² Сквирська дослідна станція органічного виробництва ІАП НААН³ Інститут агроекології і природокористування НААН

✉ E-mail: anni0479@gmail.com



Городиська І.М., Терновий Ю.В., Мазур С.О. Регулювання фітопатогенного фону посівів пшениці озимої за органічного вирощування. «Агробіологія», 2024. № 1. С. 251–259.

Horodyska I., Ternovyi Yu., Mazur S. Phytopathogenic background regulation of winter wheat crops under organic cultivation. «Agrobiology», 2024. no. 1, pp. 251–259.

Рукопис отримано: 10.05.2024 р.

Прийнято: 17.05.2024 р.

Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-251-259

Визначено агротехнічні та біологічні заходи регулювання і контролювання фітопатогенів та їх вплив на кількісні показники врожаю пшениці озимої за органічного вирощування. Встановлено, що обробка посівного матеріалу пшениці озимої хімічним препаратом Вітавакс дозволила отримати приріст врожаю на рівні 10 %, обробка насіння ультраконцентрованим органічним добривом Amineon, а також варіант з комбінацією хімічного препарату та біологічного добрива сприяли приросту врожаю пшениці озимої на рівні 12,5 %. Зокрема, маса 1000 насінин пшениці озимої на варіантах з обробкою була на 9–11 % більше, ніж на контрольному варіанті (без обробки). За відсутності будь-яких варіантів передпосівної обробки насіння розвиток твердої сажки (*Tilletia caries* Tul.) в посівах пшениці озимої спричиняє заспореність зерна на рівні 31 250,0 шт. спор/насінину, що у 2,6 рази вище, ніж на варіанті з обробкою органічним добривом Amineon, та у 5,3 рази вище, ніж на варіанті з хімічним препаратом Вітавакс. Найкращі результати отримано у варіанті з комбінацією хімічного препарату та біологічного добрива, де визначено заспореність зерна у кількості, що у 10 разів менше, ніж у варіанті без обробки (контроль). Обґрунтовано проведення заходів з контролювання та регулювання фітопатогенного стану органічних посівів пшениці озимої, що поєднують застосування біологічних засобів захисту рослин з агротехнічними прийомами. Найвищою шкодочинністю серед грибкових захворювань пшениці озимої характеризується тверда сажка. Недоотримання врожаю пшениці озимої через ураження посівів патогеном становило 10,0–12,5 %. Передпосівна обробка насіння пшениці озимої зменшує заспореність зерна *Tilletia caries* Tul. у 2,6–10,0 разів порівняно з контролем залежно від варіанта обробки. Проведення заходів з контролювання та регулювання фітопатогенного стану посівів є передумовою отримання максимально можливих врожаїв пшениці озимої високої якості.

Ключові слова: патоген, заспореність, тверда сажка, посівний матеріал, фунгіцидна дія.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Згідно зі звітом Європейської Комісії, Україна у 2022 році порівняно з 2021 роком піднялася на дві сходинки у рейтингу країн за обсягами імпортованої органічної продукції до ЄС, та посіла третє місце серед 125 країн світу за цим показником [1]. Україна займає важливе місце на світовій карті органічного виробництва, і її досягнення в цій сфері вражають

світову спільноту. Одним із найбільш важливих досягнень є включення пшениці до ТОП-3 експортованих органічних продуктів з України, які постачають на міжнародні ринки [2]. Це свідчить не лише про потужний потенціал країни у вирощуванні органічних культур, а також про глибоке розуміння глобальних тенденцій у споживчому попиті та уміння адаптуватися до них.

Україна має всі передумови для подальшого зростання свого позиціонування як провідного виробника органічних продуктів, зокрема пшениці. Забезпечення якості, дотримання стандартів, підтримка держави та активна участь у міжнародних партнерствах дозволять українській пшениці зберігати своє міцне становище на світовому органічному ринку.

Вирощування органічних продуктів є важливою складовою сталого розвитку сільського господарства, однак виробники часто стикаються з викликами, пов'язаними з негативним впливом біотичних чинників. Зокрема це шкідники, хвороби та бур'яни, які можуть значно погіршити урожайність і якість продукції.

Хвороби рослин є причиною значних втрат врожаю та погіршення якості органічної продукції. Відомо, що в Україні щорічний недобір урожаю через шкідливу дію збудників хвороб і шкідників становить 12–14 %, що прирівнюється до вартості зерна пшениці озимої з площі 1 млн га [3–5]. У системі органічного виробництва використання хімічних фунгіцидів заборонено [6], тому виробники мають застосовувати профілактичні заходи, вибір стійких сортів, використання біологічних засобів захисту та впровадження агротехнічних прийомів. Регулювання чисельності біотичних чинників в органічних агрофітоценозах слід проводити із врахуванням біологічних особливостей культури, технології вирощування та впливу абіотичних чинників. Комплекс заходів необхідно проводити як попереджувальний з метою унеможливлення поширення та розповсюдження негативних біотичних чинників вище межі економічного порогу шкодочинності.

Мета дослідження – встановити вплив фітопатогенів на кількісні показники врожаю пшениці озимої та визначити ефективні агротехнічні й біологічні заходи регулювання і контролювання фітопатогенного стану за органічного вирощування.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили впродовж 2020–2023 рр. в умовах Сквирської дослідної станції органічного виробництва Інституту агроекології і природокористування НААН, на дослідних ділянках, що сертифіковані для демонстрації технологій органічного виробництва та навчального процесу за Європейськими стандартами з 2013 року (за сприяння Дослідного інституту органічного сільського господарства FIBL в межах Швейцарсько-українського проєкту «Розвиток органічного ринку в Україні») за GPS координатами: 49.69763744490561°N, 29.67847211971567°E.

Дослідні ділянки розташовані в геоморфологічному районі Придніпровського плато в підрайоні “б” першого агрокліматичного району Київської області (зона Лісостепу). Ґрунт – чорнозем малогумусний крупнопилкуватосередньосуглинковий за гранулометричним складом. Вміст гумусу в шарі ґрунту 0–20 см становить 3,6 %, легкогідролізованого азоту – 66 мг, рухомого фосфору – 140 мг і рухомого калію – 152 мг на кг ґрунту. Реакція ґрунтового розчину слабо-кисла (рН = 6,0).

Таблиця 1 – Схема досліду з вивчення заходів регулювання біотичних чинників (розвитку хвороб)

Варіант	Обробка посівного матеріалу пшениці озимої
1	Контроль (без обробки)
2	Вітавакс 200 ФФ 3 л/т
3	Amineon 1 л/т
4	Вітавакс 200 ФФ 1,5 л/т + Amineon 0,5 л/т

Препарат Вітавакс 200 ФФ – комбінований рідкий протруйник насіння з контактною та системною фунгіцидною дією від широкого спектру хвороб, що містить дві діючі хімічні речовини: карбоксин і тирам.

Amineon – ультраконцентроване органічне добриво, до складу якого входять: амінокислоти – 47 г/л; карбонові кислоти – 159 г/л; цукри – 23 г/л; N – 15 г/л, P₂O₅ – 4 г/л, K₂O – 39 г/л, S – 2 г/л, Mg – 3 г/л, Zn – 0,1 г/л, Cu – 0,002 г/л. Препарат схвалено для застосування в органічному виробництві в Німеччині. Можна використовувати в комплексі з протруйником.

Для проведення польового досліду (повторюваність досліду триразова, розмір дослідної ділянки 100 м²) було взято посівний матеріал пшениці озимої (сорт Миронівська 65), який за даними Української лабораторії якості і безпеки продукції АПК Національного університету біоресурсів і природокористування України мав заспореність насіння твердою сажкою – 5625±1678,5 шт. спор/насінину. Оцінювання зараженості насіння пшениці озимої хворобама проводили за ДСТУ 4138–2002 [7].

Математичний аналіз провели за допомогою пакета Statistica 10 (StatSoft. Inc., 2011) і Microsoft Excel 2010. Для визначення відмінностей між середніми значеннями застосували критерій Стьюдента. Порівняння великих масивів даних для встановлення кореляційних зв'язків здійснювали на основі багатофакторного дисперсійного аналізу (ANOVA) – визначали середні значення, дисперсію, похибки.

Результати дослідження та обговорення.

На Сквирському демонстраційному полігоні органічного виробництва СДСОВ ІАП НААН впродовж останніх 10 років щорічно вирощували низку зернових колосових культур (пшеницю озиму, пшеницю яру, овес і ячмінь). Належність культур до спільної родини злакових (*Poaceae*) на одній території створює умови для появи, розвитку та поширення патогенної мікрофлори. Це пов'язано з близьким генетичним спорідненням зернових культур, що часто призводить до того, що патогени, які атакують одну культуру, можуть легко переходити на інші культури з цієї ж родини. Наприклад, грибові захворювання, такі як борошниста роса, септоріоз, фузаріоз та інші, можуть уражувати не лише пшеницю, а також ячмінь, овес та інші злакові культури.

На основі проведених досліджень встановлено, що на зернових культурах, зокрема на пшениці, найчастіше виявляють захворювання, спричинені грибами родів *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Ophiobolus*, *Cercospora*. Зокрема, у фазу цвітіння пшениці озимої, було ідентифіковано такі хвороби: борошниста роса (*Erysiphe graminis*) – 0,04 %, бура іржа (*Puccinia triticina*) – 0,2 %, септоріоз (*Septoria tritici*) – 0,1 %, а також – фузаріозна коренева гниль (*Fusarium sp.*) – 2,9 %. У фазу повної стиглості рівень розвитку кореневої гнилі був дещо вищим – 4,7 %. До фази повної стиглості він майже не змінився і становив 4,6 %, у цей же період було відмічено чорноколосість на рівні 0,9 %. З'ясовано, що на посівах пшениці домінує фузаріозна коренева гниль, яка з'являється на посівах в середині фази виходу в трубку, а максимального розвитку досягає у фазу воскової стиглості.

Слід зазначити, що рівень поширення і шкодочинності хвороб найбільшою мірою залежав від метеорологічних умов, попередників у сівозміні та агротехнічних заходів, які використовували під час вирощування культур. У посівах зернових культур шкодочинність від корневих гнилей призводила до недоотримання врожаю на рівні 5–10 %. Погіршувалася і якість врожаю: через значну кількість щуплого зерна знижувалася його натура.

За останні роки, проблема втрати врожаю пшениці озимої на органічних полігонах набула нового рівня загрози через активний розвиток твердої сажки (*Tilletia caries* Tul.). Польові візуальні спостереження показали, що хвороба найбільше наносила шкоду на початкових етапах розвитку пшениці, особливо у фазу молочної стиглості зерна. У фазу повної стиглості уражений колос замість зерна містив мі-

шечки, заповнені чорною масою теліоспор, що призводило до зменшення якості та кількості зерна. Шкодочинність твердої сажки також виявлялася у зрідженні посівів через відмирання заражених рослин. Загалом недобір урожаю пшениці озимої внаслідок ураження твердою сажкою становив 10,0–12,5 %.

Додатково спостерігали зростання чисельності спор твердої сажки на поверхні зерна пшениці озимої впродовж досліджуваного періоду. У 2020 р. кількість спор на насінні становила приблизно $5625 \pm 1678,5$ шт., у 2021 р. – $31250,0 \pm 5000,0$ штук на насінину. Це свідчить про активне розповсюдження патогена та загрозу для наступних посівів.

Отже, крім прямих втрат урожаю через відмирання рослин, розповсюдження твердої сажки може мати інші серйозні наслідки для аграрного сектору, такі як зниження якості насіння та загроза для майбутніх посівів. Ретельний моніторинг і вчасні заходи контролювання є критичними для збереження продуктивності та стабільності вирощування сільськогосподарської культури.

Негативний вплив прояву захворювання можна контролювати через впровадження у технологію вирощування системи захисту рослин. У традиційному сільському господарстві протруювання насіння хімічними засобами захисту є одним із ефективних методів контролювання патогенів, зокрема твердої сажки (*Tilletia caries* Tul.). Одним із таких протруйників є комбінований рідкий протруйник насіння з контактною та системною фунгіцидною дією – Вітавакс (діючі речовини: карбоксим і тирам).

Сучасне органічне виробництво, спираючись на екологічно безпечні методи й засоби для забезпечення врожайності та якості продукції, не має сертифікованих біологічних засобів захисту від *Tilletia caries* Tul. Однак, наукові дослідження [8] підтверджують ефективність біологічного добрива Amineon щодо контролювання хвороб рослин, в умовах органічного виробництва. Серед складових Amineon варто відзначити вміст амінокислот, що сприяє росту та розвитку рослин, а також мікроелементи, які необхідні для здоров'я та імунітету рослин. Такий комплексний склад препарату дозволяє підтримувати високу продуктивність культур у біологічному виробництві та зменшує ризик виникнення хвороб, зокрема твердої сажки.

Для польового дослідження використано посівний матеріал пшениці озимої сорту Миронівська 65. За результатами лабораторного аналізу, проведеного в Українській лабораторії якості і безпеки продукції АПК НУБІП України, заспореність посівного матеріалу

твердою сажкою становила $5625 \pm 1678,5$ шт. спор на 1 г насіння. Враховуючи величину заспореності, можна зробити припущення про потенційний ризик поширення захворювання твердою сажкою в посівах пшениці озимої та визначити необхідні заходи для контролювання цієї хвороби.

Результати дослідження впливу обробки посівного матеріалу (хімічної, біологічної, комбінованої) на терміни настання фізіологічних фаз росту та розвитку пшениці озимої представлено у таблиці 2. Отримані дані не виявили значної різниці між досліджуваними варіантами обробки насіння з погляду термінів настання різних фаз росту і розвитку пшениці озимої. На всіх дослідних ділянках спостерігали сходи пшениці озимої на 12-ту добу після посіву, фаза кущіння наставала на 53-ю добу, вихід у трубку відмічали на 220-ту добу, а настання фази молочної стиглості спостерігали на 262-гу добу після сівби. Ці результати свідчать про стабільність проходження фенологічних фаз пшениці озимої незалежно від використаних варіантів обробки насіння.

Результати досліджень показали ефективність застосування хімічних, біологічних препаратів та їх комбінації у захисті від *Tilletia caries* Tul. та підвищенні врожайності пшениці озимої.

Результати аналізу якості зерна, зібраного із дослідних ділянок, свідчать про значні відмінності у показнику маси 1000 насінин пшениці озимої між контрольним варіантом та варіантами з обробкою. Зокрема, на контрольному варіанті маса 1000 насінин становила 50 г, що було на 9–11 % менше порівняно з варіантами, де застосовували обробку. Це свідчить про те, що обробка посівного матеріалу пшениці озимої сприяла підвищенню маси 1000 насінин, що може бути індикатором покращення якості зерна.

Аналіз зерна пшениці озимої щодо показника заспореності хвороби *Tilletia caries* Tul. підтвердив наявність спор на поверхні зерна у всіх варіантах дослідження. Найменша кількість спор на одну насінину (3125,0 шт.) була виявлена у варіанті за обробки насіння Вітаваксом 1,5 л/т + Амінеон 0,5 л/т, що становило лише 10 % від показника у контрольному варіанті без обробки (табл. 4).

Таблиця 2 – Терміни настання фенологічних фаз росту і розвитку пшениці озимої (середнє за 2020–2023 рр.)

Варіант дослідю	Фенологічна фаза росту і розвитку, дів					
	сходи	кущіння	вихід у трубку	колосіння	цвітіння	стиглість
Контроль (без обробки)	12	53	220	243	250	262
Вітавакс 200 ФФ, 3 л/т	12	53	220	243	250	262
Amineon, 1 л/т	12	53	220	243	250	262
Вітавакс 200 ФФ, 1,5 л/т + Amineon, 0,5 л/т	12	53	220	243	250	262

Ґрунтові умови, вологозабезпеченість, температура повітря, інші агроєкологічні чинники мали переважаючий вплив на фізіологічний розвиток рослин за різних методів обробки насіння.

Результати досліджень показали відсутність відмінностей між варіантами дослідю щодо прояву ознак захворювання твердою сажкою до періоду збору врожаю. Однак, варто зазначити, що обробка посівного матеріалу пшениці озимої хімічним протруйником Вітавакс у дозі 3 л/т привела до приросту врожаю на рівні 10 %. Водночас, використання для обробки насіння біологічного добрива Амінеон з розрахунку 1 л/т, а також комбінація хімічного та біологічного препаратів у половинній дозі сприяли приросту врожаю пшениці озимої на рівні 12,5 % (табл. 3).

Таблиця 3 – Вплив передпосівної обробки насіння пшениці озимої на врожайність (середнє за 2020–2023 рр.)

Обробка насіння	Урожайність, т/га	Приріст, %
Контроль (без обробки)	5,6	–
Вітавакс 200 ФФ, 3 л/т	6,2	10,0
Amineon, 1 л/т	6,3	12,5
Вітавакс 200 ФФ, 1,5 л/т + Amineon, 0,5 л/т	6,3	12,5
НІР ₀₀₅	0,1	–

Таблиця 4 – Чисельність спор *Tilletia caries* Tul. на поверхні зерна пшениці озимої залежно від обробки препаратами (середнє за 2020–2023 рр.)

Обробка насіння	Заспореність вихідного посівного матеріалу, шт. спор/насінину	Заспореність товарного зерна, шт. спор/насінину
Контроль (без обробки)	5625 ± 1678,5	31250,0 ± 5000,0
Вітавакс 200 ФФ, 3 л/т		5937,0 ± 950,0
Amineon, 1 л/т		11875,5 ± 1900,1
Вітавакс 200 ФФ, 1,5 л/т + Amineon, 0,5 л/т		3125,0 ± 500,0

За дії хімічного препарату Вітавакс заспореність насіння пшениці озимої була на рівні 5937,0 шт. спор/насінину, що у 1,9 рази вище, ніж за комбінованого застосування Вітавакса та Amineon. Це свідчить про ефективність комбінації засобів у порівнянні з хімічним препаратом. Найменшу ефективність виявлено за передпосівної обробки насіння органічним добривом Amineon, де заспореність насіння пшениці озимої була найвищою – 11875,5 шт. спор/насінину, що у 2 рази вище, ніж за використання хімічного препарату та у 3,8 рази вище, ніж за комбінації засобів.

Найкраща ефективність щодо регулювання фітопатогенного стану посівів пшениці озимої у варіанті з комбінованою обробкою хімічним та біологічним препаратами може бути пояснена синергізмом речовин, що входять до складу досліджуваних препаратів. Хімічний препарат Вітавакс містить речовини тирам і карбоксин, які мають фунгіцидну захисну дію контактного типу. Тирам може проникати всередину насіння і пригнічувати проростання спор або початковий ріст міцелію патогена, у такий спосіб знижуючи його розвиток. Карбоксин, крім фунгіцидної дії, має рістрегулюючі властивості, що сприяють успішному подоланню несприятливих умов під час проростання насіння. Таке поєднання діючих речовин може ефективно контролювати поширення фітопатогенів. Додавання ультраконцентрованого органічного добрива Amineon може підсилити дію хімічного протруйника. Амінокислоти, вуглеводи та інші компоненти Amineon сприяють кращому засвоєнню азоту та покращують поживний режим рослин. Це може підвищити імунітет рослин та зменшити ймовірність зараження фітопатогенами. Проте, слід зауважити, що такий варіант обробки з хімічними препаратами не є прийнятним для використання в органічному виробництві через вміст синтетичних речовин.

Органічне виробництво покликане мінімізувати використання синтетичних хімічних

засобів, тому основний акцент робиться на використанні біологічних препаратів разом з агротехнічними прийомами. Саме поєднання цих підходів дозволяє забезпечити не лише ефективне контролювання шкідників та патогенів, а також зберегти біорізноманіття.

Основні заходи контролювання та регулювання фітопатогенного стану органічних агрофітоценозів пшениці озимої включають (рис. 1):

✓ *Формування науково обґрунтованої сівозміни* передбачає чергування культур у такий спосіб, щоб стан ґрунтів під час вирощування попередньої культури відповідав технологічним вимогам щодо вирощування наступної культури, підтримувався бездефіцитний баланс гумусу та поживних речовин, підвищувалася біологічна активність ґрунту, знижувалася рівень забур'яненості тощо [9]. Зокрема, зернові культури можна повертати на попереднє місце вирощування не раніше ніж через 2 роки, оскільки спори *Tilletia caries* Tul. та інших грибкових хвороб мають тривалий термін зберігання в ґрунті. Важливо до сівозміни вводити окрему ланку або як проміжні культури сидерати. Вони, затінюючи ґрунт, забезпечують пригнічення бур'янів [10], перешкоджають водній і вітровій ерозії [11, 12], забезпечують підвищення біологічної активності ґрунту [13], поліпшують структуру ґрунту, його агрохімічні та водно-фізичні властивості [14]. Сидеральні культури також позитивно впливають на родючість ґрунту та якість вирощуваної продукції [15]. Конюшина червона, ріпак озимий, редька олійна, свиріпа можуть проявляти фітосанітарну здатність у захисті від хвороб рослин [16, 17].

✓ *Сівба стійких до захворювань сортів* є найбільш ефективним, економічно обґрунтованим і досконалим методом захисту рослин. Сорти з високою імунною системою здатні протистояти поширенню патогену. Селекційними центрами України створено сорти пшениці озимої, що мають групову стійкість до ос-

новних захворювань: твердої сажки, кореневих гнилей, фузаріозу колосу, борошнистої роси, бурої іржі, септоріозу листя тощо. Літературні дані свідчать про відсутність резистентних сортів пшениці озимої до твердої сажки, проте є низка сортів української селекції, що мають високу стійкість до цього захворювання (Спасівка, Смуглянка, Каланча, Відрадна, Чорнява, Славна, Селянка, Журавка) [18–20].

✓ *Передпосівна фітопатологічна експертиза насіння* є одним із методів, який дозволяє оцінити стан насінневого матеріалу щодо наявності патогенних організмів та хвороб: виявити патогени, визначити рівень зараження, рівень життєздатності та потенційної здатності насіння проростати і давати життєздатні рослини, визначити клас якості насіння залежно від ступеня його зараження патогенами тощо.

✓ *Використання біологічних препаратів фунгіцидної дії* є одним із ключових аспектів в органічному землеробстві. Ці препарати базуються на живих мікроорганізмах або їхніх продуктах метаболізму, які мають здатність контролювати ріст та розвиток патогенних грибів, бактерій та інших мікроорганізмів, що можуть шкодити сільськогосподарським культурам, стимулюючи ріст та розвиток культурної рослини. Слід зазначити, що у порівнянні з хімічними засобами, ризик розвитку резистентності до біологічних препаратів менший, що забезпечує тривале та ефективне контролювання захворювань.

✓ *Дотримання оптимальних строків посіву* є важливим елементом усього агротехнічного процесу і впливає на стійкість рослини, її розвиток і накопичення поживних речовин у зерні. Найбільш сприятливий термін для сівби вважається середина вересня – початок жовтня, залежно від кліматичних умов регіону. У осінній період пшениця проходить етап сходів, формує коріння, утворює кущі та накопичує поживні речовини. Занадто рання сівба може призвести до передчасного розвитку рослин, зараження патогенами і шкідниками та відсутності стійкості до вимерзання. Надто пізня сівба не дозволяє сформувати кореневу систему до настання холодів, що негативно впливає на подальший розвиток рослин.

✓ *Захист від бур'янів в органічному землеробстві* є складним завданням, оскільки в таких системах використання хімічних засобів заборонено. Однак, є низка агротехнічних та фізичних заходів контролювання бур'янів. Зокрема, досходове та післясходове боронування, спрямовані на знищення проростків бур'янів і зменшення конкуренції з культурними рослинами. Одним з ефективних методів є використання пружинної борони після настання фази кущення, яка дозволяє покращити аерацію ґрунту, запобігаючи пересиханню верхнього шару, а також знищує пагони бур'янів, що з'являються після висіву чи висадки культури. Мульчування ґрунту допомагає запобігти росту бур'янів, зберігає вологу в ґрунті та полегшує їх видалення вручну чи за допомогою ручних інструментів.



Рис. 1. Заходи контролювання та регулювання фітопатогенного стану органічних посівів.

✓ *Дотримання оптимальної густоти стояння рослин*, колосків до обмолоту, за якої вона дає максимальний урожай. Цей показник враховують ще на етапі розрахунку норми висіву на одиницю площі і залежить від польової схожості, умов перезимівлі, виживання у весняно-літній період тощо. Зріджені посіви створюють умови для росту і розвитку бур'янів, загущені – через зменшену аерацію можуть стати причиною активного розвитку грибкових захворювань, особливо за умов надмірного зволоження.

✓ *Використання деструкторів целюлози на рослинних рештках* допомагає швидко і ефективно розкласти органічні рештки на полі. Крім того вони виконують функцію підтримки здоров'я ґрунту, пригнічуючи патогенну мікрофлору, що захищає культурні рослини від широкого спектру грибкових і бактеріальних патогенів.

Дотримання зазначених вище заходів може стати передумовою отримання максимально можливого врожаю пшениці озимої високої якості за умов органічного виробництва.

Висновки. Дослідження засвідчили, що передпосівна обробка насіння пшениці озимої є дієвим заходом у регулюванні чисельності *Tilletia caries* Tul. Найкращі результати отримано у варіанті з обробкою насіння Вітаваксом у комбінації з Amineon, що дозволило зменшити заспореність зерна у 10 разів порівняно з контрольним варіантом. Така комбінація хімічного та біологічного препаратів може бути рекомендована для впровадження у традиційні технології захисту рослин. Використання в органічних технологіях вирощування пшениці озимої обробки посівного матеріалу ультраконцентрованим органічним добривом Amineon у нормі 1 л/т зменшує заспореність зерна у 2,6 рази порівняно з контролем.

Завчасне планування та реалізація комплексу заходів з контролювання та регулювання фітопатогенного стану посівів пшениці озимої є стратегічно важливими для досягнення максимально можливих врожаїв високої якості. Науково обґрунтована сівозміна, вибір стійких сортів, передпосівна фітопатологічна експертиза насіння, використання біологічних препаратів фунгіцидної дії, дотримання оптимальних строків посіву, ефективний механічний захист від бур'янів, управління густиною стояння рослин, використання деструкторів целюлози на рослинних залишках – усе це сприяє зменшенню ризиків зараження фітопатогенами та їх поширенню, створюючи сприятливі умови для збільшен-

ня врожаїв та покращення якості продукції. Такий комплексний підхід є необхідним у сучасному органічному землеробстві для досягнення стійкого і ефективного виробництва сільськогосподарської продукції.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Імпорт органічної агропродовольчої продукції до ЄС. Ключові досягнення 2022. URL: https://organicinfo.ua/wp-content/uploads/2023/08/eu-organic-imports-brief-2022_ua.pdf

2. The world of organic agriculture statistics and emerging trends 2023. URL: <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1254-organic-world-2023.pdf>

3. Моргун В.В., Топчій Т.В. Значення стійких сортів озимої пшениці, вивчення джерел і донорів стійкості до шкідників та основних збудників хвороб. Фізіологія рослин і генетика. 2018. Т. 50. № 3. С. 218–240. DOI: 10.15407/frg2018.03.218

4. Мурашко Л.А., Муха Т.І., Ковалишина Г.М., Дмитренко Ю.М. Характеристика вихідного матеріалу, стійкого проти фузаріозу колоса та кореневих гнилей, для селекції пшениці озимої. Plant and Soil Science. 2021. Vol. 12(4). С. 80–90. DOI: 10.31548/agr2021.04.080

5. Башлай А.Г., Власенко В.А., Башлай А.Г., Власенко В.А. Реакція рослин пшениці озимої на фітопатогени за умов біологізації землеробства. Вісник Сумського національного аграрного університету. 2020. Вип. 1 (39). С. 3–13.

6. Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції: Закон України від 06.06.2019 р. N 2740-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2496-19#Text>

7. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур: Методи визначення якості. Київ: Держстандарт України, 2003. 173 с.

8. Technologies of protection and nutrition in agrophytocenoses of legumes for organic seed production / I. Horodyska et al. Environmental Research, Engineering and Management. 2021. Vol. 77. No 1. P. 47–58. DOI: 10.5755/j01.irem.77.1.23459

9. Кирик М.М., Ковалишин А.Б., Ковалишина Г.М. Вплив попередників на розвиток хвороб зерна пшениці озимої та зараженість його мікроміцетами. Карантин і захист рослин. 2011. № 9. С. 1–3.

10. Панасюк І.А., Луцок О.П. Використання зелених добрив у сучасному землеробстві. Наукові основи ефективного розвитку галузі землеробства та використання земельно-ресурсного потенціалу України: матеріали науково-практичної конференції молодих учених і спеціалістів. Київ, 2016. С. 25–27.

11. Новохацький М., Нілова Н., Погорілий П. Сидерати – біологічний фактор відтворення родючості ґрунту. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2015. № 19. С. 384–396.

12. Томчук В.В. Управління поживними рештками і мульчею. The scientific heritage. 2020. № 46. P. 35–45.

13. Ковальов В.Б., Трембіцька О.І., Радько Т.В. Біологічна активність ґрунту за органічної системи вирощування культур у короткочасній сівозміні. Агропромислове виробництво Полісся. 2015. № 8. С. 15–20.

14. Ткаченко М.А., Григора Т.І. Вплив побічної продукції на відтворення гумусу за органічного землеробства. Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». 2013. № 1–2. С. 10–15.

15. Міщенко Ю.Г., Бутенко А.О., Губар А.О., Ошкадьоров А.О. Вплив післяжнивних сидератів на родючість ґрунту. Innovative trends in science, practice and education: The VII International Scientific and Practical Conference. Munich, Germany. 2022. P. 41–46.

16. Шувар І.А., Бердніков О.М., Центило Л.В., Сендецький В.М. Сидерати в сучасному землеробстві: монографія. Івано-Франківськ, 2015. 156 с.

17. Городиська І.М., Кравчук Ю.А. Сидерація – один з чинників збереження родючості ґрунту в органічному землеробстві. Збалансоване природокористування. 2023. № 4. С. 135–144. DOI: 10.33730/2310-4678.4.2023.292740

18. Жемела Г.П., Бараболя О.В., Татарко Ю.В., Антоновський О.В. Вплив сортових особливостей на якість зерна пшениці озимої. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2020. № 3. С. 32–39. DOI: 10.31210/visnyk2020.03.03.

19. Оцінка стійкості сортів пшениці озимої селекцентрів України проти хвороб на штучних інфекційних фонах їх збудників / Л.А. Мурашко та ін. Аграрні інновації. 2022. № 13. С. 209–214. DOI: 10.32848/agrar.innov.2022.13.30.

20. Ковалишина Г.М. Стійкість сортів пшениці озимої проти хвороб. Захист і карантин рослин. 2014. Вип. 60. С. 151–158.

REFERENCES

1. Import organicnoi' agroprodovol'choi' produktcii' do JeS [Import of organic agro-food products to the EU]. Ključovi dosjagnennja 2022 [Key achievements 2022]. Available at: https://organicinfo.ua/wp-content/uploads/2023/08/eu-organic-imports-brief-2022_ua.pdf

2. The world of organic agriculture statistics and emerging trends 2023. Available at: <https://www.fib1.org/fileadmin/documents/shop/1254-organic-world-2023.pdf>

3. Morgun, V.V., Topchij, T.V. (2018). Znachennja stijkih sortiv ozymoi' pshenyци, vyvchennja dzherel i donoriv stijkosti do shkidnykiv ta osnovnyh zbudnykiv hvorob [The importance of resistant varieties of winter wheat, the study of sources and donors of resistance to pests and major pathogens]. Fiziologija roslyn i genetyka [Physiology of plants and genetics]. Vol. 50, no. 3, pp. 218–240. DOI: 10.15407/frg2018.03.218

4. Murashko, L.A., Muha, T.I., Kovalyshyna, G.M., Dmytrenko, Ju.M. (2021). Harakterystyka vyhidnogo materialu, stijkogo proty fuzariozu kolosa ta korenyh gnylej, dlja selekcii' pshenyци ozymoi' [Characteristics of the source material, resistant to Fusarium head blight and root rot, for the selection of winter wheat].

Plant and Soil Science. Vol. 12(4), pp. 80–90. DOI: 10.31548/agr2021.04.080

5. Bashlaj, A.G., Vlasenko, V.A., Bashlaj, A.G., Vlasenko, V.A. (2020). Reakcija roslyn pshenyци ozymoi' na fitopatogeny za umov biologizacii' zemlerobstva [The reaction of winter wheat plants to phytopathogens under the conditions of biologization of agriculture]. Visnyk Sums'kogo nacional'nogo agrarnogo universytetu [Bulletin of the Sumy National Agrarian University]. Issue 1 (39), pp. 3–13.

6. Pro osnovni pryncypy ta vymogy do organichnogo vyrobnyctva, obigu ta markuvannja organichnoi' produktcii: zakon Ukraїny vid 06.06.2019 r. N 2740-VIII [On the basic principles and requirements for organic production, circulation and labeling of organic products: Law of Ukraine dated June 6, 2019 N 2740-VIII]. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2496-19#Text>

7. DSTU 4138-2002. Nasinnja sil'skogospodars'kyh kul'tur: Metody vyznachennja jakosti [DSTU 4138-2002. Seeds of agricultural crops: Methods of determining quality]. Kyiv, Derzhstandart of Ukraine, 2003, 173 p.

8. Norodyska, I., Ternovy, Yu., Chub, A., Lishchuk, A., Draga, M. (2021). Technologies of protection and nutrition in agrophytocenoses of legumes for organic seed production. Environmental Research, Engineering and Management. Vol. 77, no. 1, pp. 47–58. DOI: 10.5755/j01.arem.77.1.23459

9. Kyryk, M.M., Kovalyshyn, A.B., Kovalyshyna, G.M. (2011). Vplyv poperednykiv na rozvytok hvorob zerna pshenyци ozymoi' ta zarazhenist' jogo mikromicetamy [The influence of precursors on the development of winter wheat grain diseases and its contamination by micromycetes]. Karantyn i zahyst roslyn [Quarantine and plant protection]. no. 9, pp. 1–3.

10. Panasjuk, I.A., Lucjuk, O.P. (2016). Vykorystannja zelenyh dobryv u suchasnomu zemlerobstvi [Use of green fertilizers in modern agriculture]. Naukovi osnovy efektyvnogo rozvytku galuzi zemlerobstva ta vykorystannja zemel'no-resursnogo potencialu Ukraїny: materialy naukovo-praktychnoi' konferencii' molodyh uchenyh i specialistiv [Scientific foundations of the effective development of the agricultural sector and the use of land-resource potential of Ukraine: materials of the scientific-practical conference of young scientists and specialists]. Kyiv, pp. 25–27.

11. Novohac'kyj, M., Nilova, N., Pogorilyj, P. (2015). Syderaty – biologichnyj faktor vidtvoennja rodjuchosti ґрунту [Siderates are a biological factor of reproduction of soil fertility]. Tehniko-tehnologichni aspekty rozvytku ta vyprobuvannja novoi' tehniky i tehnologij dlja sil'skogo gospodarstva Ukraїny [Technical and technological aspects of the development and testing of new equipment and technologies for agriculture in Ukraine]. no. 19, pp. 384–396.

12. Tomchuk, V.V. (2020). Upravlinnja pozhnyvny my reshtkamy i mul'cheju [Management of crop residues and mulch]. The scientific heritage. no. 46, pp. 35–45.

13. Koval'ov, V.B., Trembic'ka, O.I., Rad'ko, T.V. (2015). Biologichna aktyvnist' ґрунту za organichnoi'

systemy vyroshhuvannja kul'tur u korotkorotacijnij sivozmini [Biological activity of the soil under the organic system of growing crops in short-rotational crop rotation]. *Agropromyslove vyrobnytstvo Polissja* [Agro-industrial production of Polissia]. no. 8, pp. 15–20.

14. Tkachenko, M.A., Grygora, T.I. (2013). Vplyv pobichnoi' produkci' na vidtvorennja gumusu za organichnogo zemlerobstva [The influence of by-products on the reproduction of humus during organic farming]. *Zbirnyk naukovykh prac' NNC «Instytut zemlerobstva NAAN»* [Collection of scientific works of the National Research Center "Institute of Agriculture of the National Academy of Sciences"]. no. 1–2, pp. 10–15.

15. Mishhenko, Ju.G., Butenko, A.O., Gubar, A.O., Oshkad'orov, A.O. (2022). Vplyv pisljazhnyvnyh syderativ na rodjuchist' g'runtu [The effect of post-harvest siderates on soil fertility]. *Innovative trends in science, practice and education: the VII International Scientific and Practical Conference*. Munich, Germany, pp. 41–46.

16. Shuvar, I.A., Berdnikov, O.M., Centylo, L.V., Sendec'kyj, V.M. (2015). Syderaty v suchasnomu zemlerobstvi: monografija [Siderates in modern agriculture]. Ivano-Frankiv's'k, 156 p.

17. Gorodys'ka, I.M., Kravchuk, Ju.A. (2023). Syderacija – odyn z chynnykiv zberezhennja rodjuchosti g'runtu v organichnomu zemlerobstvi [Sideration is one of the factors of maintaining soil fertility in organic farming]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannja* [Balanced nature management]. no. 4, pp. 135–144. DOI: 10.33730/2310-4678.4.2023.292740

18. Zhemela, G.P., Barabolja, O.V., Tatarako, Ju.V., Antonov's'kyj, O.V. (2020). Vplyv sortovyh osoblyvostej na jakist' zerna pshenyци ozymoї' [The influence of varietal characteristics on the quality of winter wheat grain]. *Visnyk Poltav's'koi' derzhavnoi' agrarnoi' akademii'* [Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy]. no. 3, pp. 32–39. DOI: 10.31210/visnyk2020.03.03.

19. Murashko, L.A., Muha, T.I., Gumenjuk, O.V., Novyc'ka, N.V., Martynov, O.M. (2022). Ocinka stijkosti sortiv pshenyци ozymoї' selekcentriv Ukrai'ny proty hvorob na shtuchnyh infekcijnyh fonah i'h zbudnykiv [Evaluation of resistance of winter wheat varieties of breeding centers of Ukraine against diseases on artificial infectious backgrounds of their pathogens]. *Agrarni innovacii'* [Agrarian innovations]. no. 13, pp. 209–214. DOI: 10.32848/agrar.innov.2022.13.30

20. Kovalyshyna, G.M. (2014). Stijkist' sortiv pshenyци ozymoї' proty hvorob [Resistance of winter wheat varieties to diseases]. *Zahyst i karantyn roslin* [Protection and quarantine of plants]. Issue 60, pp. 151–158.

ter wheat varieties to diseases]. *Zahyst i karantyn roslin* [Protection and quarantine of plants]. Issue 60, pp. 151–158.

Phytopathogenic background regulation of winter wheat crops under organic cultivation

Horodyska I., Ternovyi Yu., Mazur S.

Agrotechnical and biological measures for regulation and controlling phytopathogens and their impact on the quantitative indicators of the winter wheat harvest under organic cultivation have been determined. It was found that the treatment of winter wheat seed material with the chemical agent «Vitavax» resulted in a yield increase of 10%. Seed treatment with the organic fertilizer «Amineon», as well as the combination of chemical and biological agents, contributed to a 12.5% increase in winter wheat yield. At the same time, the weight of 1000 winter wheat seeds in the treated variants was 9–11% higher than in the control variant (untreated). In the absence of any pre-sowing seed treatment options, the development of common bunt (*Tilletia caries* Tul.) in winter wheat crops results in grain contamination at a level of 31,250.0 spores/seed, which is 2.6 times higher than in the variant treated with the organic fertilizer «Amineon» and 5.3 times higher than in the variant treated with the chemical agent «Vitavax». The best results were obtained in the variant with a combination of chemical and biological agents, where grain contamination was determined to be ten times lower than in the untreated variant (control). Justification for implementing measures to control and regulate the phytopathogenic state of organic winter wheat crops, combining the use of biological plant protection agents with agronomic practices. The implementation of measures to control and regulate the phytopathogenic state of organic crops of winter wheat, combining the use of biological plant protection agents with agrotechnical methods, is substantiated. The most harmful among fungal diseases of winter wheat is common bunt. Crop loss in winter wheat due to crop infection by the pathogen amounted to 10.0–12.5%. Pre-sowing treatment of winter wheat seeds reduces grain contamination by *Tilletia caries* Tul. by 2.6–10.0 times compared to the control, depending on the treatment variant. Implementing measures to control and regulate the phytopathogenic state of crops is a prerequisite for obtaining the highest possible yields of high-quality winter wheat.

Key words: pathogen, contamination, common bunt, seed material, fungicidal action.



Copyright: Городиська І.М., Терновий Ю.В., Мазур С.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:

Городиська І.М.

Терновий Ю.В.

Мазур С.О.

<https://orcid.org/0000-0002-1580-3450>

<https://orcid.org/0000-0002-5829-5089>


<https://orcid.org/0000-0002-5025-0134>



УДК 631.526+632.51:631.582]–043.5

Взаємодія культурних рослин і бур'янів у десятипільних сівозмінахЄщенко В.О. , Коваль Г.В. , Накльока Ю.І. 

Уманський національний університет садівництва

 E-mail: Коваль Г.В. halinakoval10@gmail.com

Єщенко В.О., Коваль Г.В., Накльока Ю.І. Взаємодія культурних рослин і бур'янів у десятипільних сівозмінах. «Агробіологія», 2024. № 1. С. 260–267.

Yeshenko V., Koval G., Naklyoka Yu. Interaction of cultivated plants and weeds in ten-field crop rotations. «Agrobiologia», 2024. no. 1, pp. 260–267.

Рукопис отримано: 10.05.2024 р.

Прийнято: 18.05.2024 р.

Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-260-267

На кафедрі загального землеробства Уманського НУС вивчення аделопатичних відносин культурних і бур'янистих рослин тривалий час проводили в стаціонарному досліді з 10-пільними сівозмінами: типовий варіант 11 – перше поле – кукурудза на зелену масу; друге – пшениця озима; третє – буряки цукрові; четверте – ячмінь з підсівом конюшини; п'яте – конюшина; шосте – пшениця озима; сьоме – буряки цукрові; восьме – горох; дев'яте – пшениця озима; десяте – кукурудза. У варіанті 1 у третьому полі замість бур'яків цукрових типового варіанта вирощували кукурудзу; у варіанті 2 замість кукурудзи у десятому полі – соняшник, у варіанті 7 і 8 – відповідно буряки цукрові і пшеницю озиму. У варіанті 4 у трьох останніх полях типового 11 варіанта вирощували кукурудзу. Тестовою культурою в досліді була кукурудза на зелену масу, тому в заключний рік другої ротації сівозмін визначали видовий склад бур'янів у посівах цієї культури. Виявилось, що в типовій сівозміні основними засмічувачами були куряче просо і мишій сизий. Зростала частка цих бур'янів у сівозмінах 1 і 4, а знижувалась – у сівозміні 7, де зростала частка широколистяних бур'янів. Зменшувалась загальна кількість бур'янів у сівозміні 2, де в десятому полі замість кукурудзи вирощували соняшник. Встановлений позитивний зв'язок між кореневими рештками культур і проростанням насіння бур'янів в такому парному поєднанні: кукурудза – куряче просо; буряки цукрові – лобода біла; буряки цукрові – щиріца звичайна і буряки цукрові – мишій сизий. В іншому вегетаційному досліді ґрунт, відібраний із ризосфери кукурудзи, сприяв проростанню курячого проса, а ґрунт з-під бур'яків цукрових стимулював до проростання насіння лободи білої і щиріци звичайної. Ґрунт із ризосфери соняшнику на достовірну величину знижував інтенсивність проростання насіння щиріци звичайної і мишію сизого. Водні витяжки із курячого проса і мишію сизого негативно позначались на початковому рості кукурудзи, витяжки із лободи білої практично не впливали на обидва показники росту, а витяжки зі щиріци звичайної сприяли і висоті рослин кукурудзи одночасно збільшуючи їх масу.

Ключові слова: сівозміна, бур'яни, кореневі рештки, водні витяжки.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Відношення культурних рослин і бур'янів у посівах вивчено недостатньо, хоч саме на них ґрунтуються всі агротехнічні заходи щодо зменшення забур'яненості агроценозів через вищу здатність культурних рослин пригнічувати бур'яни. Часто ці відносини мають аделопатичний прояв, тому для їх вивчення додатково з польовими дослідями слід було застосовувати вегетаційні.

Бур'яни можуть негативно впливати на культурні рослини через виділені в ґрунт корінням біологічно активні речовини, які називають колінами. Багато з них можуть токсично впливати на проростаюче насіння висіяної культури і затримувати початковий ріст молодих рослин. Особливо токсичними є кореневі виділення гірчака рожевого і пирію повзучого. Токсичною для культур може бути загорнута у ґрунт наземна маса цих та багатьох інших бур'янів [1].

Забур'яненість посівів значною мірою визначається способом обробітку. У разі заміни оранки плоскорізним розпушуванням зростала потенційна і актуальна забур'яненість культури у сівозмінах різних наукових установ [25].

У досліді Полтавської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту свинарства і агропромислового виробництва НААН вирощування соняшнику замість кукурудзи знижувало забур'яненість посівів на 30 %, а збільшення частки кукурудзи призводило до підвищення забур'яненості в 1,4 рази [6], а між забур'яненістю та урожайністю кукурудзи відмічали найтісніший зворотний кореляційний зв'язок.

Бур'яни призводили до збільшення сумарних витрат ґрунтової води до 2530 і 2850 м³/га, вміст білка в зерні за високої забур'яненості знижувався з 11,9–12,8 до 9,10 %, дегустаційна оцінка від бур'янів знижувалася з 4,2 до 3,2 балів, а вихід кондиційних качанів зменшувався в 5–6 разів [7]. До зниження шкодочинності бур'янів приводить провокація сходів бур'янистих рослин з боронуванням посівів культури після появи її сходів [8].

Розвиток бур'янистих рослин значною мірою визначався густиною культурного травостою. Зокрема, в досліді С.П. Танчика і А.І. Бабенко [9] між густиною пшениці озимої і забур'яненістю посівів відмічали тісний за силою і зворотний за напрямом кореляційний зв'язок ($r = -0,94$), коли за норми висіву насіння 5,0 і 5,5 млн шт./га забур'яненість посівів після різних попередників була відповідно на 14–47 і 26–72 % нижчою, ніж за норми висіву 4,5 млн шт./га. Аналогічний зв'язок відмічали на посівах гороху в досліді С.І. Карасевича [10] і з бур'яками цукровими в досліді В.М. Бовсуновського [11].

На посівах різних культур спостерігали середній склад бур'янистої рослинності. В посівах ячменю ярого [12] серед 25 видів бур'янів найбільше було мишію сизого (43 %), галінсоги дрібноквіткової (14 %), талабану польового (11 %), щиріці і грициків звичайних (по 7 %), лободи білої (5 %) і триреберника непахучого (3 %). У посівах буряків цукрових в досліді О.О. Іващенко [13] найбільшу частку займали плоскуха (19,4 %), мишія сизий (14,6 %), щиріця звичайна (12,4 %), лобода біла (11,1 %) і гірчак розлогий (10,5 %), а в дослідженнях І.М. Петренко [14] в посівах цієї культури найпоширенішими були плоскуха звичайна (41 %), лобода біла (22 %), щиріця звичайна (20 %) і пирій повзучий (9 %). У посівах кукурудзи в дослідженнях С.Є. Окрушко [15] найбільше було мишію сизого (21,0 %), плоскухи звичайної (16,6 %), лободи білої (11,3 %), щиріці звичайної (10,5 %), різних видів гірчаків (8,9 %) і по 8,1 % галінсоги дрібноквіткової і триреберника непахучого. В досліді О.А. Саюка,

Р.М. Трояченка і І.О. Павлюк [12] з картоплею на час її бутонізації в середньому за 2017 і 2018 роки найбільше були забур'янені її насадження мишіем сизим (32,3 %), галінсого дрібноквітковою (26,0 %), щиріцею звичайною (19,4 %) і лободою білою (8,7 %). У посівах сої в дослідженнях М.А. Ткаченка, Є.В. Задубинної, О.А. Цюк і І.М. Кондратюк [17] основними конкурентами для культури були лобода біла, плоскуха звичайна, щиріця звичайна і пирій повзучий. Найбільшу частку (45–55 %) мають пізні ярі бур'яни, 18–26 % – ранні ярі, 7–24 % припадало на озимі і зимуючі і 8–18 % – на багаторічні види. У дослідженнях А.А. Петришиної [18] з горохом типовими бур'янами, які мають проростати майже впродовж всього вегетаційного періоду, були лобода біла, плоскуха звичайна, паслін чорний, щиріця звичайна, мишія сизий та ін. Посіви соняшнику в досліді В.С. Зузи [19] найбільш засмічували плоскуха звичайна (48,1 %), мишія сизий (18,4 %), щиріця звичайна (11,3 %), осот рожевий (3,6 %), лобода біла (1,7 %). На посівах гречки в дослідженнях О.В. Вавриновича, О.Й. Качмар, А.О. Дубицької, О.А. Дубицького, М.М. Щерби [20] найпоширенішими видами були лобода біла, плоскуха звичайна і мишія сизий, а посіви проса за даними Ф.Й. Брухалія, О.Г. Любич, Р.Є. Грищенко та ін. [21] засмічувались переважно злаковими плоскухою звичайною і мишіем сизим, які займають 62–69 % всієї кількості бур'янів. Згідно з повідомленням Я.П. Цвея, М.В. Тищенко і С.В. Філоненка [22] на посівах пшениці озимої в ланці з чистим паром найбільше серед бур'янів було жабрію звичайного (36,9 %), мишію сизого (23,0 %), зірочника середнього (20,3 %) і щиріці звичайної (0,4 %). Зменшенню забур'яненості льону-довгунця пирієм повзучим сприяє загортання в ґрунт редьки олійної як проміжної культури, до якого вона проявляє явище алелопатії [23].

Конкурентний тиск бур'янів у посівах сої був на 5,5 % вище на фоні плоскорізного обробітку ніж за оранки, а тиск культури – на 6,8 % нижчим, що обумовлено вищою актуальною забур'яненістю культури [24].

Найбільш виражений інтервал критичного періоду між ріпаком озимим і бур'янами в умовах Прикарпаття України починався від періоду відновлення весняної вегетації і продовжувався до 40 діб [25]. Розрахований коефіцієнт регресії в досліді Г.В. Коваль [26] вказує, що від збільшення забур'яненості найбільший негативний вплив на продуктивність посівів ріпаку ярого проявляється на середину і наприкінці вегетації культури ($R = 4,1$), на посівах пшениці ярої – на середину вегетації ($R = 4,6$), на посівах сої – наприкінці вегетації ($R = 5,0$), на посівах льону олійного – на середину веге-

тації на час формування насіння ($R = 4,6$), на посівах ячменю ярого – на час виколошування культури ($R = 5,6$), коли в середньому за три роки на одну рослину бур'яну припадало 5,73 кг/га недоотриманого врожаю ячмінного зерна.

Метою досліджень було вивчення особливостей формування алелопатичних відносин культурних рослин та бур'янів.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проведено на базі польового стаціонарного дослідження кафедри загального землеробства Уманського національного університету садівництва з десятипільними сівозмінами. Контрольним в досліді був варіант 11 з типовим для зони нестійкого зволоження Лісостепу України чергуванням культур: перше поле – кукурудза на зелену масу; друге – пшениця озима; третє – буряки цукрові; четверте – ячмінь з підсівом конюшини; п'яте – конюшина; шосте – пшениця озима; сьоме – буряки цукрові; восьме – горох; дев'яте – пшениця озима; десяте – кукурудза. У варіанті 1 у третьому полі замість буряків цукрових типового варіанта вирощували кукурудзу; у варіанті 2 замість кукурудзи у десятому полі – соняшник, у варіанті 7 і 8 – відповідно буряки цукрові і пшеницю озиму. У варіанті 4 у трьох останніх полях типового варіанта 11 вирощували кукурудзу.

Результати дослідження та обговорення. Тестовою культурою у досліді із 10-пільними сівозмінами була кукурудза на зелену масу, тому програма досліджень насамперед передбачала вивчення видового складу бур'янів саме на посівах цієї культури, виконаного в останній рік другої ротації досліджуваних сівозмін. Обліки бур'янів показали (табл. 1), що в типовій сівозміні основними засмічувачами були кураче просо і мишій сизий. Помітно зростала частка цих бур'янів у сівозмінах 1 і 4, а знижувалась – у сівозміні 7, де збільшувалась частка широколистих бур'янів лободи білої і щиріці звичайної. Зменшувалась загальна кількість

бур'янів у сівозміні 2, де в десятому полі замість кукурудзи вирощували соняшник.

Для встановлення зв'язку між культурними рослинами і сходами насіння бур'янів у чашки Петрі з ґрунтом беззмінного чистого пару добавляли подрібнені кореневі рештки пшениці озимої, кукурудзи, буряків цукрових та соняшнику і висівали по 100 життєздатних і рівновагових насінин лободи білої (*Chenopodium album*), щиріці звичайної (*Amarantus retroflexus*), плоскухи або курячого проса (*Echinochloa crus-galli*) і мишію сизого (*Setaria glauca*), які вважаються основними засмічувачами просапних культур лісостепової зони. Пророщували насіння за оптимальних умов температури і зволоженості середовища (термостату) впродовж місяця. В результаті встановлено (табл. 2), що кореневі рештки всіх культур позитивно впливали на проростання насіння більшості видів бур'янів за виключенням пшениці озимої і соняшнику на насіння мишію сизого.

Слід зазначити, що особливо чітко проявлявся позитивний зв'язок між кореневими рештками культур і проростанням насіння бур'янів в такому парному поєднанні: кукурудза – плоскуха; буряки цукрові – лобода біла; буряки цукрові – щиріця звичайна і буряки цукрові – мишій сизий.

В іншому вегетаційному досліді інтенсивність проростання насіння різних видів бур'янів визначали на фоні впливу корневих виділень рослин під час вегетації основних просапних культур польової сівозміни. Для цього насіння бур'янів пророщували як і в першому досліді, однак середовищем для них слугував ґрунт, відібраний із ризосфери кукурудзи, буряків цукрових і соняшнику. Зокрема відмічено (табл. 3), що ґрунт із ризосфери кукурудзи сприяв проростанню насіння плоскухи звичайної, тимчасом кореневі виділення буряків цукрових стимулювали проростання насіння лободи білої і щиріці звичайної.

Таблиця 1 – Видовий склад бур'янів на посівах кукурудзи на зелений корм у різних сівозмінах (заключний рік другої ротації)

№ сівозміни	Показник забур'яненості X)	Вид бур'яну					
		кураче просо	мишій сизий	мишій зелений	лобода біла	щиріця звичайна	інші
11	1	43,4	22,3	4,7	8,3	9,3	12,2
	2	43,4	22,3	4,7	8,3	9,3	12,2
1	1	63,0	30,0	9,7	2,7	4,3	5,0
	2	54,9	26,2	8,5	2,4	3,7	4,9
2	1	30,7	17,3	13,7	4,3	9,3	12,7
	2	34,9	19,7	15,6	4,9	10,6	14,3
4	1	193,3	44,7	14,3	9,0	10,3	9,7
	2	68,7	15,9	5,1	3,2	3,7	3,4
7	1	32,3	20,7	16,3	28,3	28,0	19,4
	2	23,1	14,8	11,6	20,2	20,7	9,6
8	1	48,7	24,7	20,7	16,3	17,3	17,6
	2	33,5	17,0	14,2	11,2	11,9	12,2

Примітка. X) 1 – абсолютний, шт./м²; 2 – відносний, % до загальної кількості бур'янів.

Таблиця 2 – Схожість насіння ярих бур'янів за наявності в ґрунті кореневих решток різних культурних рослин, шт./м²

Вид бур'яну	Без решток	Із рештками				НІР _{0,5}
		пшениці озимої	кукурудзи	буряків цукрових	соняшнику	
Лобода біла	38,2	41,0	45,2	60,2	43,8	7,98
Щириця звичайна	59,9	64,1	67,6	85,2	68,4	9,22
Куряче просо	32,4	45,0	57,0	43,8	43,2	4,82
Мишій сизий	48,2	44,6	50,6	56,6	45,2	5,43

Таблиця 3 – Схожість насіння ярих бур'янів з ризосфери кукурудзи, буряків цукрових і соняшнику, %

Вид бур'яну	Ризосфера			НІР _{0,5}
	кукурудзи	буряків цукрових	соняшнику	
Лобода біла	39,6	51,0	40,4	3,88
Щириця звичайна	68,4	76,6	62,0	1,69
Куряче просо	51,8	41,4	39,2	5,96
Мишій сизий	52,0	52,2	43,6	5,52

На достовірну величину знижувалась інтенсивність проростання насіння щириці звичайної і мишію сизого з ґрунту, відібраного з ризосфери соняшнику.

Враховуючи аналіз даних таблиць 2 і 3, можна дійти висновку, що зростання забур'яненості посівів кукурудзи на зелену масу курячим просом і мишієм сизим у четвертому варіанті сівозмін зумовлювали умови, що сприятливо складались для розмноження і росту цих бур'янів на повторних посівах кукурудзи на зерно і забезпечуючи сприятливіші умови для інтенсивного проростання насіння названих бур'янів під впливом прижиттєвих кореневих виділень кукурудзи і кореневих решток цієї культури. За цими ж причинами відмічали інтенсивне розмноження курячого проса і мишію сизого у першому варіанті сівозмін, де посіви кукурудзи розширювались через скорочення площ під буряками цукровими. Водночас зростала і загальна чисельність бур'янів (табл. 4). Менш забур'яненіми були посіви кукурудзи на зелену масу у другій сівозміні, де цю культуру вирощували після соняшнику, який замінив у цьому варіанті кукурудзу на зерно. Зменшення забур'яненості таких посівів було результатом своєрідних алелопатичних зв'язків між культурою соняшнику і насінням основних його засмічувачів (табл. 2 і 3), так і слабого розмноження бур'янів на посівах, який за рівномірного розміщення рослин по площі через затінення сильно пригнічував всі наявні бур'яни.

Прижиттєві виділення в ґрунт буряків цукрових та їх кореневих решток стимулююче впливали на проростання насіння широколистих ярих бур'янів, тому частка лободи білої і щириці звичайної в загальній масі бур'янів в такій сівозміні

була найбільшою. Із ранніх ярих найбільше було гірчиці польової і редьки дикої. Загалом бур'яни цієї біологічної групи в бурякових полях значно знищувались за підготовки ґрунту до сівби до- і післясходовим боронуванням, тому їх частка серед решти бур'янів цього варіанта була незначною. Збільшення кількості полів буряку цукрового в сівозміні дозволило до мінімуму зменшити забур'яненість посівів багаторічниками, тимчасом скорочення частки цієї культури за одночасного збільшення частки кукурудзи (сівозмінна 1) призводило до поширення багаторічних бур'янів, зокрема осоту рожевого (*Cirsium arvense*).

З метою перевірки впливу водних витяжок із свіжовисушених бур'янів на початковий ріст кукурудзи, 1 г сухої маси заливали 20 мл води, настоювали 24 год, настій зціджували і ним заливали насіння кукурудзи в посудині з піском. Зокрема встановлено, що найбільшу інгібіторну силу проявляли витяжки із курячого проса (табл. 5), які найбільше пригнічували початковий ріст кукурудзи. За ними майже на достовірну величину за впливом на висоту рослин кукурудзи розміщувалась витяжка з мишію сизого, а за впливом на масу рослин пригнічувальна властивість водних витяжок з мишію сизого була підтверджена і статично.

Водні витяжки з лободи білої майже не впливали на початковий ріст кукурудзи, а витяжки зі щириці звичайної навіть сприяли зростанню висоти рослин кукурудзи, одночасно збільшуючи їх масу.

Для ячменю і підсіяного під його покрив насіння конюшини більш токсичними були кореневі виділення буряків цукрових. Кількість сходів після них як у польовому досліді, так і вегетаційному була на достовірну величину менше, ніж після кукурудзи (табл. 6).

Таблиця 4 – Забур'яненість посівів кукурудзи на зелену масу в сівозміні залежно від видового складу просяних культур (у % до типової сівозміни 11)

Номер сівозміни	Частка культур в сівозміні, %			Попередник	Показник забур'яненості	
	кукурудзи на зерно	буряків цукрових	сосяшнику		кількісний	ваговий
11	10	20	0	кукурудза	100,0	100,0
1	20	10	0	кукурудза	105,2	119,8
2	0	20	10	сосяшник	51,6	38,2
7	0	30	0	буряки цукрові	66,9	83,6
НІР _{0,5}					40	30

Таблиця 5 – Початковий ріст рослин кукурудзи під впливом водних витяжок із ярих бур'янів

Варіант поливу	Відносні показники росту рослин, %	
	висота	маса
Дистильована вода	100	100
Водна витяжка із бур'янів:		
кур'ячого проса	81,6	74,3
мишію сизого	90,0	87,7
лободи білої	99,3	107,7
щириці звичайної	110,	113,7
НІР _{0,5} , %	10,3	9,4

Таблиця 6 – Схожість насіння ячменю і конюшини після буряків цукрових і кукурудзи (польовий дослід) і під впливом водних витяжок із ґрунту після цих попередників (вегетаційний дослід)

Попередник	Дослід	Кількість сходів (у польовому досліді – шт./м ² , у вегетаційному – штук на чашку Петрі)	
		ячменю	конюшини
Буряки цукрові	Польовий	215	210
	Вегетаційний	15,8	19,6
Кукурудза	Польовий	242	311
	Вегетаційний	17,6	26,0
НІР _{0,5}	Польовий	17	68
	Вегетаційний	1,1	0,9

Особливо чутливим до рослинних виділень буряків цукрових було насіння конюшини. Виявлено токсичність ґрунту після буряків цукрових, це пояснюється тим, що в полі після цього попередника вірогідне одностороннє розмноження такої асоціації ґрунтової мікрофлори, яка в результаті обміну продукує фітотоксичні речовини, що нагромаджуються і закріплюються в ґрунті.

Висновки. Основними засмічувачами кукурудзи на зелену масу в типовій сівозміні були кур'яче просо і мишія сизий. Частка цих бур'янів зростала з насиченням сівозмін кукурудзою, а знижувалась за розширення площ під буряками цукровими. Ґрунт, відібраний з ризосфери кукурудзи, сприяв проростанню кур'ячого проса, а з ризосфери буряків цукрових – проростанню лободи білої і щириці звичайної. На достовірну величину знижувалась інтенсивність проростання насіння щириці звичайної і мишію сизого з ґрунту, відібраного з ризосфери сосяшнику.

Водні витяжки із кур'ячого проса і мишію сизого гальмували початковий ріст кукурудзи, а витяжки із щириці звичайної стимулювали цей ріст.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бур'яни та боротьба з ними: навчальний посібник з гербології / за ред. В.О. Єщенко. Вінниця: ФОП Рогальська О.І., 2019. 156 с.
2. Панченко О.Б. Відтворення родючості чорнозему типового залежно від систем основного обробітку ґрунту і удобрення в зернопросяній сівозміні Правобережного Лісостепу України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.01. Київ, 2016. 22 с.
3. Павліченко А.А. Продуктивність плодозмінної сівозміни залежно від системи основного обробітку ґрунту та удобрення у Правобережному Лісостепу України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.01. Умань, 2019. 23 с.
4. Литвиненко І.В. Відтворення родючості ґрунту в агрофітоценозі кукурудзи за екологізації землеробства в Правобережному Лісостепу України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.01. Київ, 2012. 20 с.
5. Марковська О.Є. Енергозберігаючі способи основного обробітку темно-каштанового ґрун-

ту в 4-пільній ланці зрошуваної сівозміни Півдня України. Таврійський науковий вісник. 2012. № 81. С. 115–120.

6. Гангур В.В. Агробіологічні основи формування сівозміни різної ротації в Лівобережному Лісостепу України: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.01.01. Чабани, 2019. 54 с.

7. Несторенко С.М. Шкодочинність бур'янів і прийоми боротьби з ними в посівах цукрової і розлусної кукурудзи в умовах Сходу України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.01. Дніпропетровськ, 2004. 20 с.

8. Малієнко А.М., Олєп'їр Р.В. Вплив елементів технології на конкурентні відносини та рівень шкодочинності бур'янів у посівах сої. Зб. наук. пр. Уманського НУС. 2014. Вип. 86. С. 6166.

9. Танчик С.П., Бабенко А.І. Продуктивність пшениці озимої залежно від попередників у Правобережному Лісостепу. Землеробство. Київ, 2015. Вип. 1. С. 19–22.

10. Карасевич С.І. Динаміка накопичення маси бур'янів на посівах гороху. Інтегрований захист рослин в Україні. Київ: Колоб'їг, 2008. С. 49–50.

11. Бовсуновський В.М. Контроль забур'яненості посівів цукрових буряків. Інтегрований захист рослин в Україні. Київ: Колоб'їг, 2008. С. 10–13.

12. Кирилюк В.П. Забур'яненість посівів ячменю ярого за різних систем основного обробітку ґрунту та удобрення. Зб. наук. пр. Національного наукового центру "Інститут землеробства НААН". Київ, 2018. Вип. 2. С. 43–53.

13. Івашенко О.О. Екологічні аспекти захисту посівів цукрових буряків від бур'янів. Інтегрований захист рослин в Україні. Київ: Колоб'їг, 2008. С. 76–78.

14. Петренко І.М. Шкідливість бур'янів та оптимізація їх контролю в агроценозі буряків цукрових за різних систем землеробства Правобережного Лісостепу України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.13. Київ, 2016. 24 с.

15. Окрушко С.Є. Регулювання чисельності бур'янів у посівах кукурудзи. Молодий вчений. 2019. № 2. С. 319–322.

16. Саюк О.А., Трояченко Р.М., Павлюк І.О. Видовий склад бур'янового компонента агроценозу картоплі. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2019. № 1. С. 35–40.

17. Ткаченко М.А., Задубинна Є.В., Цюк О.А., Кондратюк І.М. Моніторинг забур'яненості посівів сої у короткоротаційній сівозміні. Вісник аграрної науки. 2022. № 7 (832). С. 29–35.

18. Петришина А.А. Динаміка появи сходів бур'янів в агрофітоценозі гороху. Наукові доповіді НУБіП України. 2011. № 7. URL: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_7/11panapa.pdf

19. Зуза В.С. Видовий склад бур'янів в посівах соняшнику і питання його прогнозування. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2010. № 15. С. 91–94.

20. Гербологічний стан посівів гречки в ланці сівозміни / О.В. Вавринович та ін. Передгірне і гірське землеробство і тваринництво. 2021. Вип. 70 (1). С. 49–62.

21. Ефективність ґрунтових гербіцидів у технології вирощування проса / Ф.Й. Брухаль та ін. Зб. наук. пр. Уманського НУС, 2017. Вип. 90. С. 40–47.

22. Цвей Я.П., Тищенко М.В., Філоненко С.В. Моніторинг забур'яненості посівів сільськогосподарських культур у ланці зернобурякової сівозміни у виробничих умовах. Вісник Полтавської державної

аграрної академії. 2018. № 1. С. 23–30.

23. Книгніцька Л.П. Забур'яненість посівів льону довгунцю в умовах Прикарпаття. Зб. наук. пр. Уманського НУС. 2016. Вип. 89. С. 159–167.

24. Заяць П.С. Продуктивність сої і пшениці озимої залежно від способів основного обробітку сірого лісового ґрунту та заходів контролювання сегетальної рослинності: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.01. Чабани, 2021. 23 с.

25. Вихованець В.Я. Шкідливість бур'янів та заходи захисту посівів ріпаку озимого в умовах Прикарпаття України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.13. Київ, 2011. 21 с.

26. Коваль Г.В. Рівень інтенсивності зяблевого обробітку та фітосанітарний стан посівів короткоротаційної сівозміни Правобережного Лісостепу України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.01. Умань, 2019. 21 с.

REFERENCES

1. Yeshchenko, V.O. (2019). Buriyani ta borotba z nymy: navchalnyi posibnyk z herbolohii [Weeds and their control]. Vinnitsa, 156 p.

2. Panchenko, O.B. (2016). Vidtvorennya rodjuchosti chornozemu typovogo zalezchno vid system osnovnogo obrobittku g'runtu i udobrennja v zerno prosapnij sivozmini Pravoberezhnogo Lisostepu Ukrai'ny: avtoref. dys. ... kand. s.-g. nauk: 06.01.01 [Reproduction of fertility of typical chernozem depending on systems of the basic tillage and fertilizer in grain of a row crop rotation of the Right-bank Forest-steppe of Ukraine: author's abstract. dis. cand. of agricultural science: 06.01.01]. Kyiv, 22 p.

3. Pavlichenko, A.A. (2019). Produktivnist' plodozminnoi' sivozminy zalezchno vid system osnovnogo obrobittku g'runtu ta udobrennja u Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrai'ny: avtoref. dys. ... kand. s.-g. nauk: 06.01.01 [Productivity of crop rotation depending on the systems of basic tillage and fertilizer in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine: author's abstract. dis. cand. of agricultural science: 06.01.01]. Uman, 23 p.

4. Lytvynenko, I.V. (2012). Vidtvorennya rodjuchosti g'runtu v agrocenozі kukurudzы za ekologizacii' zemlerobstva v Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrai'ny: avtoref. dys. ... kand. s.-g. nauk: 06.01.01 [Reproduction of soil fertility in the agrophytocenosis of corn under greening of agriculture in the Right Bank Forest Steppe of Ukraine: avtoref. dys. cand. of agricultural science: 06.01.01]. Kyiv, 20 p.

5. Markovska, O.Ie. (2012). Enerhozberihaiuchi sposoby osnovnogo obrobittku temno-kashtanovoho gruntu v 4-pilnii lantsi zroshuvanoi sivozminy Pivdnia Ukrainy [Energy-saving methods of the main cultivation of dark chestnut soil in the 4-field chain of irrigated crop rotation in the South of Ukraine]. Tavriiskyi naukovyi visnyk [Taurian Scientific Herald]. no. 81, pp. 115–120.

6. Hanhur, V.V. (2019). Ahrobiolohichni osnovy formuvannia sivozminy riznoi rotatsii v Livoberezhnomu Lisostepu Ukrainy: avtoref. dys. ... kand. s.-g. nauk: 06.01.01 [Agrobiological bases of the formation of crop rotation of different rotations in the Left Bank Forest Steppe of Ukraine: avtoref. dys. cand. of agricultural science: 06.01.01]. Chabany, 54 p.

7. Nestorenko, S.M. (2004). Shkodochynnist buri-aniv i pryiomu borotby z nymy v posivakh tsukrovoi i rozlusnoi kukurudzы v umovakh Skhodu Ukrainy:

avtoref. dys. ... kand. s.-g. nauk: 06.01.01 [Harmfulness of weeds and methods of combating them in crops of sweet corn and open corn in the conditions of Eastern Ukraine: avtoref. dys. cand. of agricultural science: 06.01.01]. Dnipropetrovsk, 20 p.

8. Maliienko, A.M., Olepir, R.V. (2014). Vplyv elementiv tekhnologii na konkurentni vidnosyny ta riven shkodochynnosti burianiv u posivakh soi [The influence of elements of technology on competitive relations and the level of harmfulness of weeds in soybean crops]. Zb. nauk. pr. Umanskoho NUS [Coll. of science Ave. Umansky NUS]. Issue 86, pp. 61–66.

9. Tanchyk, S.P., Babenko, A.I. (2015). Produktivnist psheynysi ozymoi zalezno vid poperednykiv u Pravoberezhnomu Lisostepu [Productivity of winter wheat depending on predecessors in the Right Bank Forest Steppe]. Zemlerobstvo [Agriculture]. Kyiv, Issue 1, pp. 19–22.

10. Karasevych, S.I. (2008). Dynamika nakopychennia masy burianiv na posivakh horokhu [Dynamics of weed mass accumulation on pea crops]. Intehrovanyi zakhyst roslyn v Ukraini [Integrated plant protection in Ukraine]. Kyiv, pp. 49–50.

11. Bovsunovskiy, V.M. (2008). Kontrol zaburianenosti posiviv tsukrovkykh buriakiv. Intehrovanyi zakhyst roslyn v Ukraini [Control of weediness of sugar beet crops. Integrated plant protection in Ukraine]. Intehrovanyi zakhyst roslyn v Ukraini [Integrated plant protection in Ukraine]. Kyiv, pp. 10–13.

12. Kyryliuk, V.P. (2018). Zaburianenist posiviv yachmeniu yaroho za riznykh system osnovnoho obrobitku gruntu ta udobrennia [Pollution of spring barley crops under different systems of main tillage and fertilization]. Zb. nauk. pr. Natsionalnoho naukovoho tsentru "Instytut zemlerobstva NAAN" [Coll. of science avenue of the National Scientific Center "Institute of Agriculture of the National Academy of Sciences"]. Kyiv, Vol. 2, pp. 43–53.

13. Ivashchenko, O.O. (2008). Ekologichni aspekty zakhystu posiviv tsukrovkykh buriakiv vid burianiv [Ecological aspects of protecting sugar beet crops from weeds]. Intehrovanyi zakhyst roslyn v Ukraini [Integrated plant protection in Ukraine]. Kyiv, pp. 76–78.

14. Petrenko, I.M. (2016). Shkidlyvist burianiv ta optymizatsiia yikh kontroliu v ahrotsenozii buriakiv tsukrovkykh za riznykh system zemlerobstva Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy: avtoref. dys. ... kand. s.-g. nauk: 06.01.13 [Harmfulness of weeds and optimization of their control in agroecosystem of sugar beets under different agricultural systems of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine: avtoref. dys. cand. of agricultural science: 06.01.13]. Kyiv, 24 p.

15. Okrushko, S.Ie. (2019). Rehuliuвання chyselnosti burianiv u posivakh kukurudzy [Regulation of the number of weeds in corn crops]. Molodyi vchenyi [A young scientist]. no. 2, pp. 319–322.

16. Saiuk, O.A., Troiachenko, R.M., Pavliuk, I.O. (2019). Vydovyi sklad burianovoho komponentu ahrotsenozu kartopli [Species composition of the weed component of potato agroecosystem]. Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahraimoi akademii [Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy]. no. 1, pp. 35–40.

17. Tkachenko, M.A., Zadubynna, Ye.V., Tsiuk, O.A., Kondratiuk, I.M. (2022). Monitorynh zaburianenosti posiviv soi u korotkorotatsiinii sivozmini [Monitoring of weediness of soybean crops in short-rotation crop

rotation]. Visnyk ahraimoi nauky [Herald of Agrarian Science]. no. 7 (832), pp. 29–35.

18. Petryshyna, A.A. (2011). Dynamika poiavy skhodiv burianiv v ahrofitotsenozii horokhu [Dynamics of emergence of weeds in the agrophytocoenosis of peas]. Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy [Scientific reports of NUBiP of Ukraine]. no. 7. (23) Available at: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_7/11_panapa.pdf

19. Zuza, V.S. (2010). Vydovyi sklad burianiv v posivakh soniashnyku i pytannia yoho prohnozuvannia [The species composition of weeds in sunflower crops and the issue of its forecasting]. Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu oliinykh kultur NAAN [Scientific and technical bulletin of the Institute of Oil Crops of the National Academy of Sciences]. no. 15, pp. 91–94.

20. Vavrynovych, O.V., Kachmar, O.I., Dubynetska, A.O., Dubynetskiy, O.L., Shcherba, A.A. (2021). Herbolohichni stan posiviv hrechky v lantsi sivozminy [Herbological condition of buckwheat crops in the chain of crop rotation]. Peredhirne i hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo [Foothill and mountain agriculture and animal husbandry]. Issue 70 (1), pp. 49–62.

21. Brukhal, F.I., Liubchych, O.H., Hryshenko, R.E., Hliieva, O.V., Mazurenko, T.V. (2017). Efektivnist gruntovykh herbitsydiv u tekhnologii vyroshchuvannia prosa [Effectiveness of soil herbicides in millet cultivation technology]. Zb. nauk. pr. Umanskoho NUS [Coll. of science pr. Umansky National University]. Issue 90, pp. 40–47.

22. Tsvei, Ya.P., Tyshchenko, M.V., Filonenko S.V. (2018). Monitorynh zaburianenosti posiviv silskohospodarskykh kultur u lantsi zernoburiakovoi sivozminy u vyrobnychykh umovakh [Monitoring of weediness of agricultural crops in the beet crop rotation chain under production conditions]. Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahraimoi akademii [Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy]. no. 1, pp. 23–30.

23. Knihnitska, L.P. (2016). Zaburianenist posiviv lonu dovhuntsiu v umovakh Prykarpattia [Turbidity of flax crops under the conditions of Prykarpattia]. Zb. nauk. pr. Umanskoho NUS [Coll. of science Ave. Umansky NUS]. Issue 89, pp.159–167.

24. Zaiats, P.S. (2021). Produktivnist soi i psheynysi ozymoi zalezno vid sposobiv osnovnoho obrobitku siroho lisovoho gruntu ta zakhodiv kontroliuvannia sehetalnoi roslynnosti: avtoref. dys. ... kand. s.-g. nauk: 06.01.01 [Productivity of soybeans and winter wheat depending on the methods of main cultivation of the gray forest soil and measures of control of segetal vegetation: avtoref. dys. cand. of agricultural science: 06.01.01]. Chabany, 23 p.

25. Vykhovanets, V.Ia. (2011). Shkidzhyvist burianiv ta zakhody zakhystu posiviv ripaku ozymoho v umovakh Prykarpattia Ukrainy: avtoref. dys. ... kand. s.-g. nauk: 06.01.13 [Harmfulness of weeds and measures to protect winter rapeseed crops in the Carpathian region of Ukraine: avtoref. dys. cand. of agricultural science: 06.01.13]. Kyiv, 21 p.

26. Koval, (2019). H.V. Riven intensyvnosti ziablevoho obrobitku ta fitosanitarnyi stan posiviv korotkorotatsiinii sivozminy Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy: avtoref. dys. ... kand. s.-g. nauk: 06.01.01

[The level of intensity of tillage and phytosanitary status of short-rotation crops of the Right Bank Forest-Steppe of Ukraine: avtoref. dys. cand. of agricultural science: 06.01.01]. Uman, 21 p.

Interaction of cultivated plants and weeds in ten-field crop rotations

Yeshchenko V., Koval G., Naklyoka Yu.

At the Department of General Agriculture of the Uman University of Horticulture the study of allelopathic relationships of cultivated and weedy plants was conducted for a long time in a stationary experiment with 10-field crop rotations: typical option 11 – the first field – corn for green mass; the second is winter wheat; the third – sugar beets; the fourth – barley with clover seeding; the fifth – clover; the sixth – winter wheat; the seventh – sugar beets; the eighth – peas; the ninth – winter wheat; the tenth is corn. In variant 1 corn was grown in the third field instead of sugar beets in the standard variant; in variant 2 instead of corn in the tenth field – sunflower, in variants 7 and 8 – sugar beets and winter wheat, respectively. In variant 4 maize was grown in the last three fields of the typical variant 11. The test crop in our experiment was corn for green mass, therefore, in the final year of the second crop rotation the species composition of weeds in these crops plantations was determined.

It turned out that in a typical crop rotation chicken millet and yellow bristle were the main polluters. The proportion of these weeds increased in crop rotations 1 and 4, and decreased in crop rotation 7, where the proportion of broad-leaved weeds increased. The total number of weeds decreased in crop rotation 2, where sunflowers were grown instead of corn in the tenth field. A positive relationship has been established between the root residues of crops and weed seeds germination in the following paired combination: corn – chicken millet; sugar beets – white quinoa; sugar beets – common amaranth and sugar beets – yellow bristle. In another vegetation experiment the soil taken from the rhizosphere of corn contributed to chicken millet germination, and the soil from sugar beets stimulated seeds germination of white quinoa and common amaranth. The soil from sunflower rhizosphere significantly reduced seed germination intensity of common amaranth and yellow bristle. Water extracts from chicken millet and yellow bristle had a negative effect on the initial corn growth, the extracts from white quinoa practically did not affect both growth indicators, and the extracts from common amaranth contributed to corn plants height while simultaneously increasing their weight.

Key words: crop rotation, weeds, root residues, water extractions.



Copyright: Єщенко В.О., Коваль Г.В., Накльока Ю.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:

Єщенко В.О.

Коваль Г.В.

Накльока Ю.І.

<https://orcid.org/0000-0002-6109-822X>

<https://orcid.org/0000-0002-8000-919X>

<https://orcid.org/0000-0002-1628-3119>


УДК 630.8:027.31

Дослідження нових технологій та інновацій у сфері лісового господарства

Лозінська Т.П.¹ , Задорожний А.І.² , Масальський В.П.¹ 

¹ Білоцерківський національний аграрний університет

² Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський національний університет»

 E-mail: Лозінська Т.П. lozinskatat@ukr.net; Задорожний А.І. andriy.zadorozhnyy@uzhnu.edu.ua; Масальський В.П. vlad.masalskiy71@gmail.com



Лозінська Т.П., Задорожний А.І., Масальський В.П. Дослідження нових технологій та інновацій у сфері лісового господарства. «Агробіологія», 2024. № 1. С. 268–276.

Lozinska T., Zadorozhnyy A., Masalskiy V. Research of new technologies and innovations in the field of forestry. «Agrobiology», 2024. no. 1, pp. 268–276.

Рукопис отримано: 10.05.2024 р.

Прийнято: 19.05.2024 р.

Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-268-276

У статті висвітлено вплив новітніх технологій на підвищення ефективності лісогосподарської діяльності та покращення стану лісових екосистем, а також ключове значення у сталому розвитку лісів. Окреслено важливість стійкого ведення лісового господарства в умовах зміни клімату, зосереджуючись на необхідності інтеграції сучасних технологій для ефективного управління лісовими ресурсами. Основну увагу приділено використанню дистанційного зондування та геоінформаційних систем (ГІС), які дозволяють моніторити стан лісів і виявляти ранні ознаки стресу в лісових екосистемах. Ці технології сприяють своєчасному реагуванню на екологічні зміни, зменшуючи негативні впливи на лісове господарство. Додатково розглянуто методи селекції та використання деревних видів, адаптованих до змінюваних кліматичних умов, що підвищують стійкість лісових насаджень до майбутніх змін клімату. Важливе значення мають біотехнології та генетична інженерія, які дозволяють покращувати адаптивні властивості лісів, сприяючи вуглецевому балансу та боротьбі з глобальним потеплінням через виробництво біомаси та поліпшення властивості вуглецевого зв'язування. Акцентовано увагу на впровадженні автоматизованих систем управління, що інтегрують різні технологічні рішення для забезпечення безперервного моніторингу лісів, що передбачає контроль за вирубкою, боротьбу з лісовими пожежами та збереження біорізноманіття. Визначено, що стійке лісове господарство потребує глибокої інтеграції екології, кліматології, генетики, інформаційних технологій і соціальних наук. Використання цих технологій дозволяє ефективно моніторити великі та важкодоступні лісові території, забезпечуючи точні дані про стан лісів, виявлення змін у вегетації та ранніх ознак екологічних стресів. Це сприяє своєчасному реагуванню на екологічні зміни й мінімізації негативного впливу на лісові екосистеми. Використання передових технологій та інноваційних підходів має ключове значення у забезпеченні адаптації лісових екосистем до майбутніх кліматичних змін, зокрема їх стійкість та спроможність виконувати життєво важливі функції в глобальній екосистемі.

Ключові слова: лісове господарство, управління лісовими ресурсами, лісові екосистеми, ГІС-технології, біотехнології, штучний інтелект, машинне навчання.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Ліси мають критично важливе значення у підтримці біологічної різноманітності, регулюванні кліматичних умов та підтримці водного балансу на планеті. Водночас вони є життєво необхідними ресурсами для еконо-

міки багатьох країн. Однак, через глобальні виклики, такі як зміна клімату, незаконна вирубка лісів та нестійке господарювання, лісові ресурси потребують інноваційних підходів до їх управління та збереження [1]. З огляду на це, розробка та впровадження новітніх технологій

у сфері лісового господарства є актуальним завданням для наукових досліджень. Використання сучасних інструментів, таких як дистанційне зондування, ГІС-технології, штучний інтелект та біотехнології, може значно покращити ефективність лісового господарства, мінімізувати вплив на екосистему та забезпечити більш точне й оперативне реагування на екологічні зміни [2].

Актуальність статті також обумовлена необхідністю аналізу ефективності впровадження нових технологічних рішень у різних країнах. Важливо вивчати кейси успішного застосування інновацій, щоб ідентифікувати кращі практики та виявити потенційні проблеми і обмеження, отримані дані допоможуть формулювати рекомендації для поліпшення політики управління лісовими ресурсами на національному та міжнародному рівнях [12]. Загалом, дослідження нових технологій та інновацій у лісовому господарстві відкриває можливості для сталого розвитку лісових територій, зберігаючи їх природні функції, сприяючи екологічній безпеці та економічному прогресу.

Мета дослідження – дослідити й надати оцінку сучасним технологічним рішенням та інноваційним практикам, які застосовують у управлінні лісовими ресурсами.

Матеріал і методи дослідження. У межах дослідження було використано: Метод інформаційно-технологічного забезпечення. Збір даних є основою для всіх наступних аналізів та впроваджень. Для ефективного збору даних у сфері лісового господарства можна застосувати дистанційне зондування, використання дронів та сенсорних мереж, що дозволяють збирати геопросторову інформацію про стан лісів. Цей процес передбачає агрегацію інформації з різних джерел (спутникові знімки, дрони, польові дослідження) для створення комплексної бази даних. Використання інформаційних систем, таких як ГІС (геоінформаційні системи), допомагає в організації та аналізі даних. Застосування методів машинного навчання та штучного інтелекту для обробки зібраних даних, виявлення тенденцій та зразків, що можуть вказувати на потенційні проблеми або можливості для інновацій [3].

Метод моделювання та опису подій. Розробка моделей, які можуть симулювати різні сценарії управління лісами, зокрема прогнозування впливу кліматичних змін, розробка стратегій збереження біодиверситету та впровадження нових технологій у лісовому господарстві. Детальний опис технологічних процесів та інноваційних методів у лісовому господарстві. Це передбачає дослідження

та опис механізмів, які використовують для управління лісовими ресурсами, їх ефективності та впливу на екосистеми. Розробка методик оцінки впливу впровадження технологій на стан лісових ресурсів, що допомагає зрозуміти реальну користь та можливі недоліки використання технологічних інновацій [4].

Метод системного впровадження. Розробка стратегій та планів для інтеграції нових технологій у практику лісового господарства, що передбачає визначення необхідних ресурсів, часових меж та етапів реалізації проєктів. Встановлення систем моніторингу для відстеження результатів впровадження технологій. Використання зворотного зв'язку для корекції та оптимізації процесів. Організація навчальних програм для фахівців лісової галузі з метою підвищення їх компетенцій у сфері використання новітніх технологій і методів аналізу даних [5].

Результати дослідження та обговорення. Свійке ведення лісового господарства стає все більш актуальним у світлі глобальних екологічних викликів, зокрема зміни клімату. Це поняття охоплює методи управління лісами, які забезпечують їхнє довготривале збереження як екосистем, важливих для біорізноманіття, так і як ресурсів, що мають економічне значення. Одним з основних принципів стійкого лісового господарства є баланс між вирубкою дерев та їхнім природним відновленням. Це означає, що лісозаготівлю слід проводити з урахуванням регенеративної здатності лісу, не перевищуючи її й забезпечуючи природне або штучне відновлення вирубаних площ. Такий підхід допомагає утримувати екологічну рівновагу й підтримувати біорізноманіття. Науково-технічний прогрес пропонує нові рішення для зміцнення стійкості лісів до змін клімату. Однією з таких технологій є використання дистанційного зондування Землі та ГІС (геоінформаційні системи) для моніторингу стану лісів і виявлення ранніх ознак стресу в лісових екосистемах, подібні технології дозволяють вчасно виявляти зміни у вегетації, водному балансі та інших екологічних показниках, що можуть свідчити про несприятливі впливи зміни клімату [6].

Іншим важливим напрямом є селекція і використання деревних видів, що краще адаптовані до змінюваних кліматичних умов, це дає можливість включати виведення нових сортів, які здатні витримувати більші температурні коливання, засуху чи підвищену вологість. Застосування таких видів у лісовідновленні допомагає підвищити стійкість лісових насаджень до майбутніх кліматичних змін.

Використання біотехнологій та генетичної інженерії також відкриває потенціал для покращення адаптивних властивостей лісових ресурсів. Наприклад, генетично модифіковані дерева, які виробляють більше біомаси або мають покращені властивості вуглецевого зв'язування, можуть сприяти вуглецевому балансу і, в такий спосіб, контролювати глобальне потепління. Крім того, розробка і впровадження стійких лісогосподарських практик, які зменшують втручання в природні процеси, важливі для підтримки цілісності екосистеми [7]. Такі методи як контрольовані випалювання або альтернативні способи збору лісопродукції, які мінімізують пошкодження лісового покриву, є ключовими для підтримання здоров'я і продуктивності лісів.

Стійке ведення лісового господарства в умовах зміни клімату є складним завданням, яке потребує інтеграції низки дисциплін: екології, кліматології, генетики, інформаційних технологій та соціальних наук. Застосування новітніх технологій для зміцнення стійкості лісів є критично важливим для забезпечення їх здатності адаптуватися до непередбачуваних майбутніх змін і продовжувати виконувати свої життєво важливі функції у глобальній екосистемі [6]. Дослідимо практики використання зазначених технологій.

1. Дистанційне зондування дозволяє вченим та лісівникам отримувати великомасштабні дані про стан лісів без необхідності фізичного відвідування місцевості, це є важливим для моніторингу великих і важкодоступних лісових територій. Супутникові знімки можуть виявляти зміни в лісовому покриві, такі як вирубки, захворювання дерев або пошкодження від стихійних лих, крім того, такі дані допомагають оперативно реагувати на негативні події, зменшуючи їх вплив на екосистему. Геоінформаційні системи (ГІС) є інструментом, що дозволяє інтегрувати, зберігати, аналізувати та візуалізувати геопросторові дані. У контексті лісового господарства, ГІС може бути використано для картографування лісових ресурсів, планування вирубок та відновлення лісів, а також для аналізу впливу різних чинників на лісові екосистеми. Водночас такі системи забезпечують можливість ретельної аналітики, що є ключовим для прийняття обґрунтованих управлінських рішень [8]. Інтеграція даних дистанційного зондування в ГІС дозволяє створювати багатовимірні моделі лісових територій, що включають різні аспекти: від висоти дерев, їх здоров'я, до типів рослинності та гідрологічних умов, що допомагає не лише визначати поточний стан лісу, а також моделювати майбутні зміни за різних сценаріїв впливу (рис. 1).

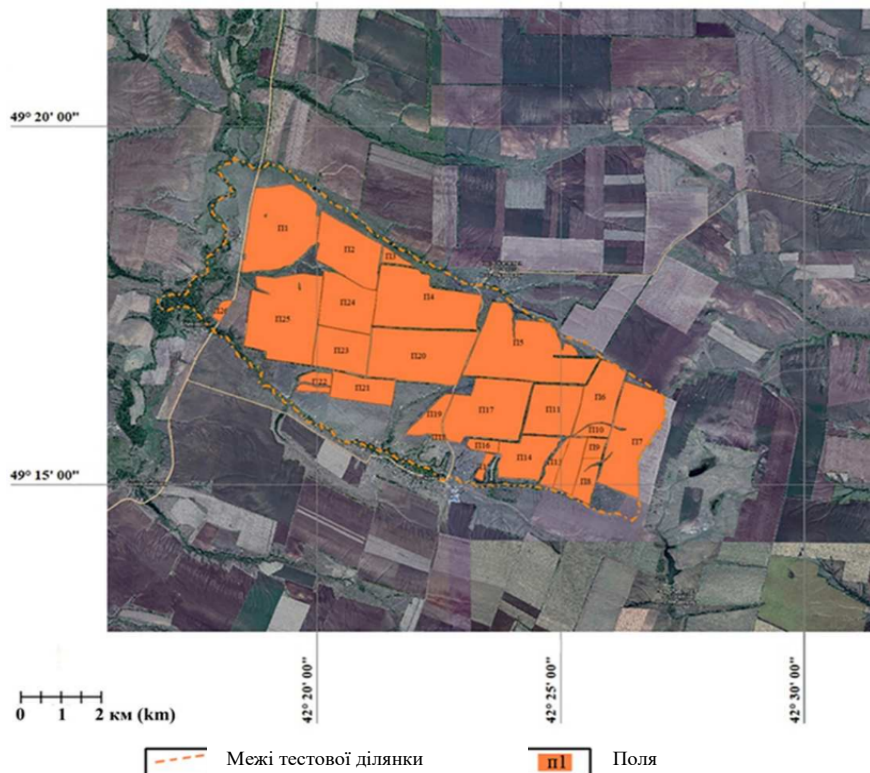


Рис. 1. Інтеграція даних дистанційного зондування лісових масивів та земельних ділянок на засадах ГІС [9].

Застосування дистанційного зондування та ГІС не лише покращує управління лісами, а також сприяє сталому розвитку, наведені технології дозволяють виявляти та прогнозувати зміни в лісових екосистемах, що є важливим для адаптації до зміни клімату, захисту біодиверситету та забезпечення екологічної рівноваги. Вони стають незамінними інструментами в руках лісівників, екологів і політиків, які прагнуть збалансувати потреби сьогодення зі збереженням природи для майбутніх поколінь [10].

2. Впровадження автоматизованих систем управління лісовими ресурсами. Лісове господарство стикається з численними викликами, серед яких контроль за вирубкою лісів, боротьба з лісовими пожежами, забезпечення біорізноманіття та відновлення лісів. Традиційні методи управління часто не можуть ефективно вирішувати ці завдання через великі обсяги необхідних даних та їх складність. Впровадження автоматизованих систем дозволяє збирати, аналізувати та використовувати великі обсяги інформації, що значно підвищує ефективність управління.

Автоматизовані системи управління лісовими ресурсами передбачають різні технологічні інструменти, такі як дистанційне зондування, ГІС, дрони, сенсори та інтегровані програмні платформи, подібні інструменти дозволяють вести безперервний моніторинг стану лісів, визначати зони вирубки, відстежувати динаміку лісових екосистем і відповідно реагувати на зміни [11]. Також сучасні системи можуть включати елементи штучного інтелекту та машинного навчання для аналізу отриманих даних і прийняття оптимальних рішень.

Впровадження автоматизованих систем значно підвищує точність та оперативність управління лісовими ресурсами й саме автоматизація дозволяє швидко реагувати на лісові пожежі, вчасно виявляти незаконні вирубки та планувати відновлювальні заходи [12]. Водночас ці системи сприяють більшій прозорості та підзвітності в управлінні лісовими ресурсами, забезпечуючи доступ до інформації для урядових і некомерційних організацій, науковців та громадськості.

3. Біотехнології у лісовому господарстві. В сучасному лісовому господарстві біотехнології мають вирішальне значення у підвищенні ефективності управління лісовими ресурсами. Зокрема, використання генетично модифікованих організмів (ГМО) для покращення росту та врожайності лісових насаджень, а також методи біологічного контролю шкідників і хвороб, стають все більш поширеними. Ці підходи дозволяють не лише збільшити продуктивність

лісів, а також забезпечити їх стійкість до екологічних змін та зниження впливу шкідливих чинників [13].

Впровадження ГМО у лісівництво має на меті розробку деревних порід, які краще адаптовані до жорстких умов навколишнього середовища, мають підвищену продуктивність та стійкість до хвороб. Наприклад, дерева, модифіковані для кращого виживання в умовах засухи, можуть витримувати більші перепади вологи без втрати продуктивності. Також генетична модифікація може спрямовуватися на прискорення росту дерев, що значно скорочує час між висадкою та збором врожаю. Проте, використання ГМО в лісівництві викликає дискусії щодо етичних і екологічних наслідків. Існують побоювання щодо потенційного розповсюдження модифікованих генів на дикі популяції, що може змінити природні екосистеми [14]. Тому перед впровадженням таких технологій необхідно провести глибоке дослідження потенційних ризиків.

Біологічний контроль шкідників і хвороб у лісових насадженнях є альтернативою хімічним методам захисту, такий підхід полягає у використанні природних хижаків, паразитів або мікроорганізмів для контролю чисельності шкідливих видів. Наприклад, введення певних видів жуків для контролювання шкідливих комах або використання фунгіцидних бактерій для запобігання розповсюдженню грибкових захворювань [15]. Біологічний контроль дозволяє зменшити застосування хімічних пестицидів, що є корисним для збереження природного біодиверситету і здоров'я екосистем. Однак, цей метод також потребує обережного підходу та глибокого розуміння взаємодій між різними видами в екосистемі, щоб уникнути негативних екологічних наслідків.

Біотехнології в лісовому господарстві відкривають нові можливості для підвищення продуктивності та стійкості лісових насаджень, їх впровадження потребує ретельного планування та контролю, а також врахування етичних і екологічних зобов'язань [16]. Освоєння і вдосконалення біотехнологічних методів у майбутньому можуть значно зміцнити лісове господарство, зробивши його більш продуктивним і стійким до викликів сучасного світу.

4. Інформаційні технології та штучний інтелект. У сучасному світі штучний інтелект (ШІ) стає невід'ємною частиною багатьох галузей, зокрема в лісовому господарстві. Ця галузь включає управління величезними обсягами даних: від моніторингу стану лісів до планування вирубок та відновлення. Традиційні методи обробки цих даних часто вияв-

ляються повільними та неефективними й саме ШІ дозволяє автоматизувати обробку даних, виявляти закономірності та прогнозувати майбутні тенденції, що важливо для оперативного реагування на екологічні зміни та управління лісовими ресурсами (рис. 2).

Розробка алгоритмів ШІ починається зі збору та обробки даних. Це можуть бути супутникові знімки, дані з дронів, метеорологічні дані, інформація про стан дерев та їх здоров'я. Сучасні технології дистанційного зондування і ГІС дозволяють збирати великі масиви даних, які алгоритми ШІ можуть ефективно обробляти [18]. Машинне навчання допомагає розробляти моделі, які можуть прогнозувати зміни у лісових насадженнях, виявляти ранні ознаки захворювань або шкідливих організмів. Після розробки, алгоритми ШІ можуть бути інтегровані у різноманітні системи управління лісовими ресурсами, що дозволяє лісничим і керуючим ефективніше розподіляти ресурси, планувати заходи з охорони та відновлення лісів, а також швидко реагувати на аварійні ситуації, такі як пожежі або масові вирубки. Крім того, ШІ може допомогти у взаємодії з громадськістю, аналізуючи звернення громадян і автоматизуючи процеси відповідей [19].

етичного використання ШІ. Впровадження алгоритмів штучного інтелекту у лісовому господарстві відкриває нові горизонти для ефективного управління лісовими ресурсами, що не лише збільшує продуктивність роботи, а також сприяє сталому розвитку лісів.

Машинне навчання є однією з найбільш перспективних галузей штучного інтелекту, яка знаходить своє застосування у різноманітних сферах, включаючи екологію та лісове господарство. Його можливості у прогнозуванні розвитку лісів та оцінці впливу антропогенних чинників відкривають нові напрями для збереження та сталого управління лісовими ресурсами [20]. Машинне навчання допомагає аналізувати великі обсяги даних про ліси, отриманих через дистанційне зондування, моніторинг та інші джерела, для більш точного прогнозування їх розвитку та впливу людської діяльності (рис. 3).

Машинне навчання використовує різні алгоритми для аналізу інформації про лісові екосистеми, зокрема регресійні моделі та нейронні мережі можуть аналізувати темпи росту дерев, вплив кліматичних змін на ліси, а також ефективність заходів щодо відновлення лісів. Такі моделі здатні обробляти часові ряди та просто-

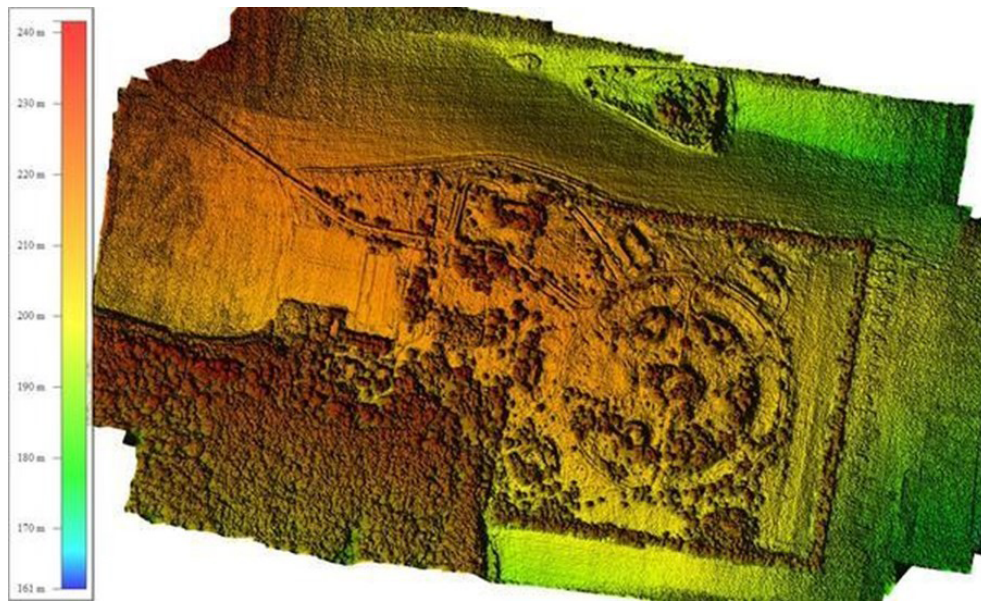


Рис. 2. Цифрова карта аналізу температурних зон лісового масиву на основі ШІ [17].

Застосування ШІ в лісовому господарстві пропонує значні переваги, зокрема підвищення точності даних і зменшення витрат часу на їх аналіз. Однак, існують виклики, такі як потреба в якісних ініціальних даних для навчання алгоритмів, забезпечення кібербезпеки та конфіденційності інформації, а також питання

рові дані, що є важливим для оцінки динаміки лісових змін. Машинне навчання дозволяє виявляти та аналізувати антропогенні чинники, що впливають на ліси, такі як забудова, сільське господарство, промисловість та інші. Моделі можуть прогнозувати як зміни в землекористуванні вплинуть на лісові екосистеми, допома-

гаючи планувати заходи для мінімізації негативного впливу. Машинне навчання відкриває значні можливості для розвитку сталого лісового господарства, воно може дозволити не лише прогнозувати майбутнє лісів, а також активно впливати на сьогодення, здійснюючи обґрунтоване управління та збереження лісових ресурсів [21]. В таблиці 1 визначимо порівняльні переваги та особливості використання інновацій для прогнозування розвитку лісового господарства.

Підходи, засновані на інноваціях і нових технологіях, мають враховувати принципи сталого розвитку, що означає не лише забезпечення

високої продуктивності лісового господарства, а також збереження біорізноманіття, захист екосистем і зменшення впливу на довкілля. Використання інновацій дозволить збалансувати економічні, екологічні та соціальні аспекти управління лісами. Перспективи подальшого застосування інновацій у прогнозуванні розвитку лісів та оцінці впливу антропогенних чинників обнадійливі. Розвиток новітніх технологій та методик дозволить не лише підвищити ефективність лісового господарства, а також сприятиме збереженню та сталому розвитку лісових ресурсів на благо майбутніх поколінь.

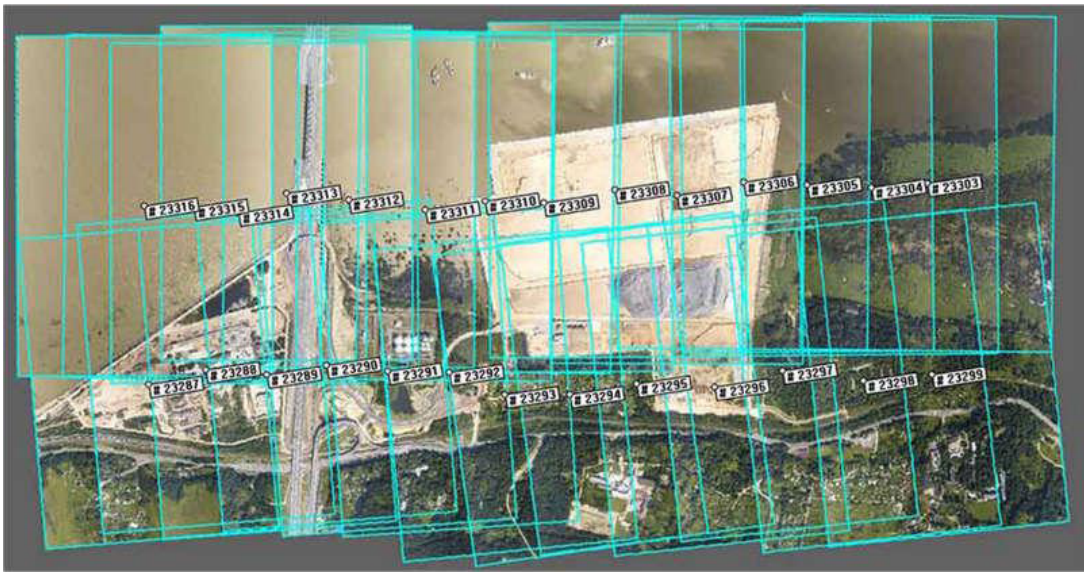


Рис. 3. Карта машинного навчання та зонування території на основі цифрової зйомки [17].

Таблиця 1 – Провідні інновації та технології у сфері прогнозування розвитку лісового господарства (розроблено авторами)

№	Назва	Принцип роботи	Ключова перевага	Рівень ефективності використання	Вплив на лісове господарство
1	Дистанційне зондування лісового господарства	Використання супутників та дронів для моніторингу стану лісових насаджень та оцінки їх здоров'я	Можливість швидкого огляду великих територій та отримання даних у реальному часі	Висока	Покращення моніторингу та управління лісами
2	Впровадження автоматизованих систем управління лісовими ресурсами	Автоматизація процесів планування, моніторингу та аналізу лісових ресурсів	Зменшення помилок, збільшення продуктивності та оптимізація ресурсів	Висока	Ефективне використання та охорона лісів
3	Біотехнології у лісовому господарстві	Розробка та застосування генетично модифікованих організмів для покращення здоров'я та врожайності лісів	Підвищення стійкості лісів до хвороб та змін клімату	Середня	Збереження та підвищення біорізноманітності
4	Інформаційні технології та штучний інтелект	Використання ІТ та ШІ для аналізу даних, планування лісового господарства та прийняття рішень	Підвищення точності прогнозування та оптимізація управлінських процесів	Висока	Покращення управління та стратегічне планування

Висновки. Дослідження нових технологій та інновацій у сфері лісового господарства виявило значні перспективи для покращення стійкості лісів щодо екологічних викликів, особливо до зміни клімату. Застосування передових методів і технологій відкриває нові можливості для збалансованого управління лісовими ресурсами, що є ключовим для збереження екосистем і забезпечення їх довготривалого виживання. Визначено, що технології дистанційного зондування та геоінформаційні системи (ГІС) сприяють моніторингу здоров'я лісів і виявленню ранніх ознак екологічного стресу. Ці інструменти дозволяють швидко оцінювати вплив зміни клімату на лісові масиви та адаптувати управлінські стратегії відповідно до виявлених змін.

Аналіз показав, що розвиток біотехнологій і генетичної інженерії сприяє створенню нових сортів дерев, які краще пристосовані до екстремальних умов, таких як високі температури або засухи, що допомагає зміцнити стійкість лісових насаджень до антропогенних і природних змін. Автоматизація процесів управління лісовими ресурсами значно підвищує ефективність виконання лісгосподарських заходів. Це передбачає планування вирубок, відновлення лісів та оперативне реагування на лісові пожежі й інші надзвичайні події. Застосування штучного інтелекту та машинного навчання для аналізу великих обсягів екологічних даних відкриває нові можливості для прогнозування розвитку лісових екосистем і впливу на них різних чинників. Це сприяє розробці більш точних і науково обґрунтованих управлінських рішень.

Проведене дослідження підкреслює необхідність постійного вдосконалення технологічних і наукових підходів у лісовому господарстві, що є вирішальним для забезпечення їх стійкості та продуктивності в умовах глобальних змін.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Челепіс Т.О., Соловій І.П. Бізнес-моделі ведення лісового господарства на основі надання послуг екосистем: аналіз інноваційних підходів. Науковий вісник НЛТУ України. 2022. № 32(3). С. 43–48. DOI: 10.36930/40320307.
2. Використання ГІС технологій для модернізації систем моніторингу об'єктів природно-заповідного фонду України / А.О. Глухонець та ін. Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. 2022. № 2(98). С. 40–54.
3. Македон В.В., Байлова О.О. Планування і організація впровадження цифрових технологій в діяльність промислових підприємств. Науковий вісник Херсонського державного університету. Економічні науки. 2023. Вип. 47. С. 16–26. DOI: 10.32999/ksu2307-8030/2023-47-3.
4. The Long-Term Prediction of Landslide Processes within the Precarpathian Depression of the Cernivtsi Region of Ukraine / В. Hablovskyi et al. Journal of Ecological Engineering. 2023. No 24(7). P. 254–262. DOI: 10.12911/22998993/164753.
5. Македон В.В., Михайленко О.Г. Управління внутрішніми інвестиційними проектами в регіональному промисловому кластері підприємств. Підприємство та інновації. 2022. № 25. С. 56–63. DOI: 10.32782/2415-3583/25.9
6. Small Forest mobile app: availability, functionality and use / I. Aleksiiuk et al. Sylwan, 2023. No 167(6). P. 384–396. DOI: 10.26202/sylwan.2023038.
7. Toivonen R., Vihemäki H., Toppinen A. Policy narratives on wooden multistorey construction and implications for technology innovation system governance. Forest Policy and Economics. 2021. 125(1). URL: https://www.researchgate.net/publication/349238048_Policy_narratives_on_wooden_multistorey_construction_and_implications_for_technology_innovation_system_governance
8. Strategic management in the system model of the corporate enterprise organizational development / N. Avanesova et al. Economics and Finance. 2021. No 1. Vol. 9. P. 18–30.
9. Цифрова модель рельєфу SRTM. URL: <http://dds.cr.usgs.gov/srtm>.
10. Український лісовий портал. URL: <https://www.lisportal.pp.ua/97319/>
11. Смирнова С.М., Смирнов В.М., Островерха В.О. Наукові засади управління розвитком природно-заповідних територій. Агросвіт. 2020. № 2. С. 77–83.
12. Лазоренко-Гевель Н.Ю. Створення інформаційних моделей даних моніторингу природних комплексів. Містобудування та територіальне планування. 2014. № 51. С. 275–283.
13. Поліщук Є.А., Гойванюк М.П., Василюк Ю.В. Лісництво як напрям смарт спеціалізації регіону: європейський досвід. Ефективна економіка. 2020. № 7. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=8265>. DOI: 10.32702/2307-2105-2020.7.22
14. 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. URL: <https://rep.btsau.edu.ua/bitstream/BNAU/10774/1/strategii%20ta%20metodi.pdf>
15. Никифорак В., Сеньовська Я., Човбан І. Використання інноваційних технологій у лісовому господарстві України. ЛОГОС. Мистецтво наукової думки. 2019. № 4. С. 22–25. URL: <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/2617-7064/article/view/193>
16. Дзюбенко О.М. Інвестиційно-інноваційне забезпечення розвитку лісового сектору України: інституціональні засади та напрями диверсифікації: монографія. Житомир: Житомирська політехніка, 2019. 384 с.

17. Landsat Science. URL: <https://landsat.gsfc.nasa.gov/satellites/landsat-8/>

18. Розробка методики створення і оновлення картографічної основи з використанням космічних знімків від супутників «SUPER VIEW-1» / С. Вертегел та ін. Екологічна безпека та природокористування. 2022. № 41(1). С. 89–101. DOI: 10.32347/2411-4049.2022.1.89-101

19. Мakedon В.В., Валіков В.П., Федьора С.С. Удосконалення управління промисловими підприємствами на основі стратегій інноваційного розвитку. Європейський вектор економічного розвитку. 2019. № 1. С. 108–125.

20. Chabaniuk V., Polyvach K. Critical properties of modern geographic information systems for territory management. *Cybernetics and Computer Engineering*. 2020. No 3(201). P. 5–32. DOI: 10.15407/kvt201.03.005

21. Управління земельними ресурсами та землекористуванням: базові засади теорії, інституціалізації, практики: монографія / А.М. Третяк та ін. Біла Церква: ТОВ "Білоцерківдрук", 2021. 227 с.

REFERENCES

1. Chelepis, T.O., Soloviy, I.P. (2022). Bizen-modeli vedennya lisovoho hospodarstva na osnovi nadannya posluh ekosystem: analiz innovatsiynykh pidkhodiv [Forest management business models based on sustainable provision of ecosystem services: a review of innovative approaches]. *Naukovyy visnyk NLTU Ukrayiny* [Scientific Bulletin of UNFU]. no. 32(3), pp. 43–48. DOI: 10.36930/40320307.

2. Hlukhonets, A.O., Morozova, T.V., Morozov, A.V., Kobzyska, O.P., Samoilenko, I.V., Stetsiuk, L.M. (2022). Vykorystannya HIS tekhnolohiy dlya modernizatsiyi system monitorynhu ob'yektiv pryrodno-zapovidnoho fondu Ukrayiny [Use of GIS technologies for modernization of monitoring systems of objects of the nature and preserve fund of Ukraine]. *Visnyk Natsional'noho universytetu vodnoho hospodarstva ta pryrodokorystuvannya* [Bulletin of the National University of Water Management and Nature Management]. no. 2(98), pp. 40–54.

3. Makedon, V.V., Bailova O.O. (2023). Planuvannya i orhanizatsiya vprovadzhennya tsyfrovyykh tekhnolohiy v diyal'nist' promyslovykh pidpryyemstv [Planning and organizing the implementation of digital technologies in the activities of industrial enterprises]. *Naukovyy visnyk Khersons'koho derzhavnoho universytetu. Ekonomichni nauky* [Scientific Bulletin of Kherson State University. Economic Sciences]. Issue 47, pp. 16–26. DOI: 10.32999/ksu2307-8030/2023-47-3.

4. Hablovskiy, B., Hablovskaya, N., Shtohryn, L., Kasiyanchuk, D., Kononenko, M. (2023). The Long-Term Prediction of Landslide Processes within the Precarpathian Depression of the Cernivtsi Region of Ukraine. *Journal of Ecological Engineering*. no. 24(7), pp. 254–262. DOI: 10.12911/22998993/164753.

5. Makedon, V.V., Mykhaylenko, O.G. (2022). Upravlinnya vnutrishnimy investytsiynymy proektamy v rehional'nomu promyslovomu klasteri pidpryyemstv [Management of internal investment projects in the re-

gional industrial cluster of enterprises]. *Pidpryyemnytstvo ta innovatsiyi* [Entrepreneurship and innovation]. no. 25, pp. 56–63. DOI: 10.32782/2415-3583/25.9.

6. Aleksiuk, I., Hrynyk, H., Dyak, T., Hrynyk, O., Zadorozhnyy, A. (2023). Small Forest mobile app: availability, functionality and use. *Sylwan*, no. 167(6), pp. 384–396. DOI: 10.26202/sylwan.2023038.

7. Toivonen R., Vihemäki H., Toppinen A. (2021). Policy narratives on wooden multi-storey construction and implications for technology innovation system governance. *Forest Policy and Economics*. no. 125(1). Available at: https://www.researchgate.net/publication/349238048_Policy_narratives_on_wooden_multi-storey_construction_and_implications_for_technology_innovation_system_governance

8. Avanesova, N., Tahajuddin, S., Hetman, O., Serhiienko, Y., Makedon, V. (2021). Strategic management in the system model of the corporate enterprise organizational development. *Economics and Finance*. no. 1, Vol. 9, pp. 18–30.

9. SRTM digital terrain model. Available at: <http://dds.cr.usgs.gov/srtm>.

10. Ukrainyskyi lisovyy portal [Ukrainian forest portal]. Available at: <https://www.lisportal.pp.ua/97319/>.

11. Smyrnova, S.M., Smirnov, V.M., Ostroverkha, V.O. (2020). Naukovi zasady upravlinnya rozvytkom pryrodno-zapovidnykh terytoriy [Scientific principles of managing the development of nature-protected territories]. *Ahrosvit* [Agroworld]. no. 2, pp. 77–83.

12. Lazorenko-Hevel, N.Yu. (2014). Stvorennya informatsiynykh modeley danykh monitorynhu pryrodnykh kompleksiv [Creation of information models of monitoring data of natural complexes]. *Mistobuduvannya ta terytorial'ne planuvannya* [Urban planning and territorial planning]. no. 51, pp. 275–283.

13. Polishchuk, Y., Goivanyuk, M., Vasylyshen, Yu. (2020). Lisnytstvo yak napryam smart spetsializatsiyi rehionu: yevropeys'kyi dosvid [Forestry as a priority of smart specialization of the regions: european experience]. *Efektivna ekonomika* [Efficient economy]. no. 7. Available at: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=8265> DOI: 10.32702/2307-2105-2020.7.22.

14. Lozins'ka, T.P., Zadorozhnyy, A.I., Mamchur, V.V. (2024). Stratehiyi ta metodyky zmenshennya ryzyku lisovykh pozhezh ta poshyrennya shkidnykh [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. Available at: <https://rep.btsau.edu.ua/bitstream/BNAU/10774/1/strategii%20ta%20metodi.pdf>

15. Nykyforak, V., Seniovska, Y., Chovban, I. (2019). Vykorystannya innovatsiynykh tekhnolohiy u lisovomu hospodarstvi ukrayiny [The using of the innovative technologies in forestry of ukraine]. *ΛΟΓΟΣ. Mystetstvo naukovoyi dumky*. [ΛΟΓΟΣ. The art of scientific mind]. no. 4, pp. 22–25. Available at: <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/2617-7064/article/view/193>

16. Dzyubenko, O.M. (2019). Investytsiyno-innovatsiynne zabezpechennya rozvytku lisovoho sektoru Ukrayiny: instytutsional'ni zasady ta napryamy dyversyfikatsiyi: monohrafiya [Investment and innovation

support for the development of the forest sector of Ukraine: institutional foundations and directions of diversification]. Zhytomyr, Zhytomyr Polytechnic, 384 p.

17. Landsat Science. Available at: <https://landsat.gsfc.nasa.gov/satellites/landsat-8/>

18. Vertegel, S., Vyshnyakov, V., Gurelia, V., Slashtin, S., Piskun, O., Kharchenko, S., Moroz, V. (2022). Rozrobka metodyky stvorennya i onovlennya kartohrafichnoyi osnovy z vykorystannyam kosmichnykh znimkiv vid suputnykiv «SUPER VIEW-1» [Development of the methodology for creating and updating the cartographic base using space images from the "SUPER VIEW-1" satellites]. *Ekolohichna bezpeka ta pryrodokorystuvannya* [Environmental Security and Nature Management]. no. 41(1), pp. 89–101. DOI: 10.32347/2411-4049.2022.1.89-101.

19. Makedon, V.V., Valikov, V.P., Fedyora, S.S. (2019). Udoskonalennya upravlinnya promyslovymy pidpryyemstvamy na osnovi stratehiy innovatsiynoho rozvytku [Improving the management of industrial enterprises based on innovative development strategies]. *Yevropeys'kyy vektor ekonomichnoho rozvytku* [European vector of economic development]. no.1, pp. 108–125.

20. Chabaniuk, V., Polyvach, K. (2020). Critical properties of modern geographic information systems for territory management. *Cybernetics and Computer Engineering*, no. 3(201), pp. 5–32. DOI: 10.15407/kvt201.03.005.

21. Tretiak, A., Tretiak, V., Kuriltsiv, R., Priadka, T., Tretiak, N. (2021). Upravlinnia zemel'nymy resursamy ta zemlekorystuvanniam: bazovi zasady teorii, instytutsiolizatsii, praktyky [Management of land resources and land use: basic principles of theory, institutionalization, practice]. *Bila Tserkva, Belotserkivdruk LL*, 227 p.

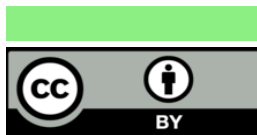
Research of new technologies and innovations in the field of forestry

Lozinska T., Zadorozhnyy A., Masalskyi V.

The article highlights the impact of the latest technologies on increasing the efficiency of forestry activities and improving the condition of forest ecosystems

and a key role in forests sustainable development. The article outlines the importance of sustainable forestry in the context of climate changes, focusing on the need to integrate modern technologies for effective management of forest resources. The main attention is paid to the use of remote sensing and geographic information systems (GIS), which allow monitoring the condition of forests and detecting early signs of stress in forest ecosystems. These technologies contribute to a timely response to environmental changes, reducing the negative impacts on forestry. In addition, selection methods and the use of tree species adapted to changing climatic conditions, which increase the resistance of forest plantations to future climate changes, were considered. Biotechnology and genetic engineering play an important role in improving the adaptive properties of forests, contributing to the carbon balance and combating global warming through biomass production and improved carbon sequestration properties. Attention is focused on the implementation of automated management systems that integrate various technological solutions to ensure continuous monitoring of forests, including logging control, forest fire control and biodiversity conservation. It was determined that sustainable forestry requires deep integration of ecology, climatology, genetics, information technology and social sciences. The use of these technologies allows effective monitoring of large and hard-to-reach forest areas, providing accurate data on the state of forests, identifying changes in vegetation and early signs of environmental stress. This contributes to a timely response to environmental changes and minimization of negative impact on forest ecosystems. The use of advanced technologies and innovative approaches plays a key role in ensuring the forest ecosystems adaptation to future climate changes, ensuring their sustainability and ability to perform vital functions in the global ecosystem.

Key words: forestry, forest resource management, forest ecosystems, GIS technologies, biotechnology, artificial intelligence, machine learning.



Copyright: Лозінська Т.П., Задорожний А.І., Масальський В.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:

Лозінська Т.П.

Задорожний А.І.

Масальський В.П.

<https://orcid.org/0000-0002-7119-0759>

<https://orcid.org/0000-0002-0664-5462>


<https://orcid.org/0000-0001-8642-7782>

АГРОНОМІЯ

УДК 631.535:634.18:631.811.98

Особливості адвентивного коренеутворення у стеблових живців сортів аронії чорноплідної (*Aronia Melanocarpa* (Michx.) Elliott) залежно від впливу біологічно активних речовинГребенюк В.М. , Балабак А.Ф. 

Уманський національний університет садівництва

 Балабак А.Ф. E-mail: abalabak@meta.ua

Гребенюк В.М., Балабак А.Ф. Особливості адвентивного коренеутворення у стеблових живців сортів аронії чорноплідної (*Aronia Melanocarpa* (Michx.) Elliott) залежно від впливу біологічно активних речовин. «Агробіологія», 2024. № 1. С. 277–284.

Hrebenuk V., Balabak A. Peculiarities of adventitious root formation in stem cuttings of Black Chokeberry (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott) varieties depending on the influence of biologically active substances. «Agrobiology», 2024. no. 1, pp. 277–284.

Рукопис отримано: 10.05.2024 р.

Прийнято: 17.05.2024 р.

Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-277-284

У статті розглянуто питання прискореного розмноження культиварів аронії чорноплідної (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott) з використанням зеленого стеблового живцювання. У досліджах вивчали найбільш популярні за декоративними властивостями сорти аронії чорноплідної, для використання у зеленому будівництві і ландшафтному дизайні в ґрунтово-кліматичних умовах зони досліджень. Доведено, що досліджувані сорти характеризуються високою вегетативною продуктивністю, яка є біологічною основою для кореневласного розмноження, а регенераційна здатність стеблових живців залежить від біологічних особливостей розвитку пагона і використання специфічних умов укорінення – оптимальних строків росту і розвитку пагонів, типу пагона і його метамерності, а також від передсадивної обробки їх біологічно активними речовинами. Відмічено, що метод зеленого стеблового живцювання сортів аронії чорноплідної передбачає вирощування повноцінних саджанців із пагонів поточного року, а також внутрішньовидову подібність ризогенезу стеблових живців.

Представлено порівняльний аналіз укорінення зелених стеблових живців сортів аронії чорноплідної після обробки їх біологічно активними речовинами α -НОК, β -ІМК, Стімпо і Реґоплант. Використання оптимальних норм витрат біологічно активних речовин сприяло прискоренню регенераційних процесів у живців, значному підвищенню укорінюваності і покращенню біометричних показників сумарної кількості і довжини адвентивних коренів усіх порядків галуження в укорінюваних живців, заготовлених з різних частин пагона всіх досліджуваних сортів. Досліджено, що ефект стимуляції коренеутворення у порівнянні з контрольним варіантом досліду, у фазу активного росту пагонів під впливом біологічно активних речовин, спостерігається у всіх досліджуваних типів живців. Одержані у досліді дані дозволяють визначити найкращу укорінюваність і тривалість укорінення серед всіх досліджуваних сортів. Проведено виробниче обґрунтування доцільності застосування досліджуваних біологічно активних речовин за вирощування кореневласних саджанців сортів аронії чорноплідної в розсадниках, з метою використання їх у зеленому будівництві.

Ключові слова: аронія чорноплідна, біологічно активні речовини, стеблові живці, укорінення, регенерація, адвентивні корені, саджанці.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Найбільшого поширення у промисловому розсадництві та аматорському садівництві набуло вегетативне розмноження рослин зеленими і здерев'янілими стебловими живцями, яке сприяє збереженню біологічних, морфологічних ознак та особливостей форми чи сорту [1, 3–5, 7–10, 12, 14–17, 22].

Різна здатність видів, форм і сортів рослин до регенерації пояснюється низкою ендогенних і екзогенних чинників/умов, які контролюють ініціацію адвентивних коренів. До найсуттєвіших умов, що сприяють укоріненню належать: особливість сорту, молодий вік пагонів, близькість місця вкорінення до вузла на пагоні, полярність, кількість поживних речовин у пагоні, життєдіяльність пагона, вплив стимуляторів, приплив кореневласних гормонів і ранових подразників, вологість та особливо контакт нижнього зрізу пагона з краплинно-рідкою вологою, висока температура укорінення повітря і субстрату, достатня аерація субстрату та ін. [3, 5, 7, 8, 12–19, 22].

Однак, навіть за дотримання оптимальних строків живцювання та агротехнологічних заходів укорінення, стеблові живці (наприклад, зелені живці) рослин різних видів укорінюються неоднаково, що значною мірою зумовлено різницею кліматичних умов географічних районів [3, 8, 12–17, 22].

Доведено, що використання стимулятивних речовин у технології зеленого стеблового живцювання садових рослин займає одне з провідних місць, вони значно впливають на процеси обкорінювання живців, формування кореневої системи та подальший ріст і розвиток кореневласних рослин, а також підвищують їх стійкість до несприятливих абіотичних і біотичних чинників. Крім стимулювання утворення кореневої системи у живців, біологічно активні речовини можуть сприяти розвитку додаткової кількості коренів, за частого їх травмування у процесі пересаджування кореневласних рослин на ділянку дорощування, що допомагає швидшому адаптуванню у нових ґрунтових умовах [3, 5, 11, 13, 17, 22, 23].

Реакція пагонів і живців багатьох видів, форм і сортів садових рослин, на обробку їх біологічно активними речовинами, може бути неоднаковою за різних умов живцювання, тому стимулятори коренеутворення є важливим, але не одноосібним чинником. У даному випадку, необхідно враховувати фізіологічний стан пагонів і живців, а також чинники зовнішнього середовища, які в різних кліматичних зонах суттєво різняться [3, 5, 11, 16, 17, 21, 23].

Огляд наукової літератури щодо кореневласного розмноження сортів і форм садових рослин, особливо аронії чорноплідної свідчить про суперечливе висвітлення і недостатню вивченість регенераційних процесів, пов'язаних із розмноженням стебловими живцями [1, 2, 6, 20, 23].

Технологія розмноження і вирощування садивного матеріалу нових і перспективних сортів аронії чорноплідної для декоративного садівництва і озеленення у Правобережному Лісостепу України потребує детального вивчення. Необхідно дослідити агротехнологічні ефективні заходи кореневласного розмноження, які сприяють прискоренню і покращанню регенераційних процесів у зелених стеблових живців – строки заготівлі пагонів і їх живцювання, тип живця і його метамерність, а також вплив біологічно активних речовин [1, 2, 6, 9, 20, 21, 23].

Опираючись на свої дослідження, а також на опубліковані в науковій літературі дані інших авторів, необхідно надавати не лише загальні вказівки щодо використання стимулятивних речовин у процесі укорінювання живців, а також детальніше описувати особливості їх використання для низки найважливіших декоративних, лісових і плодкових культур. Дотепер, садоводам вдавалося укорінювати лише окремі живці різних видів, форм і сортів декоративних рослин, тимчасом масове вкорінення живців, що є великою виробничою необхідністю, наразі недостатньо вивчено [1–7, 9, 10, 16, 17].

Мета дослідження. Вивчення проблеми залежності адвентивного коренеутворення у стеблових живців сортів аронії чорноплідної (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott) від впливу біологічно активних речовин, з визначенням термінів живцювання, типу і метамерності пагона, а також оптимальних концентрацій використаних препаратів.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження з вивчення впливу біологічно активних речовин на регенераційну здатність сортів аронії чорноплідної Амйт, Арон, Вікінг, Всеслава, Галичанка, Неро, Хугін виконано впродовж 2021–2023 рр. у вегетаційних і лабораторних умовах кафедри садово-паркового господарства Уманського національного університету садівництва, а також розсадниках Національного дендропарку «Софіївка» НАН України і ТОВ «Брусвяна».

Для вкорінення живців використовували скляні теплиці з дрібнодисперсним зволоженням. Субстратом була суміш верхівкового торфу (рН 6,0–6,5) з чистим річковим піском у співвідношенні 4:1. Температура повітря в середовищі вкорінювання становила 28–30,

субстрату — 18–22 °С. Відносна вологість повітря була в межах 80–90 %, а інтенсивність оптичного випромінювання – 200–250 Дж/м²с. Укорінювання виконували за традиційними технологіями [3, 17].

У кожному варіанті досліді використовували свіжозрізані зелені тривузлові стеблові живці, заготовлені з апікальної (А), медіальної (М) та базальної (Б) частин пагона в період інтенсивного росту. Повторність досліді чотирикратно, в кожному повторенні використовували по 25 живців.

Обробку свіжозрізаних живців біологічно активними речовинами (β-індолилліїна кислота — β-ІМК, α-нафтилоцтова кислота – α-НОК, Стімпо і Регоплант) здійснювали перед висаджуванням їх на ділянки вкорінення. Концентрація водних розчинів α-НОК становила 5, 10, 15 мг/л, β-ІМК – 10, 15 мг/л, Стімпо – 15 мл/л і Регоплант – 20 мл/л. Обробку живців проводили відповідно до інструкцій щодо застосування цих препаратів. За контрольний варіант досліді використовували обробку живців водою.

Із кожного варіанта досліді відбирали типові екземпляри живців у відповідну фазу ризогенезу. У вересні обліковували кількість живців, що укорінилися, кількість і сумарну довжину всіх коренів, а також величину приросту надземної частини живцевої рослини.

Результати дослідження та обговорення. Проведені дослідження свідчать про те, що процеси адвентивного коренеутворювання у зелених стеблових живців сортів аронії чорноплідної в агроекологічних умовах Правобережного Лісостепу України характеризуються порівняно швидкими темпами проходження фаз коренегенезу. Насамперед, укорінюваність живців значно залежить від фізіологічної підготовленості пагона до ризогенезу, тобто від терміну живцювання.

Майже в усі строки живцювання, регенераційна здатність найкраще проявлялась у всіх типів живців, які були заготовлені з напівздерев'янілої частини пагона (червень, перша половина липня), дещо гірше укорінювались здерев'янілі живці (серпень), а живці, заготовлені з трав'янистою консистенцією (травень) відрізнялись дуже слабкою регенераційною здатністю, або зовсім гинули. У живців з медіальної і базальної частин пагона, порівняно з апікальними, у процесі регенерації придаткових коренів спостерігається швидке пробуджування адвентивних бруньок, а після масового калусоутворення і коренеутворення починається видимий ріст пагонів. Здебільшого, вони утворюються (1–3 шт.) у верхній частині живця.

Визначено, що строки живцювання, тип пагона і його метамерність для досліджуваних сортів аронії чорноплідної є основними чинниками, які значно впливають на регенераційну здатність живців і є головними в технології живцювання.

Однак не всім типам живців, без обробки стимулятивними речовинами, властива висока регенераційна здатність під час їх вкорінювання в умовах дрібнодисперсного зволоження. Спостерігається низький вихід новоутворених кореневласних рослин (18–35 %), довготривалість процесу коренеутворення (30–35 діб), утворення слабкої кореневої системи і надземної частини укорінених живців та ін. Тому, одним з можливих способів підвищення і прискорення регенераційного процесу у зелених стеблових живців аронії чорноплідної може бути використання біологічно активних речовин.

У результаті проведених досліджень вивчено використання біологічно активних речовин α-НОК, β-ІМК, Стімпо і Регоплант для стимулювання регенераційних процесів у зелених стеблових живців сортів аронії чорноплідної. Вплив досліджуваних стимуляторів коренеутворення проявився вже у перші дні після висаджування живців на укорінювання, які значно активізували процеси коренеутворювання, зокрема стимулювали ріст адвентивних коренів новоутворених рослин.

У варіантах досліді, де використовували оптимальні концентрації біологічно активних речовин – α-НОК – 5–10 мг/л, β-ІМК – 10–15 мг/л, Стімпо – 15 мл/л і Регоплант – 20 мл/л масове калусоутворювання спостерігалось вже через 8–15 діб залежно від строків живцювання, типу пагона і його метамерності, тимчасом у контрольних живців лише через 20–30 діб. У фазу інтенсивного росту пагонів (червень), після їх обробки α-НОК і β-ІМК, Стімпо і Регоплант, у всіх досліджуваних типів живців спостерігався високий стимулятивний ефект коренеутворювання (табл. 1, 2).

Результати досліджень свідчать, що для досліджуваних сортів аронії чорноплідної, за рівнем стимулювання регенерації адвентивних коренів, найбільш ефективними виявились α-нафтилоцтова кислота у концентраціях 5–10 мг/л та β-індолилліїна кислота в концентрації водного розчину – 10–15 мг/л (табл. 1, 2). За роки досліджень, зелені тривузлові живці заготовлені з апікальної частини пагона і оброблені α-НОК в концентрації водного розчину 10 мг/л, у сорту Амт укорінювались на 37,7 % більше, порівняно з контрольним варіантом, тимчасом у сорту Арон – на 39,5 %, а у сорту Вікінг – на 28,1 % (табл. 1). За вико-

ристання біологічно активної речовини β -ІМК, стимулятивною коренеутворення у живців виявилась концентрація 15 мг/л, де укорінюваність живців перевищувала контрольний варіант дослід, залежно від сорту, на 21,9–44,2 %. Обробка живців досліджуваними біологічно активними речовинами у концентраціях нижчих за стимулятивні, не сприяла прискоренню появи коренів, вони починали розвиватись майже одночасно з живцями контрольного варіанта, а загальна кількість коренів і їх сумарна довжина, в розрахунку на один живець, також не перевищували рівня контролю.

Залежність укорінюваності зелених стеблових живців сортів аронії чорноплідної від

впливу концентрації досліджуваних біологічно активних речовин, можна також спостерігати у живців заготовлених з медіальної та базальної частин пагона. Зелені тривузлові живці з базальної частини пагона укорінювались під впливом α -НОК (10 мг/л) у сорту Аміт на 50,9 % більше, в порівнянні з контрольним варіантом, у сорту Арон – на 54,1 %, а сорту Вікінг – відповідно на 54,5 % (табл. 1). Значне підвищення укорінюваності відмічено також у варіанті дослід, де використовували α -ІМК у концентрації водного розчину 15 мг/л (табл. 2). Перевищення кількості вкорінених живців у порівнянні з контрольним варіантом дослід досліджуваних сортів становило в межах 19,2–51,2 %.

Таблиця 1 – Вплив α -нафтилоцтової кислоти на регенераційну здатність зелених тривузлових стеблових живців аронії чорноплідної (живцювання 1–15.VI; 2021–2023 рр.)

Сорт	α	Масове з'явлення коренів, діб	Ступінь укорінення, %	Число коренів, шт./живець	Сумарна довжина коренів, см
Апікальні живці					
Аміт	Контроль	25–30	18,5	8,3	26,9
	5	14–16	46,8	24,8	74,4
	10	13–15	56,2	28,5	82,6
	15	16–20	43,7	31,4	55,2
Арон	Контроль	25–30	15,6	7,2	24,5
	5	13–15	44,9	22,6	67,1
	10	13–15	55,1	25,3	105,9
	15	17–19	40,2	29,7	51,6
Вікінг	Контроль	26–32	5,3	5,8	17,3
	5	14–15	21,2	21,9	69,5
	10	13–15	28,1	24,7	89,8
	15	17–20	25,6	28,9	31,7
<i>HIP₀₅</i>			1,8	2,7	3,2
Базальні живці					
Аміт	Контроль	21–25	38,6	20,1	60,5
	5	9–12	63,2	43,8	131,4
	10	10–12	89,5	47,2	145,2
	15	15–20	49,8	51,6	101,3
Арон	Контроль	22–25	31,5	22,8	89,4
	5	10–13	60,8	47,5	142,5
	10	10–14	85,6	53,1	161,3
	15	15–20	45,7	61,2	115,4
Вікінг	Контроль	25–30	24,7	25,1	52,8
	5	12–15	59,8	52,3	104,6
	10	14–15	79,2	62,5	124,8
	15	19–20	41,3	74,6	107,5
<i>HIP₀₅</i>			2,9	3,5	3,9

Досліджувані сорти аронії чорноплідної по різному проявляють реакцію на вплив біологічно активних речовин Стімпо і Регоплант (табл. 2). Аналізуючи вплив біологічно активних речовин Стімпо і Регоплант у концентрації водного розчину 15 і 20 мл/л, відповідно, слід зазначити, що у цих варіантах досліду також спостерігалось підвищення укорінюваності апікальних живців, залежно від сорту, в межах 15,1–20,0 та 14,2–22,7 %, а базальних живців – відповідно 22,4–25,8 та 19,8–21,7 %. Використання цих речовин достовірно підвищувало укорінюваність зелених стеблових живців усіх досліджуваних сортів. Наприклад, у живців сорту Аміт за обробки Стімпо з нормою витрат 15 мл/л вихід вкорінених живців становив 63,9 %, що на 25,3 % більше, порівняно з контролем, а за обробки біологічним препаратом Регоплант з нормою витрати 20 мл/л — більше на 21,6 %. Аналогічні результати вкорінення спостерігалися у живців інших досліджуваних сортів, де обробка біологічними стимуляторами росту значно підвищувала вихід укорінених стеблових живців, порівняно з контролем.

Зміна показників укорінюваності за роками не перевищувала $\pm 1,5$ –3,5 %.

За використання оптимальних концентрацій біологічно активних речовин значно покращувались біометричні показники укорінюваності зелених стеблових живців з різних частин пагона досліджуваних сортів аронії чорноплідної – сумарна кількість і довжина коренів усіх рядків галуження. Досліджувані концентрації біологічно активних речовин сприяли значному збільшенню кількості новоутворених додаткових коренів у живців, зокрема за обробки α -НОК 10 мг/л у апікальних живців на 19,3–21,6 шт./живець і 49,7–92,5 см/живець більше ніж у контрольному варіанті досліду, а в базальних живців відповідно на 25,2–32,8 шт./живець і 70,9–93,7 см/живець. Аналогічні результати досліджень одержано у варіантах досліду, де використовували біологічні препарати Стімпо і Регоплант. Визначено різний ступінь укорінюваності апікальних, медіальних і базальних живців, де слід зазначити, що істотну перевагу регенераційної здатності, в порівнянні з іншими живцями, мали базальні тривузлові живці.

Таблиця 2 – Укорінюваність зелених тривузлових стеблових живців аронії чорноплідної залежно від впливу біологічно активних речовин (живцювання 1–15.VI; 2021–2023 рр.), %

Варіант досліду	Концентрація	Сорт						
		Аміт	Арон	Вікінг	Всеслава	Галичанка	Неро	Хугін
Апікальні живці								
Без обробки (К)	0	18,5	15,6	5,3	17,4	16,9	14,8	10,3
β -ІМК, мг/л	10	52,3	53,2	27,2	50,6	49,7	44,8	32,6
	15	57,8	59,8	31,7	55,4	51,2	50,8	38,4
Стімпо, мл/л	15	36,1	35,3	20,4	35,4	36,9	30,8	28,6
Регоплант, мл/л	20	41,2	40,8	19,5	32,7	43,2	34,2	31,9
<i>НІР</i> ₀₅		2,4	2,8	2,5	2,9	2,4	2,7	2,5
Базальні живці								
Без обробки (К)	0	38,6	31,5	24,7	32,8	33,6	31,5	28,2
β -ІМК, мг/л	10	89,5	85,6	79,2	74,9	75,9	73,6	81,7
	15	89,8	86,7	81,3	81,5	52,8	79,5	83,5
Стімпо, мл/л	15	63,9	57,6	47,1	57,6	58,9	53,1	50,6
Регоплант, мл/л	20	60,2	62,4	46,4	55,2	56,8	51,3	52,4
<i>НІР</i> ₀₅		3,4	3,6	3,2	3,5	3,6	3,3	3,7

Висновки. У результаті проведених досліджень визначено вплив біологічно активних речовин α -НОК і β -ІМК, Стімпо і Регоплант на укорінюваність і розвиток зелених стеблових живців різних типів аронії чорноплідної в умовах Правобережного Лісостепу України. Використання α -НОК 5–10 мг/л, β -ІМК 10–15 мг/л, Стімпо 15 мл/л і Регоплант 20 мл/л у разі зеленого стеблового живцювання сортів аронії чорноплідної, значно посилює коренотворення усіх досліджуваних типів живців, прискорює на 9–16 діб регенераційні процеси, збільшує кількість коренів і їх сумарну довжину, покращує якість кореневласного садивного матеріалу, а також підвищує стійкість новоутворених рослин до несприятливих чинників зовнішнього середовища.

Для успішного розмноження сортів аронії чорноплідної живцюванням, згідно з проведеними дослідженнями, рекомендуємо зелені тривузлові стеблові живці заготовляти з базальної частини пагона у період інтенсивного росту (червень), а для покращення регенераційного процесу перед висаджуванням на вкорінення обробляти біологічно активними речовинами в оптимальних концентраціях α -НОК – 5–10 мг/л, β -ІМК – 10–15 мг/л, Стімпо – 15 мл/л і Регоплант – 20 мл/л.

Результати досліджень з вирощування кореневласних саджанців сортів аронії чорноплідної слід використовувати за розробки регіональних рекомендацій в лісопаркових насадженнях і озелененні населених місць та розсадниках України.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Андрієнко М.В., Надточій І.П., Роман І.С. Розмноження садових, ягідних і малопоширених культур. Київ: Аграрна наука, 1997. 155 с.
2. Андрієнко М.В. Аронія чорноплідна на Україні. Київ, 1992. 105 с.
3. Балабак А.Ф., Пиж'янова А.А., Дмитрієв В.І. Чорниця високоросла (*Vaccinium corymbosum* L.): біологічні особливості, інтродукція, сорти, технологія розмноження і виробництва. Київ: КТ «Забеліна-Фільковська Т.С. і компанія Київська нотна фабрика», 2017. 288 с.
4. Гончаровська І.В., Кузнецов В.В., Антонюк Н.О. Інтродукція нетрадиційних плодкових рослин у декоративному садівництві. Глобальні наслідки інтродукції рослин в умовах кліматичних змін: матеріали міжнародної наукової конференції присвяченої 30-річчю Незалежності України. Київ: Ліра К., 2021. С. 132–135.
5. Горелов О.О. Використання стимуляторів коренотворення при вегетативному розмноженні вільхи. Науковий вісник Ужгородського університету. Біологія. 2010. Вип. 27. С. 125–127.
6. Гребенюк В.М., Балабак А.Ф. Використання аронії чорноплідної (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott) у ландшафтному дизайні Правобережного Лісостепу України. Збірник наукових праць Уманського НУС. 2023. Вип. 103 (1). С. 172–181.
7. Діхтяренко А.В. Вплив типу пагона і метамерності на регенераційну спроможність стеблових зелених живців лимонника китайського. «Садівництво»: міжвід. тем. наук. зб. Інституту садівництва УААН. Київ, 2007. Вип. 60. С. 190–194.
8. Лукіша В.В., Іванченко В.В. Розмноження деревних і чагарникових порід живцюванням. Боярка: Укрцентркадріліс, 2005. 107 с.
9. Меженський В.М., Меженська Л.О., Якубенко Б.С. Нетрадиційні ягідні культури: рекомендації з селекції та розмноження. Київ: ЦП «Компринт», 2014. 119 с.
10. Brukhin V., Morozova N. Plant Growth and Development–Basic Knowledge and Current Views. Mathematical Modelling of Natural Phenomena. 2011. Vol. 6. (2). P. 1–53. DOI: 10.1051/mmnp/20116201.
11. Davies P.J. Plant hormones biosynthesis, signal transduction action. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic publisher, 2004. 750 p.
12. Chojnowska E. Rozmnażamy drzewa i krzewy liściaste. Polska: Działkowiec, 2004. 96 p.
13. Глухов А., Шпакова О. Прискорене розмноження хвойних в умовах південного сходу України. Донецьк: Норд-Прес, 2006. 136 с.
14. Grzegorz H. Rozmnażamy drzewa i krzewy owocowe. Polska: Wydawca Działkowiec, 2004. 64 p.
15. Hans-Peter Maier. Rozmnażanie roślin. Polska: Hachette, 2005. 64 p.
16. Hryniewicz-Sudnik J., Sękowski B., Wilczkiewicz M. Rozmnażanie drzew i krzewów liściastych. Polska: Wydawnictwo Naukowe PWN, 2001. 636 p.
17. Іванова З. Біологічні основи та прийоми вегетативного розмноження деревних рослин стебловими живцями. Київ: Наукова думка, 1982. 288 с.
18. Колесніченко О.В., Слюсар С.І., Якобчук О.М. Результати вивчення генеративної здатності та облік укорінених живців господарсько-цінних рослин в Ботанічному саду НАУ: матеріали конференції 62-ї студентської наукової конференції. Київ: Національний аграрний університет, 2008. С. 138–139.
19. Крупкіна Л.І., Слюсар С.І., Якобчук О.М. Методичні рекомендації з розмноження та використання господарсько цінних інтродуцентів Ботанічного саду НАУ. Київ: Видавничий центр НАУ, 2005. 20 с.
20. Aronia: Promising new forms and varieties in fruit selection and ornamental gardening / V.V. Moskalets et al. Ukrainian Journal of Ecology. 2021. 11(4). P. 70–80. DOI: 10.15421/2021_201
21. Pal S.L. Role of plant growth regulators in floriculture: An overview. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 2019. No 8(3). P. 789–796.
22. Retounard D. Rozmnażanie 250 roślin przez sadzonki. Warszawa: Wydawca Delta, 2005. 320 p.
23. Srivastava L.M. Plant growth and development. Hormones and the environment. 2002, Elsevier. Oxford: Academic Press. Amsterdam. 772 p.

REFERENCES

1. Andriienko, M.V., Nadtochii, I.P., Roman, I.S. (1997). Rozmnozheniia sadovykh, yahidnykh i maloposhyrenykh kultur [Propagation of horticultural, berry and less common crops]. Kyiv, Agrarian science, 155 p.
2. Andriienko, M.V. (1992). Aroniia Chornoplidna na Ukraini [Chokeberry in Ukraine]. Kyiv, Land & People of Ukraine, 105 p.
3. Balabak, A.F., Pyzhianova, A.A., Dmytriiev, V.I. (2017). Chornytsia vysokorosla (*Vaccinium corymbosum* L.): biolohichni osoblyvosti, introduktsiia, sorty, tekhnolohiia rozmnozheniia i vyrobnytstva. [High-blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.): biological characteristics, introduction, varieties, propagation and production technology]. Kyiv, KT Zabelina-Filkovska T.S. and the company Kyiv sheet music factory, 288 p.
4. Honcharovska, I.V., Kuznetsov, V.V., Antoniuk, H.O. (2021). Introduktsiia netradytsiinykh plodovykh roslin u dekoratyvnomu sadivnytstvi [Introduction of non-traditional fruit plants in ornamental gardening]. Hlobalni naslidky introduktsii roslin v umovakh klimatychnykh zmin: materialy mizhnarodnoi naukovoï konferentsii prysviachenoï 30-richchiu Nezalezhnosti Ukrainy [Global consequences of the introduction of plants in the conditions of climate change: materials of the international scientific conference dedicated to the 30th anniversary of the Independence of Ukraine]. Kyiv, Lira K., pp. 132–135.
5. Horielov, O.O. (2010). Vykorystannia stymulatoriv koreneutvorennia pry vehetatyvnomu rozmnozhenni vilkhy [The use of root formation stimulants in the vegetative propagation of alder tree]. Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Biolohiia [Scientific Bulletin of Uzhhorod University. Biology]. Issue 27, pp. 125–127.
6. Hrebeniuk, V.M., Balabak, A.F. (2023). Vykorystannia aronii chornoplidnoi (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott) u landshaftnomu dyzaini Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [The use of black chokeberry (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott) in the landscape design of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho NUS [Collection of scientific works of the Uman National Academy of Sciences]. Issue 103 (1), pp. 172–181.
7. Dikhtiarenko, A.V. (2007). Vplyv typu pahona i metamernosti na reherenatsiinu spromozhnist steblovykh zelenykh zhyvtsiv lymonnyka kytaiskoho [The influence of shoot type and metamerism on the regeneration capacity of stem green cuttings of *Schisandra chinensis*]. Sadivnytstvo. Mizhvidomchy tematychni naukovyi zbirnyk [Horticulture: interdisciplinary topics of science coll. Institute of Horticulture of the Ukrainian Academy of Sciences]. Kyiv, Issue 60, pp. 190–194.
8. Lukisha, V.V., Ivanchenko, V.V. (2005). Rozmnozheniia derevnykh i chaharnykovykh porid zhyvtsiuvanniam [Propagation of tree and shrub species by cuttings]. Boiarka, Ukrtsentrkadrylis, 107 p.
9. Mezhenyskiy, V.M., Mezhenyska, L.O., Yakubenko, B.Ie. (2014). Netradytsiini yahidni kultury: rekomendatsii z selektsii ta rozmnozheniia [Nontraditional berry crops: recommendations for breeding and propagation]. Kyiv, TsP Komprint, 119 p.
10. Brukhin, V., Morozova, N. (2011). Plant Growth and Development – Basic Knowledge and Current Views. Mathematical Modelling of Natural Phenomena. Vol. 6. (2), pp. 1–53. DOI: 10.1051/mmnp/20116201
11. Davies, P.J. (2004). Plant Hormones: Biosynthesis, Signal Transduction, Action. Springer Science & Business Media. 750 p. DOI: 10.1007/978-1-4020-2686-7.
12. Chojnowska, E. (2004). Rozmnozhamy drzewa i krzewy liściaste. Polska, Działkowicz, 96 p.
13. Glukhov, A.Z., Shpakova, O.H. (2006). Uskoryennoye rozmnozheniye khvoynykh v usloviyakh yuho-vostoka Ukrainy [Accelerated propagation of conifers in the conditions of southeast of Ukraine]. Donetsk, Nord-Press, 136 p.
14. Grzegorz, H. (2004). Rozmnozhamy drzewa i krzewy owocowe. Polska, Wydawca Działkowicz, 64 p.
15. Hans-Peter, Maier. (2005). Rozmnozhanie roślin. Polska, Hachette, 64 p.
16. Hrynkiewicz-Sudnik, J., Sękowski, B., Wilczkiewicz, M. (2001). Rozmnozhanie drzew i krzewów liściastych. Polska, Wydawnictwo Naukowe PWN, 636 p.
17. Ivanova, Z.Ya. (1982). Biologicheskkiye osnovy i priyemy vegetativnogo rozmnozheniya drevesnykh rasteniy steblyevymi cherenkami [Biological basics and techniques of vegetative propagation of woody plants by stem cuttings]. Kyiv, Scientific thought, 288 p.
18. Kolesnichenko, O.V., Sliusar, S.I., Yakobchuk, O.M. (2008). Rezultaty vyvchennia generatyvnoi zdatnosti ta oblik ukorinenykh zhyvtsiv gospodarsko-tsinykh roslin u botanichnomu sadu NAU: materialy 62-oi studentskoi naukovoï konferentsii [Results of the study of generative ability and accounting of rooted cuttings of economically valuable plant species in the Botanical Garden of the NAU: materials 62nd student's scientific conference]. Kyiv, National agrarian university, pp. 138–139.
19. Krupkina, L.I., Sliusar, S.I., Yakobchuk, O.M. (2005). Metodychni rekomendatsii z rozmnozheniia ta vykorystannia hospodarsko-tsinykh introdutsentiv Botanichnoho sadu NAU [Methodical recommendations on the reproduction and use of economically valuable introduced plant species of the Botanical Garden of the NAU]. Kyiv, NAU Publishing Center, 20 p.
20. Moskalets, V.V., Ovezmyradova, O.B., Sayuk, O.A., Nevmerzhytska, O.M., Marchenko, A.B., Knyazyuk, O.V. (2021). Aronia: Promising new forms and varieties in fruit selection and ornamental gardening. Ukrainian Journal of Ecology. no. 11(4), pp. 70–80. DOI: 10.15421/2021_201
21. Pal, S.L. (2019). Role of plant growth regulators in floriculture: An overview. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. no. 8(3), pp. 789–796.
22. Retounard, D. (2005). Rozmnozhanie 250 roślin przez sadzonki. Warszawa, Wydawca Delta, 320 p.
23. Srivastava, L.M. (2002). Plant growth and development. Hormones and the environment. Elsevier. Oxford, Academic Press, Amsterdam, 772 p.

Peculiarities of adventitious root formation in stem cuttings of Black Chokeberry (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott) varieties depending on the influence of biologically active substances

Hrebeniuk V., Balabak A.

The article deals with the issue of accelerated propagation of black chokeberry (*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott) cultivars using green stem cuttings. The experiments used the most popular varieties of black chokeberry for their decorative properties, for use in green building and landscape design in the soil and climatic conditions of the research area. It has been proven that the studied varieties are characterized by high vegetative productivity, which is the biological basis for root propagation, and the regeneration ability of stem cuttings depends on the biological characteristics of shoot development and the use of specific rooting conditions – optimal terms of growth and shoots development, shoot type and its metamerism, as well as on their preplant treatment with biologically active substances. It was noted that the method of green stem cuttings of black chokeberry varieties involves the cultivation of full-fledged seedlings from the shoots of the current year, as well as intraspecific similarity of rhizogenesis of stem cuttings.

The comparative rooting analysis of green stem cuttings of black chokeberry varieties after treatment with biologically active substances α -NOC, β -IMC, «Stimpo» and «Regoplant» is presented. The use of optimal consumption rates of biologically active substances contributed to the acceleration of regeneration processes in cuttings, a significant increase in rooting and improvement of biometric parameters of the total number and length of adventitious roots of all branching orders in rooted cuttings harvested from different parts of the shoot of all studied varieties. It has been shown that the effect of root formation stimulation in comparison with the control variant of the experiment in the phase of active shoot growth under the influence of biologically active substances is observed in all studied types of cuttings. The data obtained in the experiment allow us to determine the best rooting ability and duration of rooting among all studied varieties. The production justification of the expediency of using the studied biologically active substances for the cultivation of root-owning seedlings of black chokeberry varieties in nurseries for the purpose of using them in green construction is given.

Key words: black chokeberry, biologically active substances, stem cuttings, rooting, regeneration, adventitious roots, seedlings.



Copyright: Гребенюк В.М., Балабак А.Ф. © 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:

Гребенюк В.М.
Балабак А.Ф.

<https://orcid.org/0009-0006-3947-1557>
<https://orcid.org/0000-0002-1016-4442>

АГРОНОМІЯ

УДК 632.934:632.6/7.633.11"324"

Ефективність застосування інсектицидів у захисті пшениці озимої від шкідників**Яковенко О.М.¹, Черченко М.Й.²**¹Білоцерківський національний аграрний університет²СТОВ «Черепин» Білоцерківського району Київської області

✉ Яковенко О.М. E-mail: o.m.yakovenko@ukr.net



Яковенко О.М., Черченко М.Й. Ефективність застосування інсектицидів у захисті пшениці озимої від шкідників. «Агробіологія», 2024. № 1. С. 285–293.

Yakovenko O., Cherchenko M. The effectiveness of insecticides using in protecting winter wheat from pests. «Agrobiology», 2024. no. 1, pp. 285–293.

Рукопис отримано: 10.05.2024 р.

Прийнято: 17.05.2024 р.

Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-285-293

У статті висвітлено результати досліджень щодо уточнення домінуючих видів і груп з числа найбільш небезпечних видів фітофагів в агроценозі пшениці озимої. Польовий дослід проводили у восьми-пільній сівзміні СТОВ «Черепин» Білоцерківського району Київської області.

Рівень урожайності пшениці озимої залежить від комплексу абіотичних і біотичних чинників, зокрема від видового складу фітофагів, їх чисельності та ступеня шкодочинності.

За результатами досліджень встановлено, що у фазу ВВСН 9–21 найбільш шкодочинним був турун хлібний (*Zabrus tenebrioides* G.), чисельність якого у 2,3–7 разів перевищувала ЕПШ. Зокрема, за зростання чисельності туруна хлібного у фазу ВВСН 13–21 до 9,5 екз./м² на контрольному варіанті виявили найбільшу кількість пошкоджених рослин – 19 шт./м². Технічна ефективність на варіанті із застосуванням інсектицида-протруйника Круїзер 350 FS у цю фазу росту і розвитку рослин пшениці озимої становила 83,3 %. На варіанті із застосуванням комбінованого препарату Гаучо Плюс 466 FS цей показник становив 100 %.

У літній період в агроценозі пшениці озимої (фаза ВВСН 61–79) значної шкоди посівам культури завдавали клопи хлібні та попелиці злакові, чисельність яких перевищувала ЕПШ відповідно в 3,3–4,4 та 1,5–2 рази. Технічна ефективність комбінованого інсектициду Енжіо 247 SC, КС (лямбда-цигалотрин + тіаметоксам) проти цієї групи фітофагів уже через 3 доби після застосування становила 97,1 %, а через 10 діб – 100 %.

Проти комплексу попелиць злакових найефективнішим також виявився інсектицид Енжіо 247 SC, КС, оскільки через 3 доби після застосування препаратів у досліді технічна ефективність становила 93,1 %, тимчасом в інших варіантах цей показник був на рівні 51,7–84,0 %.

Застосування комбінованого інсектициду Енжіо 247 SC, КС забезпечило надійний захист пшениці озимої від клопів хлібних і попелиць злакових, що вплинуло на урожайність культури, оскільки в цьому варіанті цей показник був найвищим у досліді – становив 6,54 т/га.

Ключові слова: пшениця озима, агроценоз, фітофаги, чисельність, шкодочинність, інсектицид, технічна ефективність.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Через зростання чисельності людей на планеті однією із актуальних проблем у світі є отримання високих врожаїв сільськогосподарських культур. У цьому зв'язку перед науковцями і аграріями постало питання щодо збільшення валового виробництва основних продовольчих культур, зокрема пшениці озимої, зерно якої та вироби із нього широко використовують для харчування [1–3].

Проте отримання високих врожаїв сільськогосподарських культур неможливе без впровадження у виробництво інноваційних агротехнологій, зокрема систем інтегрованого контролю шкідливих організмів, зокрема хімічного захисту з дотриманням не лише ефективного, а також екологічно безпечного застосування пестицидів.

Вибір обґрунтованої стратегії контролю шкідливих організмів в агроценозі дає змогу до 80 % знизити втрати врожаю, а захист рослин розглядають як визначальний чинник у реалізації продуктивного потенціалу культури.

Сучасні агроєкосистеми є нестабільними з низькою здатністю протистояти шкодочинній дії шкідливих організмів, а агроценозам характерна висока ймовірність погіршення їх фітосанітарного стану.

Вченими визначено місце хімічного методу в системі інтегрованого захисту рослин та його негативний вплив на навколишнє природне середовище. Крім того, досліджували заходи з оптимізації застосування пестицидів в агроценозах з метою адаптації системи землеробства до вимог виробництва екологічно безпечних продуктів харчування [4–7].

Упродовж останніх десятиліть спостерігається погіршення фітосанітарного стану агроценозів через недотримання науково обґрунтованих сівозмін (перехід на короткоротаційні чотири- або шестипільні сівозміни), систем основного обробітку ґрунту, що своєю чергою призвело до зростання чисельності спеціалізованих видів фітофагів та зростання їх шкодочинності у посівах пшениці озимої [8–11].

Вивченню видового складу і чисельності фітофагів в агроценозі пшениці озимої, їх шкодочинності та технічної ефективності інсектицидів у захисті цієї культури від них присвячені праці науковців різних навчальних закладів та науково-дослідних установ [12–14]. Зокрема, В. Кравченко (2020) стверджує, що протруювання насінневого матеріалу пшениці озимої інсекто-фунгіцидними препаратами у Західному Лісостепу України забезпечувало надійний захист рослин культури від небезпечних видів фітофагів (злакових мух і попелиць) та спри-

яло формуванню потужної кореневої системи від початку вегетації [15].

Інші дослідники [16, 17] за результатами моніторингу агроценозів зернових колосових культур повідомляють, що у Центральному та Правобережному Лісостепу України у весняно-літній період найчастіше виявляли таких спеціалізованих фітофагів як цикадки, попелиці злакові, блішки злакові, клопи хлібні, трипс пшеничний, турун хлібний, жуки хлібні, п'явці та підгризаючі види совок.

За сприятливих умов перезимівлі, теплої, помірно вологої погоди навесні і сухої погоди літнього періоду інтенсивне заселення і зростання чисельності фітофагів зумовило перевищення економічних порогів шкодочинності (ЕПШ) в агроценозах зернових колосових культур у 2,5–5,7 разів. Чисельність клопів хлібних в окремі роки сягала до 8–15 екз./м², туруна хлібного – до 20 екз./м², жуків хлібних – до 17 екз./м², попелиць злакових – до 50 особин/рослину. Найчастіше в агроценозі пшениці озимої до обліків потрапляли трипс пшеничний та клоп-шкідлива черепашка.

Вчені [18, 19] дослідили шкодочинність фітофагів та ефективність застосування для захисту пшениці озимої від шкідників у період вегетації культури інсектициду Карате Зеон 050 CS, СК (діюча речовина – лямбда-цигалотрин, 50 г/л), що належить до синтетичних піретроїдів, та комбінованих препаратів інсектицидної дії – Енжіо 247 SK, КС (діючі речовини – лямбда-цигалотрин, 106 г/л + тіаметоксам, 141 г/л) та Нурел Д, КЕ (діючі речовини – хлорпірифос, 500 г/л + циперметрин, 50 г/л) із рекомендованими нормами їх витрати. Встановлено, що під час живлення клопів хлібних соковитими пагонами і молодими колосками за чисельності 1 екз./м², пошкоджується до 5 шт. колосків (явище «білоколосиця»), а втрати врожаю можуть сягати до 50 кг/га зерна. Трипс пшеничний за чисельності у колосі понад 30 особин спричинює зменшення маси зерна та зниження врожайності до 200 кг/га. За чисельності попелиць злакових 10 екз./стебло або колос через живлення урожайність також може зменшуватись до 200 кг/га.

Важливим елементом екологічно орієнтованої системи захисту пшениці озимої від шкідників є застосування біопрепаратів, що може бути вагомим стимулом для розробки і впровадження у практику захисту сільськогосподарських культур біологічного методу та принципів біоценотичного управління станом агроєкосистем загалом [20–21].

Інші дослідники з'ясували, що оптимізація фітосанітарного стану посівів сільсько-

господарських культур за умови органічного землеробства базується на формуванні гетерогенної та сортової структури агроєкосистем, урахуванні економічних порогів шкодочинності фітофагів, особливостях технологій, притаманних цій системі. Доведено, що за умов внесення достатніх норм органічних добрив, вирощування багаторічних бобових трав та сидеральних культур, забезпечується не лише оптимальний режим живлення рослин, а також підвищується їхня конкурентоспроможність щодо стійкості до пошкодження деякими фітофагами. Спостерігається також збільшення кількості видів хижих турунів на 20 % порівняно із посівами зернових колосових культур, які вирощують за інтенсивними технологіями [22].

Метою дослідження було уточнення видового складу найбільш небезпечних видів фітофагів, динаміки їх чисельності і шкодочинності в агроценозі пшениці озимої та вивчення технічної ефективності інсектицидів проти них.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили у СТОВ «Черепин» Білоцерківського району Київської області упродовж 2020–2021 рр. у восьмипільній сівозміні з насиченням посівів зернових колосових культур (пшениця озима і ячмінь ярий) 38–40 %. Попередник пшениці озимої – ранньостиглий сорт сої. Сівбу проводили в оптимально допустимі строки для Центрального Лісостепу України – 28 вересня у 2020 р. та 2 жовтня у 2021 р. Сорт пшениці озимої м'якої Футурум (компанія Secobra, Німеччина), який є середньораннім, високоврожайним, невибагливим до умов вирощування, з відмінною стійкістю до хвороб (8–9 балів). В Україні цей сорт внесений до Державного реєстру з 2018 року. Технологія вирощування культури загальноприйнята для зони Лісостепу.

Під час вивчення і уточнення найбільш небезпечних видів фітофагів в агроценозі пшениці озимої та проведення розрахунків технічної ефективності інсектицидів проти них користувалися методиками Інституту захисту рослин НААН та інших науково-дослідних установ [23–25].

Чисельність личинок туруна хлібного в агроценозі пшениці озимої визначали методом ґрунтових розкопок у фазу ВВСН 9-11 і повторно у фазу ВВСН 13-21. Для цього на кожній ділянці брали по 4 пробні майданчики розміром 50×50×25 см у два ряди посередині ділянки. Розміщення дослідних ділянок послідовне, повторність чотириразова.

Облік чисельності хлібних клопів в агроценозі пшениці озимої та визначення їх видового складу проводили у фазу ВВСН 61-79 на 20 ділянках 50×50 см (0,25 м²), розміщених у шаховому порядку рівномірно на посівах культури, площі яких перевищували 100 га.

Попелиць злакових обліковували у фазу ВВСН 61-79, підраховуючи їх на колосках. На ділянці відбирали 10 проб, кожна з яких складалась із 5 колосків.

Ступінь заселення рослин попелицями визначали за шестибальною шкалою:

- 0 – попелиці відсутні;
- 1 – поодинокі особини або невелика колонія (3–5 попелиць) на колос;
- 2 – колонія (10–15 попелиць) займає 1/4 колоса;
- 3 – кілька колоній (20–30 попелиць) займають 1/2 колоса;
- 4 – кілька колоній (30–50 попелиць) займають 3/4 колоса;
- 5 – весь колос покритий попелицями (понад 50 особин).

Технічну ефективність інсектицидів за зниженням чисельності фітофагів порівняно із чисельністю до обробки розраховували за формулою [23]:

$$E_d = 100 \times (A - B) / A,$$

де E_d – зниження чисельності після обробки, %;

A – щільність фітофагів до обробки, екз./м², екз./колос;

B – щільність фітофагів після обробки, екз./м², екз./колос.

Результати дослідження та обговорення.

Відомо, що в Україні шкідлива ентомофауна зернових колосових культур налічує понад 300 видів, більшість з яких є олігофагами [23].

За роки проведення досліджень в умовах СТОВ «Черепин» з-поміж небезпечних фітофагів в агроценозі пшениці озимої високу чисельність, що перевищувала економічні порogi шкодочинності, виявили у таких видів як турун хлібний (*Zabrus tenebrioides* G.), попелиць злакові (Aphididae sp.) та клопи хлібні із родин: щитники-черепашки (Scutelleridae), щитники (Pentatomidae) та сліпняки (Miridae).

Зокрема, в агроценозі пшениці озимої у фазу ВВСН 9-11 чисельність туруна хлібного становила від 6,0 екз./м² у варіанті із застосуванням інсектициду-протруйника Круїзер 350 FS до 7,0 екз./м² у варіанті із комбінованим препаратом Гаучо Плюс 466 FS, що перевищувало ЕПШ фітофага у цих фазах росту і розвитку рослин культури у 2,3–7 разів (табл. 1). ЕПШ цього виду шкідника у посівах культури в осінній період становить 1–3 екз./м².

Таблиця 1 – Ефективність інсектицидів-протруйників проти личинок туруна хлібного (середнє за 2020–2021 рр.)

Варіант дослідю, (л/т)	Чисельність личинок у фази розвитку рослин, екз./м ²		Технічна ефектив- ність, %	Пошкодження рослин у фази ВВСН 13-21, шт./м ²		Зниження пошкодженості до контролю, %
	ВВСН 9-11	ВВСН 13-21		густота	пошкод- жено	
Контроль (без обробки препаратами)	6,5	9,5	-	486	19	-
Круїзер 350 FS, т.к.с. (тіаметоксам, 350 г/л), (0,5)	6,0	1,0	83,3	492	8	57,9
Гаучо Плюс 466 FS, ТН (клотіанідин, 233 г/л + імідаклопрід, 233 г/л), (0,6)	7,0	0,0	100,0	490	5	73,7

У фази ВВСН 13-21 спостерігали зростання чисельності туруна хлібного на контрольному варіанті до 9,5 екз./м². Технічна ефективність на варіанті із застосуванням інсектицида-протруйника Круїзер 350 FS у цю фазу росту і розвитку рослин пшениці озимої становила 83,3 %. На варіанті із застосуванням комбінованого препарату Гаучо Плюс 466 FS цей показник становив 100 %.

Густота рослин культури у фази ВВСН 9-11 на контролі становила 486 шт./м², з яких 19 шт./м² були пошкоджені личинками туруна хлібного. У варіанті із застосуванням Круїзер 350 FS, т.к.с. за густоти рослин 492 шт./м² виявили 8 шт./м² пошкоджених рослин, де зни-

ження пошкодженості до контролю становило 57,9 %. Найменшу кількість пошкоджених рослин зафіксовано на варіанті із застосуванням комбінованого інсектицида-протруйника Гаучо Плюс 466 FS, ТН – 5 шт./м² за густоти рослин 490 шт./м². Зниження пошкодженості до контролю в цьому варіанті дослідю становило 73,7 %.

У літній період вегетації пшениці озимої (фаза ВВСН 61-79) спостерігали високу чисельність інших груп небезпечних видів фітофагів – клопів хлібних та попелиць злакових. Зокрема, чисельність клопів хлібних у цю фазу розвитку рослин культури в 3,3 рази перевищувала ЕПШ (табл. 2).

Таблиця 2 – Чисельність видового складу клопів хлібних в агроценозі пшениці озимої (середнє за 2020–2021 рр.)

Назва виду	Показник	
	чисельність, екз./м ²	%
Клоп-черепашка шкідлива (<i>Eurygaster integriceps</i> Put.)	3,0	45,5
Елія гостроголова (<i>Aelia acuminata</i> L.)	1,2	18,2
Черепашка австрійська (<i>Eurygaster austriacus</i> Sch.)	0,8	12,1
Черепашка маврська (<i>Eurygaster maura</i> L.)	0,4	6,1
Клопик хлібний (<i>Trigonotylus ruficornis</i> G.)	0,4	6,1
Елія носата (<i>Aelia rostrata</i> Boh.)	0,3	4,5
Сліпняк польовий (<i>Lygus pratensis</i> L.)	0,3	4,5
Щитник гостроплечий (<i>Carpocoris fuscispinus</i> Ab.)	0,2	3,0
Всього:	6,6	100

Найбільш масовим виявився клоп-черепаха шкідлива (*Eurygaster integriceps* Put.), чисельність якого становила 3,0 екз./м², або 45,5 % від загальної кількості видів, що потрапили до обліку. Чисельність елії гостроголової (*Aelia acuminata* L.) становила 1,2 екз./м² (18,2 %), черепашки австрійської (*Eurygaster austriacus* Sch.) – 0,8 екз./м² (12,1 %). Інші чотири види хлібних клопів становили незначну домішку, сумарна частка яких дорівнювала 24,2 % від загальної чисельності фітофагів цієї групи, що потрапили до обліку.

Головним резервом у системі захисту пшениці озимої від фітофагів, коли їх чисельність перевищує ЕПШ і виникає загроза суттєвого зниження врожаю, є раціональне та ефективне застосування інсектицидів, що дозволяє в короткий проміжок часу контролювати комплекси шкідників і звести їх шкодочинність до економічно невідчутного рівня.

Проти комплексу хлібних клопів вивчали технічну ефективність одно- та двокомпонентних (комбінованих) за складом діючих речовин інсектицидів (табл. 3).

Результати досліджень дають підстави стверджувати, що застосування проти клопів хлібних інсектициду Актара 240 SC, к.с. з діючою речовиною тіаметоксам виявилось більш ефективним, ніж інсектицид Карате Зеон 050 SC, КС (діюча речовина – лямбда-цигалотрин), оскільки через 10 діб після обробки різниця в технічній ефективності становила 12,9 %.

З-поміж двох комбінованих препаратів значно ефективнішим виявився інсектицид Енжіо 247 SC, КС з діючими речовинами лямбда-цигалотрин і тіаметоксам, оскільки технічна ефективність проти фітофагів уже через 3 доби після застосування сягала понад 97 %, а через 10 діб – 100 %. У варіанті з використанням іншого комбінованого інсектициду Коннект 112,5 SC, КС з діючими речовинами імідаклоприд і цифлутрин, показники технічної ефективності проти клопів хлібних через 3 та 10 діб після його застосування були дещо нижчими і становили відповідно 89,7 та 93,9 %.

Чисельність попелиць злакових у фазу ВВСН 61-79 пшениці озимої на всіх варіантах дослідів була на рівні ЕПШ (20–30 особин/колос): від 25 у варіанті із застосуванням інсектициду Актара 240 SC, к.с. до 29 особин/колос у варіантах із Карате Зеон 050 SC, КС та Енжіо 247 SC, КС (табл. 4).

Через 3 доби після застосування препаратів у досліді виявили високу технічну ефективність комбінованого інсектициду Енжіо 247 SC, КС проти комплексу попелиць злакових – 93,1 %, тимчасом в інших варіантах цей показник становив 51,7–84,0 %.

Під час проведення обліків через 10 діб після обробки на варіанті із застосуванням Енжіо 247 SC, КС зафіксували стовідсоткову загибель попелиць злакових та 92,0 % на варіанті із Актара 240 SC, к.с.

Таблиця 3 – Технічна ефективність інсектицидів проти клопів хлібних (середнє за 2020–2021 рр.)

Варіант дослідів (діючі речовини та їх вміст)	Норма витрати, л/га	Чисельність до обробки, екз./м ²	Чисельність через ... діб після обробки			
			3 доби		10 діб	
			екз./м ²	технічна ефективність, %	екз./м ²	технічна ефективність, %
Контроль (без обробки інсектицидами)	-	6,7	6,9	-	7,4	-
Карате Зеон 050 SC, КС (лямбда-цигалотрин, 50 г/л)	0,15	6,9	2,1	69,6	1,5	78,3
Актара 240 SC, к.с. (тіаметоксам, 240 г/л)	0,15	6,8	1,3	80,9	0,6	91,2
Енжіо 247 SC, КС (лямбда-цигалотрин, 106 г/л + тіаметоксам, 141 г/л)	0,18	7,0	0,2	97,1	0,0	100
Коннект 112,5 SC, КС (імідаклоприд, 100 г/л + бета-цифлутрин, 12,5 г/л)	0,5	6,6	0,7	89,4	0,4	93,9

Таблиця 4 – Технічна ефективність інсектицидів проти попелиць злакових (середнє за 2020–2021 рр.)

Варіант дослідю (діючі речовини та їх вміст)	Норма витрати, л/га	Чисельність до обробки, екз./м ²	Чисельність через ... дїб після обробки			
			3 доби		10 дїб	
			особин/ колос	технічна ефектив- ність, %	особин/ колос	технічна ефектив- ність, %
Контроль (без обробки інсектицидами)	-	28	39	-	45	-
Карате Зеон 050 SC, КС (лямбда-цигалотрин, 50 г/л)	0,15	29	14	51,7	9	69,0
Актара 240 SC, к.с. (тіаметоксам, 240 г/л)	0,15	25	4	84,0	2	92,0
Енжіо 247 SC, КС (лямбда-цигалотрин, 106 г/л + тіаметоксам, 141 г/л)	0,18	29	2	93,1	0	100,0
Коннект 112,5 SC, КС (імїдаклоприд, 100 г/л + бета-цифлутрин, 12,5 г/л)	0,5	27	7	74,1	4	85,2

За результатами досліджень можна зробити висновок, що діюча речовина тіаметоксам (Актара 240 SC, к.с.) та її композиція із лямбда-цигалотрин (Енжіо 247 SC, КС) проявляють високу токсичну дію на ще одну групу фітофагів, що мають колючо-сисний тип ротового апарату, – попелиць злакових.

Підтвердженням доцільності застосування в агроценозі пшениці озимої комбінованого інсектициду Енжіо 247 SC, КС проти комплексу шкідливих видів комах, зокрема

клопів хлібних та попелиць злакових є розрахунки показників господарської ефективності (табл. 5).

Саме у варіанті із застосуванням комбінованого препарату Енжіо 247 SC, КС отримали найвищу врожайність пшениці озимої у досліді, яка становила 6,54 т/га, що на 0,69 т/га вище, ніж у варіанті іншого комбінованого інсектициду Коннект 112,5 SC, КС, і на 0,52 та 1,05 т/га вище, ніж у варіантах із Актара 240 SC, к.с. та Карате Зеон 050 SC, КС.

Таблиця 5 – Господарська ефективність застосування інсектицидів у досліді (середнє за 2020–2021 рр.)

Варіант дослідю (діючі речовини та їх вміст)	Норма витрати, л/га	Урожайність	
		т/га	+/- до контролю
Контроль (без обробки інсектицидами)	-	4,87	-
Карате Зеон 050 SC, КС (лямбда-цигалотрин, 50 г/л)	0,15	5,49	+ 0,62
Актара 240 SC, к.с. (тіаметоксам, 240 г/л)	0,15	6,02	+ 1,35
Енжіо 247 SC, КС (лямбда-цигалотрин, 106 г/л + тіаметоксам, 141 г/л)	0,18	6,54	+ 1,67
Коннект 112,5 SC, КС (імїдаклоприд, 100 г/л + бета-цифлутрин, 12,5 г/л)	0,5	5,85	+ 0,98

Висновки. У результаті моніторингу агроценозу пшениці озимої встановлено, що найбільш небезпечним і шкодочинним фітофагом у фазу ВВСН 9-21 був турун хлібний (*Zabrus tenebrioides* G.), чисельність якого у 2,3–7 разів перевищувала економічний поріг шкодочинності. Високої технічної ефективності проти фітофага досягли за обробки насіння культури комбінованим інсектицидом-протруйником Гаучо Плюс 466 FS, ТН, який забезпечив зниження пошкодженості рослин культури до 73,7 % порівняно з контролем. Обробка насіння іншим препаратом – Круїзер 350 FS, т.к.с. сприяло зниженню пошкодженості рослин лише до 57,9 %.

У фазу ВВСН 61-79 за чисельністю, що перевищувала економічні пороги шкодочинності, у посівах пшениці озимої домінували клопи хлібні та попелиці злакові, кількість яких перевищувала ЕПШ відповідно в 3,3–4,4 та 1,5–2 рази. Встановлено, що застосування комбінованого інсектициду Енжіо 247 SC, КС забезпечило надійний захист рослин культури від клопів хлібних і попелиць злакових, оскільки цей препарат проявив високу технічну ефективність уже через 3 доби після обробки (відповідно 97,1 та 93,1 %). У підсумку на цьому варіанті досліду отримали найвищу врожайність зерна – 6,54 т/га.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Solutions for a cultivated planet / J.A. Foley et al. *Nature*. 2011. Vol. 478. P. 337–342.
2. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture / D. Tilman et al. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2011. Vol. 108. P. 20260–20264.
3. Mechanism of intertaxon for quantitative traits in interspecific crosses of *Triticum aestivum* L. / W. Nazzer et al. *World Applied Sciences Journal*. 2013. Vol. 22 (10). P. 1440–1448.
4. Мостов'як І.І. Інтегрована система захисту рослин у формуванні збалансованих агроєкосистем. Збалансоване природокористування. 2020. № 1. С. 77–86.
5. Сучасна стратегія інтегрованого захисту рослин / В.М. Писаренко та ін. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2020. № 4. С. 104–111.
6. Концепція формування і особливості контролю фітосанітарного стану сучасних агроценозів України / М.М. Доля та ін. *Таврійський науковий вісник: зб. наук. пр. Сільськогосподарські науки*. Херсон, 2023. Вип. 129. С. 71–79.
7. Сівозміни у землеробстві / за ред. В.Ф. Сайка, П.І. Бойка. Київ: Аграрна наука, 2002. 146 с.
8. Секун М.П. Роль сучасних інсектицидів в інтегрованих системах захисту рослин від шкідників. *Захист і карантин рослин*. 2007. Вип. 53. С. 348–356.
9. Технології вирощування зернових і технічних культур в умовах Лісостепу України / за ред. П.Т. Саблука, Д.І. Мазоренка, Г.Є. Мазнева. 2-е вид., доп. Київ: ННЦ ІАЕ, 2008. 720 с.

10. Писаренко В.М., Диченко О.Ю. Вплив попередника на динаміку чисельності злакових попелиць у посівах пшениці озимої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2009. № 3. С. 5–7.

11. Курцев В.О., Секун М.П. Роль агротехнічних заходів у регулюванні чисельності шкідників пшениці озимої. *Захист і карантин рослин*. 2013. Вип. 49. С. 87–88.

12. Станкевич С.В. Управління чисельністю комах-фітофагів: навч. посіб. Харків: ФОП Бровін О.В., 2015. 178 с.

13. Стригун О.О., Судденко Ю.М. Видовий склад шкідливої ентомофауни агробіоценозу пшениці озимої в Правобережному Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2016. Вип. 3. С. 15–18.

14. *Захист посівів пшениці озимої від хвороб та шкідників: науково-методичні рекомендації / О.А. Демидов та ін. Миронівка, 2015. 40 с.*

15. Кравченко В. Протруювання насіння сільськогосподарських культур: переваги та недоліки. *Пропозиція*. 2020. № 7/8. С. 74–76.

16. Аналіз чисельності популяцій та шкідливості фітофагів агроценозів зернових колосових культур Центрального Лісостепу України / І.І. Мостов'як та ін. *Агроєкологічний журнал*. 2020. № 3. С. 41–52.

17. Медвідь В.С. Ентомофауна пшениці озимої у Правобережному Лісостепу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2020. Вип. 3. С. 96–103.

18. Косилович Г., Голячук Ю. *Захист пшениці озимої від хвороб і шкідників*. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. *Агрономія*. Львів, 2019. № 23. С. 159–163.

19. Дубровін В. Хто головніший – агроном чи шкідники? *Пропозиція*. 2018. № 4. С. 114–115.

20. Єрмоленко О. Компанія BASF: нові можливості та перспективи біологічного захисту рослин. *Пропозиція*. 2015. № 11. С. 90–92.

21. Косилович Г., Голячук Ю. Використання біопрепаратів на озимій пшениці. *Вісник Львівського національного аграрного університету: зб. наук. пр. Агрономія*. Львів, 2021. № 25. С. 131–136.

22. Технологічні прийоми органічного землеробства як основа регулювання розвитку шкідливих організмів / В.М. Писаренко та ін. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2020. № 3. С. 46–53.

23. *Методики випробування і застосування пестицидів / за ред. С.О. Трибеля*. Київ: Світ, 2001. 437 с.

24. *Моніторинг шкідників сільськогосподарських культур: підручник / Й.Т. Покозій та ін.* Київ: Аграрна освіта, 2010. 223 с.

25. *Методичні рекомендації з обліку чисельності шкідників на посівах зернових колосових культур / В.П. Петренко та ін.* Харків, 2011. 52 с.

REFERENCES

1. Foley, J.A. (2011). Solutions for a cultivated planet. *Nature*. Vol. 478, pp. 337–342.
2. Tilman, D. (2011). Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. Vol. 108, pp. 20260–20264.

3. Nazzar, W. (2013). Mechanism of interitance for quantitative traits in interspecific crosses of *Triticum aestivum* L. World Applied sciences Journal. Vol. 22 (10), pp. 1440–1448.
4. Mostoviak, I.I. (2020). Intehrovana systema zakhystu roslyn u formuvanni zbalansovanykh ahroekosystem [An integrated system of plant protection in the formation of balanced agroecosystems]. Zbalansovane pryrodokorystuvannya [Balanced nature management]. no. 1, pp. 77–86.
5. Pysarenko, V.M., Kovalenko, N.P., Pospielova, H.D., Pishchalenko, M.A., Nechyporenko, N.I., Sherstiuk, O.L. (2020). Suchasna stratehiia intehrovanoho zakhystu roslyn [Modern strategy of integrated plant protection]. Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii [Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy]. no 4, pp. 104–111.
6. Dolia, M.M., Stefkivskiyi, V.M., Moroz, S.Iu., Mamchur, R.M., Kostrych, D.V. (2023). Kontseptsiia formuvannya i osoblyvosti kontroliu fitosanitarnoho stanu suchasnykh ahrotsenoziv Ukrainy [The concept of formation and peculiarities of phytosanitary control of modern agrocenoses of Ukraine]. Tavriiskiyi naukovyi visnyk: zb. nauk. pr. Sil's'kohospodars'ki nauky [Taurian scientific bulletin: Coll. of science pr. Agricultural sciences]. Kherson, Issue 129, pp. 71–79.
7. Saiko, V.F., Boiko, P.I. (2002). Sivozminy u zemlerobstvi [Crop rotations in agriculture]. Kyiv, Agrarian Science, 146 p.
8. Sekun, M.P. (2007). Rol suchasnykh insektytsydiv v intehrovanykh systemakh zakhystu roslyn vid shkidnykiv [The role of modern insecticides in integrated systems of plant protection against pests.]. Zakhyst i karantyn roslyn [Protection and quarantine of plants]. Issue 53, pp. 348–356.
9. Sabluka, P.T., Mazorenka, D.I., Maznieva, H.Ie. (2008). Tekhnolohii vyroshchuvannya zernovykh i tekhnichnykh kultur v umovakh Lisostepu Ukrainy [Technologies for growing grain and technical crops in the conditions of the Forest Steppe of Ukraine]. Kyiv, NNC IAE, 720 p.
10. Pysarenko, V.M., Dychenko, O.Iu. (2009). Vplyv poperednyka na dynamiku chyselnosti zlakovykh popelyts u posivakh pshenytsi ozymoi [The influence of the predecessor on the dynamics of the number of cereal aphids in winter wheat crops]. Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii [Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy]. no. 3, pp. 5–7.
11. Kurtsev, V.O., Sekun, M.P. (2013). Rol ahrotekhnichnykh zakhodiv u rehuliuванні chyselnosti shkidnykiv pshenytsi ozymoi [The role of agrotechnical measures in regulating the number of pests of winter wheat]. Zakhyst i karantyn roslyn [Protection and quarantine of plants]. Issue 49, pp. 87–88.
12. Stankevych, S.V. (2015). Upravlinnia chyselnistiu komakh-fitofahiv: navch. posib [Management of the number of phytophagous insects: training]. Kharkiv, FOP Brovin O.V., 178 p.
13. Stryhun, O.O., Suddenko, Yu.M. (2016). Vy-dovyi sklad shkidlyvoi entomofauny ahrobiotsenozu pshenytsi ozymoi v Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy [The species composition of harmful entomofauna of winter wheat agrobiocenosis in the Right Bank Forest Steppe of Ukraine]. Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii [Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy]. Issue 3, pp. 15–18.
14. Demydov, O.A., Kovalyshyna, H.M., Mukha, T.I., Murashko, L.A., Zaimka, O.A., Suddenko, Yu.M. (2015). Zakhyst posiviv pshenytsi ozymoi vid khvorob ta shkidnykiv: naukovo-metodychni rekomendatsii [Protection of winter wheat crops from diseases and pests: scientific and methodical recommendations]. Myronivka, 40 p.
15. Kravchenko, V. (2020). Protruiuvannya nasinnia silskohospodarskykh kultur: perevahy ta nedoliky [Protection of winter wheat crops from diseases and pests: Advantages and disadvantages]. Propozytsiia [Proposal]. no 7/8, pp. 74–76.
16. Mostoviak, I.I., Chelombitko, A.F., Kalashnikov, V.B., Borodai, V.V., Demianiuk, O.S. (2020). Analiz chyselnosti populiatsii ta shkidlyvosti fitofahiv ahrotsenoziv zernovykh kolosovykh kultur Tsentralnoho Lisostepu Ukrainy [Analysis of the number of populations and the harmfulness of phytophagous agrocenoses of cereal grain crops of the Central Forest-Steppe of Ukraine]. Ahroekolohichnyi zhurnal [Agroecological journal]. no 3, pp. 41–52.
17. Medvid, V.S. (2020). Entomofauna pshenytsi ozymoi u Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy [Entomofauna of winter wheat in the Right Bank Forest Steppe of Ukraine]. Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria [Herald of Agrarian Science of the Black Sea Region]. Issue 3, pp. 96–103.
18. Kosylovych, H., Holiachuk, Yu. (2019). Zakhyst pshenytsi ozymoi vid khvorob i shkidnykiv [Protection of winter wheat from diseases and pests]. Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Ahronomiya [Bulletin of the Lviv National Agrarian University. Agronomy]. Lviv, no. 23, pp. 159–163.
19. Dubrovin, V. (2018). Khto holovnishyi – ahronom chy shkidnyky? [Who is more important – an agronomist or pests?]. Propozytsiia [Proposal]. no. 4, pp. 114–115.
20. Yermolenko, O. (2015). Kompaniia BASF: novi mozhyvosti ta perspektyvy biolohichnoho zakhystu roslyn [BASF company: new possibilities and prospects of biological protection of plants]. Propozytsiia [Proposal]. no. 11, pp. 90–92.
21. Kosylovych, H., Holiachuk, Yu. (2021). Vykorystannya biopreparativ na ozymii pshenytsi [Use of biological preparations on winter wheat]. Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Ahronomiia [Bulletin of the Lviv National Agrarian University: coll. of science pr. Agronomy]. Lviv, no. 25, pp. 131–136.
22. Pysarenko, V.M., Kovalenko, N.P., Pospielova, H.D., Horb, O.O., Pishchalenko, M.A., Nechyporenko, N.I., Sherstiuk, O.L. (2020). Tekhnolohichni pryomy orhanichnoho zemlerobstva yak osnova rehuliuвання rozvytku shkidlyvykh orhanizmiv [Technological methods of organic farming as a basis for regulating the development of harmful organisms]. Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii [Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy]. no 3, pp. 46–53.

23. Tribel, S.O. (2001). *Metodyky vyprobuvannia i zastosuvannia pestytsydiv* [Methods of testing and application of pesticides]. Kyiv, World, 437 p.

24. Pokozii, Y.T., Pysarenko, V.M., Dovhan, S.V. (2010). *Monitorynh shkidnykiv silskohospodarskykh kultur: pidruchnyk* [Monitoring of pests of agricultural crops]. Kyiv, Agrarian education, 223 p.

25. Petrenkova, V.P., Markova, T.Yu., Cherniaieva, I.M. (2011). *Metodychni rekomendatsii z obliku chyselnosti shkidnykiv na posivakh zernovykh kolosovykh kultur* [Methodical recommendations for accounting for the number of pests on crops of cereal grain crops]. Kharkiv, 52 p.

The effectiveness of insecticides using in protecting winter wheat from pests

Yakovenko O., Cherchenko M.

The article highlights the research results on the clarification of the dominant species and groups from among the most dangerous species of phytophages in the agroecocenosis of winter wheat. The field experiment was carried out in the eight-field crop rotation of the ALLC «Cherepin» of Bila Tserkva district, Kyiv region.

The yield level of winter wheat depends on a complex of abiotic and biotic factors, in particular, on the species composition of phytophages, their number and degree of harmfulness.

According to the research results it was found that during the phase of BBCH 9-21 the most harmful was a carabid beetle (*Zabrus tenebrioides* G.), the number of which was 2,3-7 times higher than the economic threshold of harmfulness. In particular, with the increase

in the number of a carabid beetle in the phase of BBCH 13-21 to 9.5 specimens/m², the largest number of damaged plants was found on the control variant – 19 pcs./m². The technical efficiency on the variant with the use of the insecticide-prototozoan «Cruiser 350 FS» in this phase of growth and development of winter wheat plants was 83,3%. In the variant with the use of the combined drug «Gaucho Plus 466 FS» this indicator was 100%.

In the summer period in the agroecocenosis of winter wheat (phase BBCH 61-79) significant damage to crops was caused by corn-bugs and grain aphids, the number of which exceeded economic threshold of harmfulness by 3,3-4,4 and 1,5-2 times respectively. Technical effectiveness of combined insecticide «Enzhio 247 SC», CS (lambda-cyhalothrin + thiamethoxam) against this group of phytophages was 97,1% already 3 days after application, and 100% – after 10 days.

Against the complex of grain aphids the insecticide «Engio 247» SC, KS also turned out to be the most effective, since 3 days after the use of the drugs in the experiment the technical efficiency was 93,1%, while in other variants this indicator was at the level of 51,7-84,0%.

The use of the combined insecticide «Engio 247» SC, KS provided reliable protection of winter wheat from carabid beetles and grain aphids, which affected the crop yield, since in this variant this indicator was the highest in the experiment and amounted to 6,54 t/ha.

Key words: winter wheat, agroecocenosis, phytophages, abundance, harmfulness, insecticide, technical efficiency.



Copyright: Яковенко О.М., Черченко М.Й. © 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.




УДК 632.913-047.36:635.24(292.485:477.4)

Моніторинг фітопатогенного стану посівів соняшнику у Центральному Лісостепу України

Костина Т.П.¹ , Сабадин В.Я.² , Дубовик Н.С.² , Куманська Ю.О.² 

¹ТОВ «БАСФ Т.О.В»

²Білоцерківський національний аграрний університет

 Костина Т. П. E-mail: kostyna.taras@gmail.com



Костина Т.П., Сабадин В.Я., Дубовик Н.С., Куманська Ю.О. Моніторинг фітопатогенного стану посівів соняшнику у Центральному Лісостепу України. «Агробіологія», 2024. № 1. С. 294–302.

Kostyna T., Sabadyn V., Dubovyk N., Kumanska Yu. Monitoring of the phytopathogenic state of sunflower crops in the Central Forest-steppe of Ukraine. «Agrobiologiya», 2024. no. 1, pp. 294–302.

Рукопис отримано: 10.05.2024 р.

Прийнято: 17.05.2024 р.

Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-294-302

Досліджено видовий склад збудників хвороб соняшнику та визначено домінуючі види у Центральному Лісостепу. Проведено фітопатогенний моніторинг генотипів соняшнику та проаналізовано ступінь поширеності й розвитку збудників хвороб впродовж вегетації.

Аналіз фітосанітарного стану соняшникового агроценозу проводили впродовж вегетаційного періоду 2021–2023 рр. Оцінювали фітопатологічний стан дванадцяти гібридів соняшнику: СИ Бакарді КЛП, НК Конді, СУЗУКА, (Syngenta Crop Protection AG), ЛГ5555 КЛП, ЛГ5580, ЛГ59580 (Limagrain Europe), ЕС ГЕНЕЗІС, ЕС Белламис СЛ, ЕС АРОМАТІК СУ (Euralis Semences), П64ЛП130, ПР64Ф66, П64ЛЕ25 (Pioneer Overseas Corporation).

Виявлено збудники хвороб: фомозу (*Phoma macdonaldii* Boerema), фомопсису (*Phomopsis helianthi* Munt.), білої гнилі (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary.), сірої гнилі (*Botrytis cinerea* Pers.), іржі (*Puccinia helianthi* Schw.) та септоріозу (*Septoria helianthi* Ellis & Kellerm).

У 2021 р. спостерігали епіфітотію сірої гнилі на соняшнику. Всі гібриди уражувалися від 88,3 до 93,3 %. Ураження іржею сягало до 71,1 %. Виявлено стійкі гібриди ЕС ГЕНЕЗІС (13,3 %) і ЛГ59580 (15,0 %) до іржі. Від 40,0 до 50,0 % спостерігали ураження гібридів соняшнику септоріозом. Ураження фомопсисом становило від 27,2 до 34,7 %. Відмічали незначний розвиток фомозу – від 5,0 до 13,3 %. Ураження збудником білої гнилі було відсутнє.

У 2022 р. інтенсивність ураження гібридів соняшнику збудниками хвороб була від низької 6,7 % до середньої 45,0 %. Ураження сірою гниллю становило від 41,7 до 45,0 %. Розвиток білої гнилі був незначним, до 10 %. Ураження гібридів збудником септоріозу було на рівні 20,0–25,0 %. Високу стійкість до білої гнилі відмічено у гібрида П64ЛП130. Стійкими до іржі були гібриди ЕС ГЕНЕЗІС і ЛГ59580. Ураження фомопсисом (до 15 %) відмічено у гібридів НК Конді, ЛГ5580 і ЕС АРОМАТІК СУ. Усі досліджувані гібриди виявили стійкість і помірну стійкість до фомозу.

У 2023 р. погодні умови не сприяли розвитку збудників хвороб. Найвищого розвитку (до 30,0 %) на гібридах соняшнику набув фомоз. Не виявлено розвитку сірої гнилі і септоріозу. Розвиток збудника іржі був відсутнім на гібридах соняшнику, крім двох. Високу стійкість до фомопсису проявили НК Конді, ЕС АРОМАТІК СУ і ЛГ5580 (1,7 %). Високу стійкість до білої гнилі відмічено у гібрида П64ЛП130.

Ключові слова: соняшник, гібриди, моніторинг хвороб, фомоз, фомопсис, біла і сіра гниль, іржа, септоріоз.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. В Україні соняшник є основною олійною культурою. За посівними площами він займає третє місце в світі, а за валовим виробництвом – четверте. Зміни клімату та істотне порушення сівозміни призвели до значного погіршення фітосанітарного стану у соняшниковому агроценозі [1–3].

На соняшнику може розвиватися до 70 видів патогенних організмів різної природи, серед них найбільш поширеними є збудники білої і сірої гнилей, фомозу, альтернаріозу, пероноспорозу, фузаріозного в'янення септоріозу та ін. [4]. Широкого поширення набувають листкові хвороби, які розвиваються, починаючи з фази сходів, на сім'ядольних листках. Фітопатогенні гриби, інфікуючи рослини соняшнику, знижують вміст олії, врожайність, можуть виділяти токсини та призводити до загибелі рослини [5–7]. Внаслідок цього існує пряма залежність щодо їх поширення і біологічними втратами урожаю, які можуть сягати до 50 % [8, 9].

Найбільш поширене і шкодочинне захворювання соняшнику – біла (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary.) і сіра (*Botrytis cinerea* Pers.) гниль. В умовах Лісостепу України зараження соняшнику білою гниллю відбувається на різних етапах органогенезу та може набувати прояву епіфітотії. Недобір врожаю від цього захворювання може сягати в роки епіфітотій до 70 % [10]. Основними причинами розвитку хвороб є порушення структури посівних площ в Україні, це зумовлює постійне збільшенню й ефективне відновлення інфекції. Погіршують ситуацію також накопичення на полях післязбиральних решток і засміченість посівів сегетальною рослинністю, які є додатковими резервуарами збудників хвороб [11].

Іржу на соняшнику спричинює збудник *Rustia helianthi* Schw. Хвороба розповсюджена в усьому світі. Від цієї хвороби досить сильно потерпає соняшник у США, Чилі, Індії, Аргентині, Канаді, Китаї, Туреччині та ін. Було виявлено 4 вірулентні раси іржі. В Україні цей патоген менш шкодочинний, адже створені стійкі щодо хвороби генотипи [12].

Фомопсис соняшнику зумовлює збудник *Phomopsis helianthi* Munt. Карантинним захворюванням є фомопсис, який поширений в Угорщині, Франції, Румунії, США та ін. Важливою ознакою у діагностиці хвороби є наявність специфічного спорношення збудника. За ураження кошика гриб інфікує насіння. Утворення уражень на стеблах рослин соняшнику призводить до вилягання та загибелі.

В Україні найбільше поширена ця хвороба у Закарпатській та Херсонській областях [12, 13].

Фомоз соняшнику спричинює *Phoma macdonaldii* Boegerma. Хвороба досить поширена у багатьох країнах. В Австралії є карантинним захворюванням, а в Аргентині хвороба мала поширеність до 100 %. Також її розвиток відмічали у Південній та Північній Америці [14]. Проявляється хвороба у вигляді плям, що охоплюють майже весь листок. Інфекція переходить на черешок, а далі на стебло. Встановлено, що фомоз призводив до втрат врожаю від 10 до 60 %, зменшував вміст олії та спричиняв зниження врожайності до 1,3 т/га. Патоген може інфікувати насіння [15].

Збудником септоріозу соняшнику є гриб *Septoria helianthi* Ellis & Kellerm. Септоріоз на соняшнику, за останні тридцять років, став однією із небезпечних хвороб. Поширення септоріозу пов'язане з відсутністю стійких щодо хвороби генотипів. Септоріоз може загрожувати посівам соняшнику в Україні за наявності сприятливих для патогена погодних умов [16–17].

На сьогодні усе більшої цінності набувають чинники інтегрованої системи захисту сільськогосподарських культур від шкідливих організмів, які базуються на раціональному поєднанні селекційних, агротехнічних, хімічних, біологічних та організаційно-господарських заходів [18, 19].

Отже, виникає необхідність введення в інтегрований захист рослин фітосанітарного моніторингу посівів з метою вчасного і раціонального використання пошуку елементів захисту соняшнику від комплексу найбільш поширених збудників хвороб.

Мета досліджень. Виявити найбільш поширені збудники хвороб соняшнику у Центральному Лісостепу. Провести фітопатогенний моніторинг генотипів соняшнику та проаналізувати ступінь поширеності й розвитку збудників хвороб впродовж вегетації.

Матеріал і методика дослідження. Дослідження проводили на орендованих землях ТОВ «Агробіос» с. Черкас, Білоцерківського району Київської області (Центральний Лісостеп). Ділянки розміщували за повною рандомізованою схемою в триразовій повторності. Облікова площа ділянки – 27 м². Аналіз фітосанітарного стану соняшникового агроценозу проводили впродовж вегетаційного періоду 2021–2023 рр. Оцінювали фітопатологічний стан дванадцяти гібридів соняшнику: СИ Баркарді КЛП, НК Конді, СУЗУКА, (Syngenta Crop Protection AG), ЛГ5555 КЛП, ЛГ5580, ЛГ59580 (Limagrains Europe), ЕС ГЕНЕЗІС, ЕС Белламис

СЛ, ЕС АРОМАТИК СУ (Euralis Semences), П64ЛП130, ПР64Ф66, П64ЛЕ25 (Pioneer Overseas Corporation) до збудників хвороб. Для досягнення поставленої мети використовували польові методи. В польових умовах у посівах соняшнику обліковували хвороби за симптоматичними ознаками. Оскільки на рослинах одночасно можуть розвиватися декілька збудників хвороб, обстеження посівів проводили в певні періоди вегетації культури відразу на декілька хвороб згідно із загальноприйнятими методиками [12, 20].

Характеристики вологозабезпеченості умов росту рослин соняшнику та розвитку збудників хвороб обраховували за середньомісячним гідротермічним коефіцієнтом (ГТК) [21]. Користувались диференціацією показників ГТК: від 0,5 до 1,0 – засушливий чи сухий період; від 1,0 до 1,5 – нормальний; понад 1,5 – вологий, або надмірно вологий період.

Результати дослідження та їх обговорення. Роки проведення досліджень вирізнялися контрастними гідротермічними умовами. У зоні Центрального Лісостепу за травень–вересень 2021 р. та 2022 р. випало 214,7 мм і

212,8 мм опадів відповідно. Загальна кількість опадів у 2023 р. була нижчою ніж у попередні роки (128,6 мм).

Для якісної характеристики сприятливості умов середовища для розвитку збудників хвороб соняшнику у частині Центрального Лісостепу вираховували гідротермічний коефіцієнт. ГТК за період досліджень за місяцями 2021–2023 рр., варіювали від 0,1 (опадів практично не випадало) до 1,4 (достатньо волого) (табл. 1).

Дуже сильна посуха (ГТК < 0,4) відмічена: у липні 2021 р.; у 2022 р. – червень та липень; у 2023 р. – травень, серпень та вересень. Середня посуха (ГТК від 0,4 до 0,7) – у червні 2021 р., травні 2022 р. та червні 2023 р. Слабка посуха (ГТК 0,8 до 0,9) – у вересні 2023 р. Достатньо волого (ГТК 1,0 до 1,5) – у травні, серпні та вересні 2021 р., та у серпні, вересні 2022 р.

Середня температура повітря за роки досліджень була дещо вища за середньобагаторічну у червні (18,0 °С) – 2021 р. на 2,2 °С, 2022 р. на 3,0 °С, 2023 р. на 1,3 °С; у липні (19,7 °С) – 2021 р. на 3,6 °С, 2022 р. на 1,0 °С, 2023 р. на 1,1 °С; та серпні (19,0 °С). – 2021 р. на 1,2 °С, 2022 р. на 2,2 °С, 2023 р. на 3,9 °С (табл. 2).

Таблиця 1 – Рівень зволоженості та ГТК за травень–вересень 2021–2023 рр.

Місяць	2021		2022		2023	
	кількість опадів, мм	ГТК	кількість опадів, мм	ГТК	кількість опадів, мм	ГТК
Травень	62,1	1,4	34,0	0,7	3,0	0,1
Червень	44,6	0,7	11,2	0,2	39,8	0,7
Липень	29,8	0,4	19,4	0,3	55,2	0,9
Серпень	64,2	1,0	82,0	1,2	15,4	0,2
Вересень	14,0	1,0	66,2	1,2	15,2	0,3
Σ	214,7	-	212,8	-	128,6	-
\bar{x}	42,6	0,9	42,6	0,7	25,7	0,4
Багаторічна сума опадів	333,4	-	333,4	-	333,4	-
± до багаторічного	118,7	-	120,6	-	204,8	-

Таблиця 2 – Температура повітря за травень–вересень 2021–2023 рр.

Місяць	2021			2022			2023		
	min	max	\bar{x}	min	max	\bar{x}	min	max	\bar{x}
Травень	8,2	19,7	14,0	8,1	20,0	14,3	8,6	20,8	15,3
Червень	11,4	27,0	20,2	14,0	26,2	21,0	13,2	24,3	19,3
Липень	19,6	26,7	23,3	14,5	26,1	20,7	16,1	25,4	20,8
Серпень	14,1	25,5	20,2	18,1	23,3	21,2	17,8	27,9	22,9
Вересень	6,3	18,4	13,0	8,4	16,7	12,3	14,1	20,7	18,2

У результаті досліджень впродовж трьох років у 2021 р. відмічали найвищий розвиток збудників хвороб. Зокрема, досліджувані гібриди соняшнику в 2021 р. СИ Бакарді КЛП, НК Конді, СУЗУКА, (Syngenta Crop Protection AG), ЛГ5555 КЛП, ЛГ5580, ЛГ59580 (Limagrain Europe), ЕС ГЕНЕЗІС, ЕС Белламис СЛ, ЕС АРОМАТИК СУ (Euralis Semences), П64ЛП130, ПР64Ф66, П64ЛЕ25 (Pioneer Overseas Corporation) зазнали найвищого ураження сірою гниллю, від 88,3 до 93,3 %, адже спостерігали епіфітотію цієї хвороби (рис.1).

До 71,1 % уражувалися гібриди соняшнику іржею. Проте, слід виділити гібриди ЕС ГЕНЕЗІС (Euralis Semences) і ЛГ59580 (Limagrain Europe), на яких відмічено ураження 13,3 та 15,0 % відповідно. Усі досліджувані гібриди соняшнику уражувалися септоріозом – від 40,0 до 50,0 %. Погодні умови сприяли середньому розвитку збудника фомопсису, гібриди уражувалися від 27,2 до 34,7 %. Відмічали незначний розвиток фомозу – від 5,0 до 13,3 %. Збудник білої гнилі в умовах 2021 р. взагалі не розвивався. Ураження на гібридах соняшнику не відмічали.

У 2022 р. завдяки фітопатологічному моніторингу виявлено, що інтенсивність ураження гібридів соняшнику збудниками хвороб була від низької до середньої. Ураження досліджуваних гібридів соняшнику сірою гниллю становило від 41,7 до 45,0 %. Розвиток білої гнилі

був незначним, до 10 %. У гібрида П64ЛП130 на трьох повтореннях не відмічено ураження білою гниллю (рис. 2).

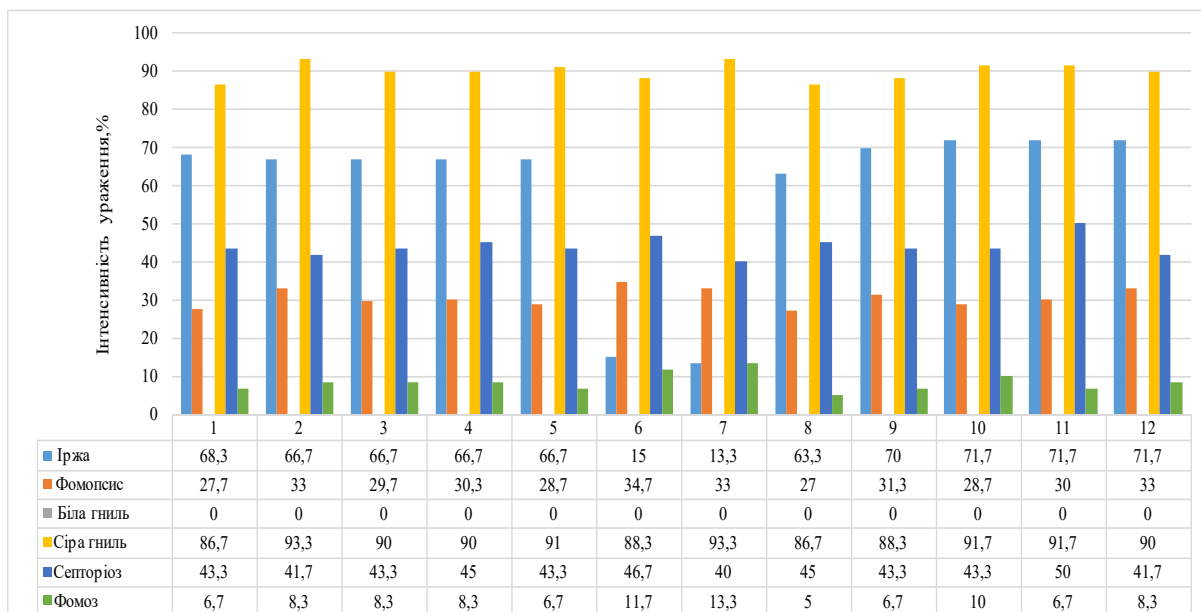
Збудник іржі розвивався на гібридах від 8,3 до 46,7 %. Найменшою мірою уражувалися гібриди ЛГ59580 (Limagrain Europe) – 8,3 % і ЕС ГЕНЕЗІС (Euralis Semences) – 15,0 %.

Розвиток збудників фомопсису відмічено до 30 %. Ураження до 15 % відмічено у гібридів НК Конді (Syngenta Crop Protection AG), ЛГ5580 (Limagrain Europe) і ЕС АРОМАТИК СУ (Euralis Semences).

Усі досліджувані гібриди виявили стійкість і помірну стійкість до фомозу. Інтенсивність ураження становила від 10,0 до 20,0 %. Ураження гібридів збудником септоріозу було на рівні 20,0–25,0 %.

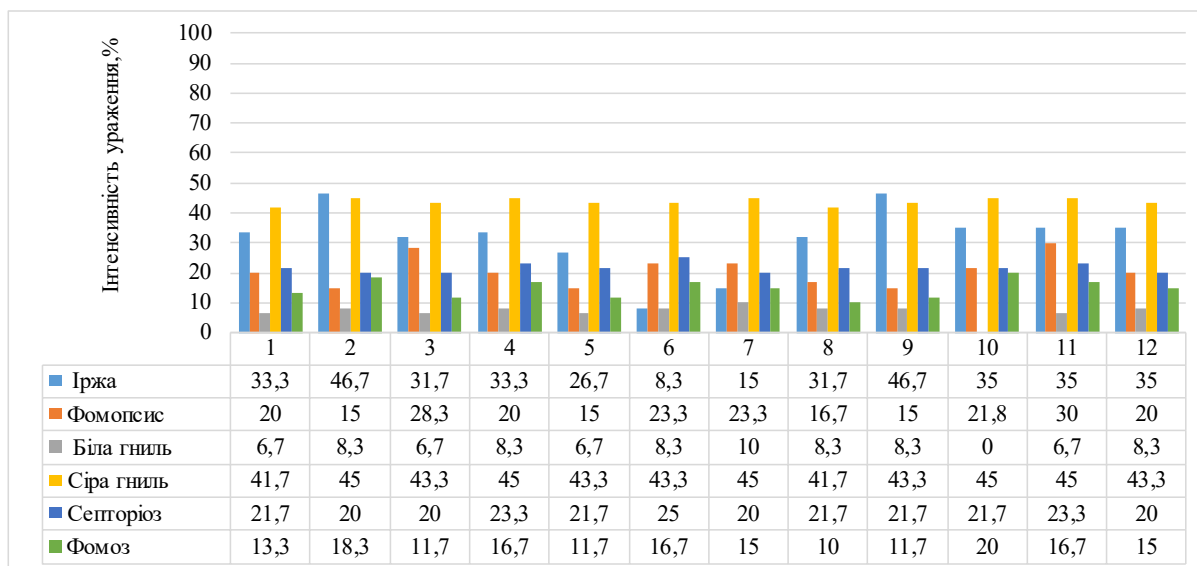
У 2023 р. погодні умови не сприяли розвитку збудників хвороб. Найвищого розвитку (до 30,0 %) на гібридах соняшнику набув фомоз (рис. 3). До 15 % ураження відмічено у гібридів СУЗУКА, (Syngenta Crop Protection AG), ЛГ5580, (Limagrain Europe), ЕС Белламис СЛ, ЕС АРОМАТИК СУ (Euralis Semences). Розвиток сірої гнилі і септоріозу на гібридах соняшнику взагалі не спостерігали.

Збудником іржі уражувалися лише ЕС АРОМАТИК СУ (Euralis Semences) і НК Конді (Syngenta Crop Protection AG) – на 26,7 і 30,0 % відповідно. На всіх інших гібридах розвиток збудника іржі був відсутнім.



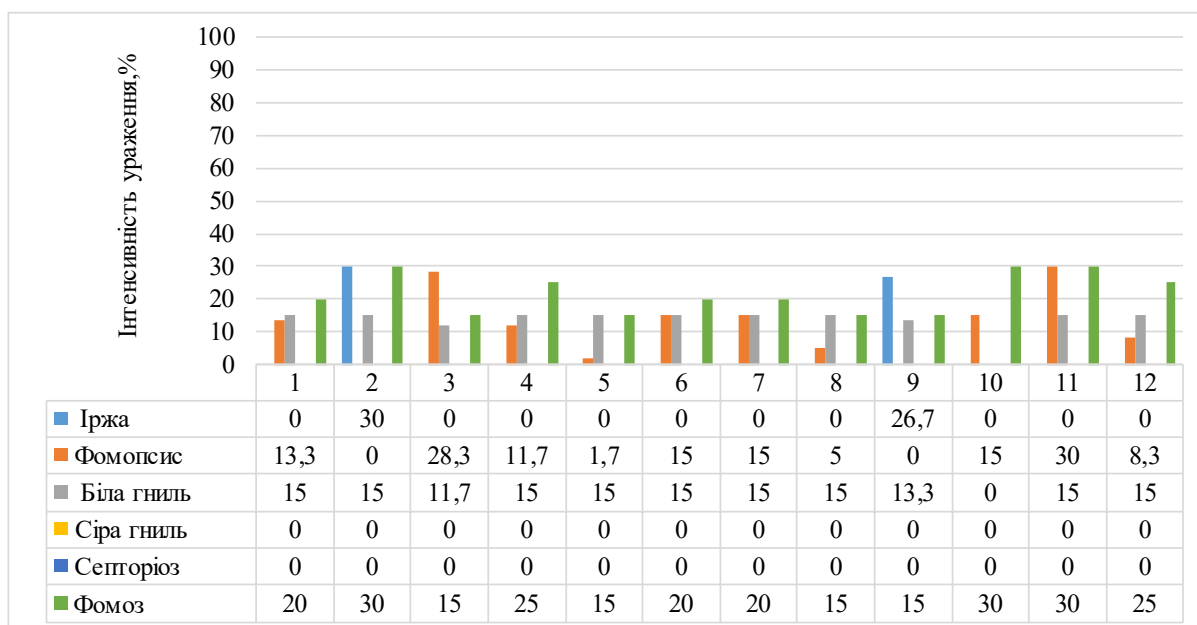
1. СИ Бакарді КЛП. 2. НК Конді. 3. СУЗУКА, (Syngenta Crop Protection AG).
4. ЛГ5555 КЛП. 5. ЛГ5580. 6. ЛГ59580 (Limagrain Europe). 7. ЕС ГЕНЕЗІС.
8. ЕС Белламис СЛ. 9. ЕС АРОМАТИК СУ (Euralis Semences). 10. П64ЛП130.
11. ПР64Ф66, 12. П64ЛЕ25 (Pioneer Overseas Corporation).

Рис. 1. Інтенсивність ураження гібридів соняшнику збудниками хвороб у 2021 р.



1. СИ Бакарді КЛП. 2. НК Конді. 3. СУЗУКА, (Syngenta Crop Protection AG).
4. ЛГ5555 КЛП. 5. ЛГ5580. 6. ЛГ59580 (Limagrain Europe). 7. ЕС ГЕНЕЗІС.
8. ЕС Белламіс СЛ. 9. ЕС АРОМАТІК СУ (Euralis Semences). 10. П64ЛП130.
11. ПР64Ф66. 12. П64ЛЕ25 (Pioneer Overseas Corporation).

Рис. 2. Інтенсивність ураження гібридів соняшнику збудниками хвороб у 2022 р.



1. СИ Бакарді КЛП. 2. НК Конді. 3. СУЗУКА, (Syngenta Crop Protection AG).
4. ЛГ5555 КЛП. 5. ЛГ5580. 6. ЛГ59580 (Limagrain Europe). 7. ЕС ГЕНЕЗІС.
8. ЕС Белламіс СЛ. 9. ЕС АРОМАТІК СУ (Euralis Semences). 10. П64ЛП130.
11. ПР64Ф66. 12. П64ЛЕ25 (Pioneer Overseas Corporation).

Рис. 3. Інтенсивність ураження гібридів соняшнику збудниками хвороб у 2023 р.

Збудник фомопсису уражував не всі гібриди соняшнику. Високу стійкість до фомопсису проявили НК Конді (Syngenta Crop Protection AG), ЕС АРОМАТИК СУ (Euralis Semences) – 0 % ураження і ЛГ5580, (Limagrain Europe) – 1,7 %. Стійкість (ураження 5 %) відмічено у гібрида ЕС Белламис СЛ (Euralis Semences).

До білої гнилі досліджувані гібриди проявили помірну стійкість – ураження до 15,0 %, крім гібрида П64ЛП130 (Pioneer Overseas Corporation) – ураження 0 %.

Фітопатологічний моніторинг гібридів соняшнику СИ Бакарді КЛП, НК Конді, СУЗУКА, (Syngenta Crop Protection AG), ЛГ5555 КЛП, ЛГ5580, ЛГ59580 (Limagrain Europe), ЕС ГЕНЕЗІС, ЕС Белламис СЛ, ЕС АРОМАТИК СУ (Euralis Semences), П64ЛП130, ПР64Ф66,

П64ЛЕ25 (Pioneer Overseas Corporation) показав, що до іржі, впродовж трьох років досліджень, стійкість виявили у гібридів ЛГ59580 та ЕС ГЕНЕЗІС – 7,8 та 9,4 % відповідно (табл. 3).

Середньою стійкістю до фомопсису (15,1–16,2 %), впродовж трьох років, характеризувалися гібриди: ЛГ5580, НК Конді, ЕС АРОМАТИК СУ, НК Конді і ЕС Белламис СЛ.

Усі досліджувані гібриди були стійкими до білої гнилі. Гібрид П64ЛП130 проявив дуже високу стійкість (0 % ураження).

Відмічено високий розвиток сірої гнилі (від 42,8 до 46,1 %), розмах варіювання був значним, це пов'язано з епіфітотією цієї хвороби у 2021 р. та відсутністю розвитку збудника хвороби у 2023 р.

Таблиця 3 – Фітопатологічний моніторинг гібридів соняшнику, середнє за 2021–2023 рр.

Назва гібрида	Інтенсивність ураження, %											
	іржа		фомопсис		біла гниль		сіра гниль		септоріоз		фомоз	
	\bar{X}	R	\bar{X}	R	\bar{X}	R	\bar{X}	R	\bar{X}	R	\bar{X}	R
СИ Бакарді КЛП	33,9	68,3	20,3	14,4	7,2	15,0	42,8	86,7	21,7	43,3	13,3	13,3
НК Конді	47,8	36,7	16,0	33,0	7,8	15,0	46,1	93,3	20,6	41,7	18,9	21,7
СУЗУКА	32,8	66,7	28,8	1,4	6,1	11,7	44,4	90,0	21,1	43,3	11,7	6,7
ЛГ5555 КЛП	33,3	66,7	20,7	18,6	7,8	15,0	45,0	90,0	22,8	45,0	16,7	16,7
ЛГ5580	31,1	66,7	15,1	27,0	7,2	15,0	44,8	91,0	21,7	43,3	11,1	8,3
ЛГ59580	7,8	15,0	24,3	19,7	7,8	15,0	43,9	88,3	23,9	46,7	16,1	8,3
ЕС ГЕНЕЗІС	9,4	15,0	23,8	18,0	8,3	15,0	46,1	93,3	20,0	40,0	16,1	6,7
ЕС Белламис СЛ	31,7	63,3	16,2	22,0	7,8	15,0	42,8	86,7	22,2	45,0	10,0	10,0
ЕС АРОМАТИК СУ	47,8	43,3	15,4	31,3	7,2	13,3	43,9	88,3	21,7	43,3	11,1	8,3
П64ЛП130	35,6	71,7	21,8	13,7	0,0	0,0	45,6	91,7	21,7	43,3	20,0	20,0
ПР64Ф66	35,6	71,7	30,0	0,0	7,2	15,0	45,6	91,7	24,4	50,0	17,8	23,3
П64ЛЕ25	35,6	71,7	20,4	24,7	7,8	15,0	44,4	90,0	20,6	41,7	16,1	16,7

Примітка. \bar{X} – середнє за 3 роки; R – розмах варіювання.

Середнім був розвиток септоріозу (від 20,0 до 24,4 %), проте, розмах варіювання був також високим, адже у 2023 р. розвиток цієї хвороби був відсутній.

Розвиток збудника фомозу був середнім та незначним (від 10,0 до 20,0 %). Він проявлявся на гібридах соняшнику щорічно.

Висновки. Фітопатологічний моніторинг гібридів соняшнику дозволив виявити видовий склад збудників хвороб, домінуючі види і ступінь розвитку хвороб. Під час фітосанітарного моніторингу гібридів соняшнику СИ Бакарді КЛП, НК Конді, СУЗУКА, (Syngenta Crop Protection AG), ЛГ5555 КЛП, ЛГ5580, ЛГ59580 (Limagrain Europe), ЕС ГЕНЕЗІС, ЕС Белламис СЛ, ЕС АРОМАТИК СУ (Euralis Semences), П64ЛП130, ПР64Ф66, П64ЛЕ25 (Pioneer Overseas Corporation) були виявлені хвороби: фомоз (*Phoma macdonaldii* Voerema), фомопсис (*Phomopsis helianthi* Munt.), біла гниль (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary.), сіра гниль (*Botrytis cinerea* Pers.), іржа (*Puccinia helianthi* Schw.) та септоріоз (*Septoria helianthi* Ellis & Kellerm.).

Дослідження впродовж трьох років показали, що погодні умови сприяли розвитку збудників хвороб найбільше у 2021 р. (ГТК 0,9), відмічено епіфітотію сірої гнилі і відсутність білої гнилі. У 2022 р. (ГТК 0,7) спостерігали низький та середній розвиток шести збудників хвороб. Проте, у 2023 р. (ГТК 0,4) розвиток сірої гнилі та септоріозу був відсутнім, розвиток іржі був лише на 2 гібридах. Розвиток фомозу, фомопсису та білої гнилі був низьким або середнім.

Стійкість до іржі виявили у гібридів ЛГ59580 та ЕС ГЕНЕЗІС – 7,8 та 9,4 % відповідно. Середню стійкість до фомопсису (15,1–16,2 %) виявили у гібридів: ЛГ5580, НК Конді, ЕС АРОМАТИК СУ, НК Конді і ЕС Белламис СЛ. Усі досліджувані гібриди були стійкими до білої гнилі. Гібрид П64ЛП130 проявив дуже високу стійкість (0 % ураження) щодо цієї хвороби.

Перспективи подальших досліджень полягають у розробці моніторингу з метою оцінки фітосанітарного стану полів, пошуку стійких гібридів соняшнику та прийняття рішень щодо застосування заходів захисту культури від шкідливих організмів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Аналіз фітопатогенного стану посівів соняшнику в період вегетації за різних агрокліматичних умов / С.В. Поспелов та ін. Вісник ПДАА. 2021. № 4. С. 133–141.
2. Герасименко Т.П., Баннікова К.В. Прогноз фітосанітарного стану агроценозів України та рекомендації щодо захисту рослин у 2015 р. Київ.

3. Дерменко О. Діагностика хвороб соняшнику. Пропозиція. № 6. С. 80–85.

4. Seiler G.J., Marek L.F. Germplasm resources for increasing the genetic diversity of global cultivated sunflower. *Helia*. 2014. 34 (55). P. 1–20. DOI: 10.2298/HEL1155001S.

5. Мельничук Ф.С., Марченко О.А., Васильєв А.А. Вплив зрошення на фітопатогенний комплекс на соняшнику в умовах Лісостепу України. Таврійський науковий вісник. 2020. № 116. С. 32–41.

6. Хвороби соняшнику / С.В. Ретьман та ін. *The Ukrainian Farmer*. 2018. № 3. С. 32–36.

7. Diseases of Sunflower: handbook of Florists' Crops Diseases / T.J. Gulya et al. Lampang, Thailand, 2018. 43 p. DOI: 10.1007/978-3-319-39670-5_27.

8. Comprehensive disease survey of U.S. sunflower: disease trends, research priorities and unanticipated impacts / T. Gulya et al. *Plant Disease*. 2019. 103 (4). P. 601–618. DOI: 10.1094/PDIS-06-18-0980-FE.

9. Sunflower Diseases / S.G. Markell et al. *Sunflower. Chemistry, Production, Processing, and Utilization*. 2015. P. 93–128. DOI: 10.1016/C2015-0-00069-7.

10. Марков І.Л. Хвороби соняшнику. Агроном. 2008. № 4. С. 94–108.

11. Кохан А.В., Лен О.І., Циліурік О.І. Наслідки насичення сівозмін соняшником. Науково-технологічний бюлетень інституту олійних культур НААН. № 23. С. 131–136.

12. Боровська І.Ю., Петренков В.П., Маркова Т.Ю., Черняєва І.М. Методичні рекомендації з обліку чисельності шкідників і розповсюдженості хвороб в посівах соняшнику: навч. посіб. Харків, 2013. 68 с.

13. Harveson R.M., Mathew F.M., Gulya T., Thompson S.M. Sunflower stalk diseases initiated through leaf infections. *Plant Health Progress*. 2018. Vol. 19. No. 1. P. 82–91. DOI: 10.1094/PHP-12-17-0083-DG.

14. Jordaan E., Waals E. van der J., McLaren N.W. Effect of irrigation on charcoal rot severity, yield loss and colonization of soybean and sunflower. *Crop Protection*. 2019. Vol. 122. P. 63–69. DOI: 10.1016/j.cropro.2019.04.026.

15. Mirleau-Thebaud V., Scheiner J., Dayde J. Influence of soil tillage and *Phoma macdonaldii* on sunflower (*Helianthus annuus* L.) yield and oil quality. *Phyton, International Journal of Experimental Botany*. 2011. 80. P. 203–210. DOI: 10.32604/phyton.2011.80.203.

16. Severity of Septoria leaf spot and sunflower yield due to leaf wetness duration / S.I. Brand et al. *Journal of Agricultural Science*. 2018. Vol. 10. No 10. P. 178–188. DOI: 10.5539/jas.v10n10p178

17. Левицька Х.М., Лях В.О. Особливості успадкування стійкості до септоріозу у поколіннях F₁ та F₂ соняшнику. Науково-технічний бюлетень інституту олійних культур НААН України. 2023. Вип. 34. С. 24–32. DOI: 10.36710/ІОС-2023-34-03.

18. Гречка Г.М., Кулинич І.М. Соняшник – універсальна культура в сучасному сільськогоспо-

дарському виробництві України. Бджільництво України. 2023. Вип. 11. С. 23–30. DOI: 10.46913/beekeepingjournal.2023.11.04.

19. Трибель С.О., Стригун О.О. Соняшник: Фітосанітарний стан агроценозів та заходи щодо його покращення. Агроном. 2013. № 3. С. 114–124.

20. Фокін А.В. Система захисту соняшнику від шкідників. Пропозиція. 2010. № 3. С. 82–88.

21. Методики випробування і застосування пестицидів / С.О. Трибель та ін. Київ: Світ, 2001. 448 с.

REFERENCES

1. Pospelov, S.V., Pospelova, G.D., Nechiporenko, N.I., Mishchenko, O.V., Cherniak, O.O., Skliar, S.S., Ivanichko, O.V. (2021). Analiz fitopatohennoho stanu posiviv soniashnyku v period vegetatsii za riznykh ahroklimatychnykh umov [Analysis of sunflower areas' phyto-pathogenic condition during vegetation period under different agroclimatic conditions]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii* [Bulletin of Poltava State Agrarian Academy]. no. (4), pp. 133–141. DOI: 10.31210/visnyk2021.04.17.

2. Herasymenko, T.P., Bannikova, K.V. (2015). Prohnoz fitosanitarnoho stanu ahrotsenoziv Ukrainy ta rekomendatsii shchodo zakhystu roslyn u 2015 r. [Forecast of the phytosanitary state of agrocenoses of Ukraine and recommendations for plant protection in 2015]. Kyiv.

3. Dermenko, O. (2013). Diahnostyka khvorob soniashnyku [Diagnosis of sunflower diseases]. *Propozytsiia* [Offer]. no. 6, pp. 80–85.

4. Seiler, G.J., Marek, L.F. (2014). Germplasm resources for increasing the genetic diversity of global cultivated sunflower. *Helia*. no. 34 (55), pp. 1–20. DOI: 10.2298/HEL1155001S.

5. Melnychuk, F.S., Marchenko, O.A., Vasyliiev, A.A. (2020). Vplyv zroshennia na fitopatohennyi kompleks na soniashnyku v umovakh Lisostepu Ukrainy [The influence of irrigation on the phytopathogenic complex on sunflower in the conditions of the forest-steppe of Ukraine]. *Tavriiskyi naukovi visnyk* [Taurian Scientific Herald]. no. 116, pp. 32–41.

6. Retman, S.V., Kyslykh, T.M., Mykhailenko, S.V., Shevchuk, O.V., Bazykina, N.H. (2018). Khvoroby soniashnyku [Sunflower diseases]. *The Ukrainian Farmer*. no. 3, pp. 32–36.

7. Gulya, T.J., Mathew, F., Harveson, R., Markell, S., Block, C. (2018). Diseases of Sunflower: handbook of Florists' Crops Diseases. Lampang, Thailand, 43 p. DOI: 10.1007/978-3-319-39670-5_27.

8. Gulya, T., Harveson, R., Mathew, F., Block, C., Thompson, S., Kandel, H., Berglund, D., Sandbakken, J., Kleingartner, L., Markell, S. (2019). Comprehensive disease survey of U.S. sunflower: disease trends, research priorities and unanticipated impacts. *Plant Disease*. no. 103 (4), pp. 601–618. DOI: 10.1094/PDIS-06-18-0980-FE.

9. Markell, S.G., Harveson, R.M., Block, C.C., Thomas J., Gulya, T.J. (2015). Sunflower Diseases. Sunflower. Chemistry, Production, Processing, and Utilization. pp. 93–128. DOI: 10.1016/C2015-0-00069-7.

10. Markov, I.L. (2008). Khvoroby soniashnyku [Sunflower diseases]. *Ahronom* [Agronomist]. no. 1, pp. 94–108.

11. Kohan, A.V., Len, O.I., Cyljuriy, O.I. (2016). Naslidky nasychennja sivozmin sonjashnykom [Consequences of crop rotation saturation with sunflower]. *Naukovo-Tehnichnyj Bjuletyn Instytutu Oliinyh Kultur NAAN* [Scientific and technological bulletin of the Institute of Oil Crops of the National Academy of Sciences]. no. 23, pp. 131–136.

12. Borovska, I.Yu., Petrenkova, V.P., Markova, T.Yu., Cherniaieva, I.M. (2013). Metodychni rekomendatsii z obliku chyselnosti shkidnykiv i rozposiudzhennosti khvorob v posivakh soniashnyku: navch. posib [Methodological recommendations for accounting for the number of pests and the spread of diseases in sunflower crops]. Kharkiv, 68 p.

13. Harveson, R.M., Mathew, F.M., Gulya, T., Thompson, S.M. (2018). Sunflower stalk diseases initiated through leaf infections. *Plant Health Progress*. Vol. 19, no. 1, pp. 82–91. DOI: 10.1094/PHP-12-17-0083-DG.

14. Jordaan, E., Waals E. van der, J., McLaren, N.W. (2019). Effect of irrigation on charcoal rot severity, yield loss and colonization of soybean and sunflower. *Crop Protection*. Vol. 122, pp. 63–69. DOI: 10.1016/j.cropro.2019.04.026.

15. Mirleau-Thebaud, V., Scheiner, J., Dayde, J. (2011). Influence of soil tillage and *Phoma macdonaldii* on sunflower (*Helianthus annuus* L.) yield and oil quality. *Phyton, International Journal of Experimental Botany*. no. 80, pp. 203–210. DOI: 10.32604/phyton.2011.80.203.

16. Brand, S.I., Heldwein, A.B., Radons, S.Z., Rosa da Silva, J., Puhl, A.J. (2018). Severity of Septoria leaf spot and sunflower yield due to leaf wetness duration. *Journal of Agricultural Science*. Vol. 10, no. 10, pp. 178–188. DOI: 10.5539/jas.v10n10p178.

17. Levytska, Kh.M., Liakh, V.O. (2023). Osoblyvosti uspadkuvannia stiikosti do septoriozu u pokolinniakh F1 ta F2 soniashnyku [Peculiarities of inheritance of septorios resistance in F1 and F2 generations of sunflower]. *Naukovo-tehnichnyi biuletyn instytutu oliinykh kultur NAAN Ukrainy* [Scientific and technical bulletin of the Institute of Oil Crops of the National Academy of Sciences of Ukraine]. Issue 34, pp. 24–32. DOI: 10.36710/IOC-2023-34-03.

18. Hrechka, H.M., Kulynych, I.M. (2023). Soniashnyk – universalna kultura v suchasnomu silskohospodarskomu vyrobnytstvi Ukrainy [Sunflower – universal culture v modern agricultural production of Ukraine]. *Bdzhilnytstvo Ukrainy* [Beekeeping of Ukraine]. Issue 11, pp. 23–30. DOI: 10.46913/beekeepingjournal.2023.11.04.

19. Trybel, S.O., Stryhun, O.O. (2013). Soniashnyk: fitosanitarnyi stan ahrotsenoziv ta zakhody shchodo yoho pokrashchennia [Sunflower: Phytosanitary status of agrocenoses and measures to improve it]. *Ahronom* [Agronomist]. no. 3, pp. 114–124.

20. Fokin, A.V. (2010). Systema zahystu sonjashnyku vid shkidnykiv [Sunflower protection system from pests]. *Propozycja* [Proposal]. no. 3, pp. 82–88.

21. Trybel, S.O., Siharova, D.D., Sekun, M.P., Ivanenko, O.O. (2001). *Metodyky vyprovuvannia i zastosuvannia pestytsydiv* [Test methods and application of pesticides]. Kyiv, 448 p.

Monitoring of the phytopathogenic state of sunflower crops in the Central Forest-steppe of Ukraine
Kostyna T., Sabadyn V., Dubovyk N., Kuman'ska Yu.

The species composition of the causative agents of sunflower diseases was studied and the dominant species in the Central Forest-steppe were determined. Phytopathogenic monitoring of sunflower genotypes was carried out and the degree of prevalence and development of pathogens during the growing season was analyzed. The phytosanitary state analysis of sunflower agrocenosis was carried out during the growing season of 2021-2023. The phytopathological state of twelve sunflower hybrids was evaluated: SY Bakardi KLP, NK Kondi, SUZUKA, (Syngenta Crop Protection AG), LH5555 KLP, LH5580, LH59580 (Limagrains Europe), ES HENEZIS, ES Bellamis SL, ES AROMATIK SU (Euralis Semences), P64LP130, PR64F66, P64LE25 (Pioneer Overseas Corporation).

The causative agents were identified: Phomosis (*Phoma macdonaldii* Boerema), Phomopsis (*Phomopsis helianthi* Munt.), white rot (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary.), gray rot (*Botrytis cinerea* Pers.), rust (*Puccinia helianthi* Schw.) and septoriosis (*Septoria helianthi* Ellis & Kellerm).

In 2021, epiphytotia of gray rot was observed on sunflower. All hybrids were affected from 88.3% to

93.3%. Rust damage reached 71.1%. Resistant hybrids ES HENEZIS (13.3%) and LH59580 (15.0%) against rust were identified. Between 40.0% and 50.0% of sunflower hybrids were affected by septoriosis. Phomopsis infestation ranged from 27.2% to 34.7%. Not significant development of phomosis was noted from 5.0% to 13.3%. There was no white rot pathogen infection.

In 2022 the intensity of sunflower hybrids damage by pathogens ranged from a low of 6.7% to an average of 45.0%. Gray rot infestation ranged from 41.7% to 45.0%. The development of white rot was not significant, up to 10%. Infection of the hybrids by the causative agent of septoriosis was at the level of 20.0–25.0%. High resistance against white rot was noted in the P64LP130 hybrid. ES HENEZIS and LH59580 hybrids were resistant to rust. Phomopsis damage (up to 15%) was noted in hybrids NK Kondi, LH5580 and ES AROMATIK SU. All studied hybrids showed resistance and moderate resistance to phomosis.

In 2023 weather conditions were not conducive to the pathogens development. Phomosis acquired the highest development (up to 30.0%) on sunflower hybrids. The development of gray rot and septoriosis was not detected. The development of rust pathogen was absent on sunflower hybrids, except for two ones. High resistance against Phomopsis was shown by NK Kondi, ES AROMATIK SU and LH5580 (1.7%). High resistance against white rot was noted in the P64LP130 hybrid.

Key words: sunflower, hybrids, disease monitoring, phomosis, phomopsis, white and gray rot, rust, septoriosis.



Copyright: Костина Т.П. 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:

Костина Т.П.

Сабатин В.Я.

Дубовик Н.С.

Куманська Ю.О.

<https://orcid.org/0009-0007-4009-5576>

<https://orcid.org/0000-0002-8397-8973>

<https://orcid.org/0000-0002-1473-9565>


<https://orcid.org/0000-0001-5945-5737>

САДОВО-ПАРКОВЕ ГОСПОДАРСТВО

УДК 712.2: 72.012. 8

Комп'ютерні засоби
в ландшафтному проектуванні: оглядБордусь О.Ю. 

Білоцерківський національний аграрний університет

 Kukoshh@gmail.com

Бордусь О.Ю. Комп'ютерні засоби в ландшафтному проектуванні: огляд. «Агробіологія», 2024. № 1. С. 303–310.

Bordus O. Computer Tools in Landscape Design: review. «Agrobiology», 2024. no. 1, pp. 303–310.

Рукопис отримано: 10.05.2024 р.
Прийнято: 17.05.2024 р.
Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-303-310

Сучасне комп'ютерне програмне забезпечення підвищує продуктивність проектування, спрощує створення креслень з точним розміщенням елементів, а також забезпечує можливість швидкого редагування і поширення файлів. Виконання креслень вручну майже відсутнє в сфері архітектурного проектування, а в ландшафтному проектуванні залишилося лише у проектах для приватних клієнтів. Відповідно до нових проблем ландшафтного планування, необхідно створити ландшафтно-інформаційну модель ландшафтного дизайну на місцевості, щоб компенсувати теоретичні недоліки та розширити поле зору проектування і будівництва місцевого ландшафту. Тому для вирішення основних завдань ландшафтного проектувальника, потрібно обрати такі програмні засоби, що можуть виконати якісніше і більше процесів проектування відповідно до вимог та умов користувача. Мета досліджень – здійснити цілісний аналіз пропозицій на ринку комп'ютерних засобів для виконання робіт з ландшафтного проектування. Виконано аналіз основного функціоналу, системних вимог, інтерфейсу та рослинних об'єктів для наступних програмних забезпечень з ландшафтного проектування досить популярних серед ландшафтних архітекторів в Україні. Особливо важливим для створення дендропланів, є інструменти створення рослин, як у вигляді 2D, так і 3D графіки, кількість базових об'єктів та якість його відображення в презентаційних матеріалах. Для проектувальників, робота яких пов'язана виключно з ландшафтним дизайном, Realtime Landscape Architect 23 або VectorWorks Landmark можуть бути оптимальними виборами завдяки їх спеціалізації та зручному інтерфейсу. Якщо потрібно інтегрувати ландшафтні рішення з загальними архітектурними проектами, Archicad 26 може бути більш прийнятним варіантом завдяки своїм можливостям BIM та спільній роботі. AutoCAD 24 залишається важливим інструментом у будівельній галузі, однак для специфічних завдань ландшафтного дизайну може потребувати додаткових плагінів і налаштувань.

Ключові слова: ландшафтне проектування, дендропроєктування, комп'ютерні програми, САПР.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. З розвитком комп'ютерних технологій основним засобом створення креслень, візуалізаційних проектних рішень та складання документації є комп'ютерні програми, як спеціалізовані конкретно під певну роботу, так і системи автоматизованого проектування та розрахунку, в якому можна розробити весь комплект проектно-конструкторської документації. Виконання креслень

вручну майже відсутнє в сфері архітектурного проектування, а в ландшафтному проектуванні залишилося лише у проектах для приватних клієнтів. Відповідно до нових проблем ландшафтного планування, необхідно створити ландшафтно-інформаційну модель ландшафтного дизайну на місцевості, щоб компенсувати теоретичні недоліки та розширити поле зору проектування і будівництва місцевого ландшафту [9, 17].

Використання комп'ютерних програм замість ручного способу створення креслень має наступні переваги: підвищення продуктивності, швидкість розробки креслень, точність у визначенні розмірів та координат, легкість внесення змін, можливість моделювання процесів та оцінки параметрів проєктованого середовища, покращення презентації проєкту, легке поширення та дублювання проєктних файлів [1, 2].

Проте проєктування за допомогою комп'ютерних програм має свої вимоги, які в певних ситуаціях можуть стати недоліками:

- фінансові витрати (придбання ліцензійного ПЗ, обладнання комп'ютерів, навчання операторів САПР);
- необхідність у високоякісному сучасному апаратному забезпеченні;
- тривалість та складність навчання персоналу;
- обмеження творчого процесу параметрами ПЗ;
- можливість втрати даних або їх небажаного поширення.

Від початку використання комп'ютерних засобів було створено велику кількість програм для ландшафтних дизайнерів, однак розвинулись і вдосконалились під умови та потреби проєктанта не всі. Загалом, досконалими залишаються САПР (система автоматизованого проєктування і розрахунку) – це автоматизована система, створена для автоматизації процесу проєктування виробів, результатом якого є комплект проєктно-конструкторської документації, достатньої для виготовлення та експлуатації об'єкта проєктування. Автоматизоване проєктування здійснюють за допомогою спеціального програмного забезпечення, автоматизованих баз даних і різноманітних периферійних пристроїв [3, 6]. Сучасні САПР здатні виконувати майже всі завдання з проєктування, від створення креслень до презентації. Для розширення можливостей та точного втілення творчого задуму часто використовують додаткові програми для обробки, редагування та компонування графічних файлів [17, 20].

Можна виокремити наступні основні процеси ландшафтного проєктування, які виконують комп'ютерними засобами:

- розроблення концепції, ескізні пропозиції;
- розроблення ситуаційного, генерального, опорного, дендрологічного планів та робочих креслень;
- створення 3D об'єктів для графічних візуалізацій проєктних рішень;

- візуалізація, рендеринг видів запроєктованих просторів, створення відеопрезентацій;

- верстка, компонування макетів презентаційних матеріалів.

Отже, для вирішення основних завдань проєктувальника, потрібно вибрати такі програмні засоби, які можуть виконати якісніше і більше процесів проєктування та підходити по матеріальному устаткуванню проєктанта.

Мета досліджень – здійснити цілісний аналіз пропозицій на ринку комп'ютерних засобів для виконання робіт з ландшафтного проєктування.

Методи дослідження. Був виконаний аналіз основного функціоналу, системних вимог, інтерфейсу та рослинних об'єктів для наступних програмних забезпечень з ландшафтного проєктування досить популярних серед ландшафтних архітекторів в Україні:

- *RealTime Landscaping Architect 2023*
- *Graphisoft ArchiCAD 26*.
- *AutoCAD 24*
- *VectorWorks Landmark*.

Результати досліджень та їх обговорення. *RealTime Landscaping Architect 2023* – програмний пакет для професійного проєктування ландшафту у 2D та 3D. Надає можливість створення планів, рельєфів, тривимірного зображення об'єктів, а також ефекту реальної прогулянки територією. Є можливість створення виду ділянки з висоти пташиного польоту, 3D-зображення ділянки з можливістю пересування територією, створення відеопрогулянки запроєктованою територією. Версія містить близько 200 Ultra-res об'єктів (найвища роздільна здатність в об'єктах даної програми), 16,400 об'єктів всього та 3,100 атрибутів дизайну. Бібліотека також містить майже 900 3D-моделей рослин із високою роздільною здатністю, які ідеально підходять для створення відеоматеріалів і 3D-покрокових інструкцій, і майже 500 додаткових 3D-моделей рослин зі стандартною роздільною здатністю [14].

Інтерфейс інтуїтивний, навчання оператора програми проходить легко, та не потребує високих знань комп'ютерних технологій, тому це програмне забезпечення (далі ПЗ) досить поширене як серед ландшафтних дизайнерів, так і у студентів, які навчаються ландшафтному проєктуванню. Редагування об'єктів виконується з невеликою кількістю налаштувань, що компенсується швидкістю настроювання об'єктів. Також тут є обмеження по площі території, максимальний розмір площі допустимий 20 акрів (80,9 га).

Водночас особливістю цього ПЗ є те, що є можливість використання окуляр віртуальної реальності в режимі прогулянки, що дозволяє відчувати себе в середині запроєктованого простору.

Після використання ПЗ RealTime Landscaping Architect 2023 можна виділити основні переваги та недоліки цього ПЗ.

Переваги:

- інтуїтивний інтерфейс програми;
- простота використання;
- швидкість створення та налаштування об'єктів проєктування;
- широкий вибір інструментів для проєктування ландшафтного дизайну;
- велика бібліотека рослинних об'єктів;
- підтримка основних форматів файлів САПР;
- невисокі системні вимоги до ПК;
- швидкий рендеринг.

Недоліки:

- обмеження площі території проєктування;
- деякі умовні позначення виконані в растровій графіці;
- неможливість створення і редагування об'єкту PLANT Ultra Res;
- обмежена кількість налаштувань 3D об'єктів;
- мінімальна кількість налаштувань рендерингу.

Graphisoft ArchiCAD 26. ArchiCAD – графічний програмний пакет САПР BIM (Building Information Modeling) для архітекторів, створений угорською компанією Graphisoft [11, 18]. Призначений для проєктування архітектурно-будівельних конструкцій і рішень, інженерії, а також елементів ландшафту, меблів та ін. Моделювання вузлів, створення специфікацій та формування відомості матеріалів для конструкцій є важливою перевагою для проєктантів.

Під час роботи в пакеті використовують концепцію віртуального будинку. Суть її полягає в тому, що проєкт ArchiCAD являє собою виконану у натуральну величину об'ємну модель реальної будівлі, що існує в пам'яті комп'ютера. Для її виконання проєктувальник на початкових етапах роботи з проєктом фактично «будує» будинок, використовуючи інструменти, що мають свої повні аналоги в реальності: стіни, перекриття, вікна, сходи, різноманітні об'єкти тощо.

Після завершення робіт над «віртуальною будівлею», проєктувальник має змогу отримувати різноманітну інформацію по спроектованому об'єкту: поверхові плани, фасади, роз-

різи, експлікації, специфікації, презентаційні матеріали та ін.

Autodesk AutoCAD 24 – дво- і тривимірна система автоматизованого проєктування та креслення, розроблена компанією Autodesk [8]. Двовимірне проєктування AutoCAD як і раніше дозволяє використовувати елементарні графічні примітиви для отримання складніших об'єктів. Крім того, програму можна використовувати для роботи з анотативними об'єктами (розмірами, текстом, позначеннями). Використання механізму зовнішніх посилань (XRef) дозволяє розбивати креслення на складові файли, за які відповідальні різні розробники, а динамічні блоки розширюють можливості автоматизації 2D-проєктування звичайним користувачем без використання програмування. Починаючи з версії 2010, в AutoCAD реалізована підтримка двовимірного параметричного креслення.

VectorWorks Landmark – це потужна програмна платформа, спеціально розроблена для ландшафтних архітекторів, дизайнерів, міських планувальників та інших професіоналів, зайнятих проєктуванням зовнішніх просторів [4]. Вона пропонує комплексний набір інструментів для створення детальних та інформативних ландшафтних проєктів, поєднуючи можливості 2D і 3D проєктування, аналізу та візуалізації.

Першим критерієм вибору програмного забезпечення є його вимоги до комп'ютерного устаткування. Хоча у цих програм є різні версії, які відрізняються своїми більш «легшими» вимогами, в цьому аналізі порівнюють останні і найбільш поширені версії із найбільшим функціоналом всередині. Системні вимоги для програм Realtime Landscape Architect 23, ArchiCAD 26, AutoCAD 24 і VectorWorks Landmark можуть відрізнитись через їх особливості, специфікації та функціональні можливості. Загальна характеристика різниці в системних вимогах між програмами наведена в таблиці 1.

Головними критеріями до системних вимог є частота центрального процесору, об'єму оперативної (системної) пам'яті та вільного об'єму пам'яті на жорсткому диску. Найменші вимоги до матеріального устаткування у ПЗ RealTime LA, що зумовлює її більшу доступність для використання. Однак є правило, що мінімальні вимоги до комп'ютерного устаткування підходять для проєктування невеликих об'єктів, для розробки великих територій, наприклад мікрорайон, селище – потрібне більш потужне обладнання, для можливості опрацювання більшої інформації програмним забезпеченням.

Інтерфейс користувача є ключовим компонентом програмного забезпечення, який безпосередньо впливає на зручність, продуктивність, задоволення користувачів та загальний успіх продукту на ринку. Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс забезпечує легке та швидке

освоєння програми, що особливо важливо для нових користувачів. Зручний інтерфейс дозволяє користувачам ефективно виконувати свої завдання без потреби в довготривалому навчанні. Основні характеристики інтерфейсу наведені в таблиці 2.

Таблиця 1 – Аналіз мінімальних системних вимог до комп'ютерного устаткування

Назва вимоги	Назва САІР			
	RealTime LA 2023	ArchiCAD 26	AutoCAD 2024	VectorWorks Landmark 24
Операційна система, версія	Windows 64-bit (10 або 11)	Windows 64-bit (10 або 11)	Windows 64-bit (10 або 11)	Windows 64-bit (10 або 11)
Частота центрального процесору (ЦП), ГГц	1 ГГц	2,4 ГГц	2,5–2,9 ГГц	3 ГГц
Об'єм системної пам'яті, Гб	4	16	8	8
Вільний об'єм пам'яті на жорсткому диску, Гб	6	5	10	10-30
Версія DirectX	11	11	11	11
Об'єм пам'яті відеокарти, Гб	2	2	1	2

Таблиця 2 – Характерні особливості інтерфейсу програм для ландшафтного проєктування

Критерій	Realtime LA	Archicad	AutoCAD	VectorWorks Landmark
Простота та інтуїтивність	Простий та інтуїтивний інтерфейс, легкий для освоєння новачками	Професійний інтерфейс, потребує часу для освоєння, але зручний для досвідчених користувачів	Класичний інтерфейс, складний для новачків, але добре відомий серед професіоналів	Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс з акцентом на ландшафтний дизайн, зручний для користувачів різного рівня
Спеціалізація	Зосереджений на ландшафтному дизайні, всі інструменти легко доступні	Зосереджений на архітектурному та структурному проєктуванні, додаткові плагіни для ландшафтного дизайну	Універсальний для різних типів проєктування, потребує налаштувань для ландшафтного дизайну	Спеціалізований для ландшафтного дизайну, всі інструменти легко доступні
Налаштування робочого простору	Мінімальні налаштування робочого простору	Широкі можливості налаштування робочого простору під потреби користувача	Широкі можливості налаштування робочого простору, включаючи створення власних панелей інструментів	Широкі можливості налаштування робочого простору під потреби ландшафтного дизайну
Візуалізація в реальному часі	Вбудована функція перегляду проєктів у реальному часі	Потужні інструменти для рендерингу, але не в реальному часі	Потребує додаткових плагінів для високоякісного рендерингу	Вбудовані функції для перегляду змін у реальному часі
Панелі інструментів	Простий набір панелей інструментів, зосереджений на ландшафтному дизайні	Високий рівень налаштування панелей інструментів, велика кількість функцій	Високий рівень налаштування панелей інструментів, підтримка макросів та плагінів	Панелі інструментів легко налаштовуються для ландшафтного дизайну

Таблиця 3 – Порівняння характеристик створення рослинних об'єктів в різних ПЗ для ландшафтного проєктування

Критерій	Realtime LA	Archicad	AutoCAD	VectorWorks Landmark
Розмір бібліотеки	Велика, тисячі рослин	Обмежена, додаткові через плагіни	Немає спеціалізованої, потребує сторонніх	Дуже велика, тисячі видів
Різноманітність рослин	Дерева, кущі, квіти, трави	Обмежена, можливе розширення	Немає спеціалізованих, потребує сторонніх	Широкий вибір дерев, кущів, квітів, трав
Деталізація моделей	Деталізовані 3D-моделі	Високодеталізовані, можна редагувати	Залежить від сторонніх бібліотек	Високодеталізовані, налаштовуються
Адаптивність моделей	Легко налаштовуються	Можливість налаштування	Залежить від якості сторонніх бібліотек	Легко налаштовуються
Додаткові можливості	Візуалізація росту рослин	Обмежені, залежить від плагінів	Потрібні додаткові плагіни	Візуалізація росту та сезонних змін
Доступність та оновлення	Регулярні оновлення	Залежить від сторонніх ресурсів	Залежить від сторонніх ресурсів	Регулярні оновлення
Джерела	Власні бібліотеки	Власні та сторонні плагіни	Сторонні бібліотеки, такі як SketchUp Warehouse	Власні бібліотеки

Отже, можна визначити такий порядок ПЗ, від простого до складного інтерфейсу: Realtime Landscape Architect, VectorWorks Landmark, Archicad, AutoCAD. Зокрема в ПЗ Archicad та AutoCAD є можливість налаштування робочих панелей індивідуально під користувача, що відсутнє у Realtime LA.

Особливо важливим для створення дендропланів, є інструменти створення рослин, як у вигляді 2D, так і 3D графіки, кількість базових об'єктів та якість його відображення в презентаційних матеріалах. Особливості створення рослинних об'єктів наведено в таблиці 3.

Ця таблиця показує, що Realtime Landscape Architect 23 і VectorWorks Landmark мають більш розвинені та спеціалізовані бібліотеки рослинних об'єктів для ландшафтного дизайну, тимчасом Archicad 26 і AutoCAD 24 більше залежать від сторонніх ресурсів і плагінів для розширення своїх можливостей у цій галузі.

Висновок. Для проєктувальників, робота яких пов'язана виключно з ландшафтным дизайном, Realtime Landscape Architect 23 або VectorWorks Landmark можуть бути оптимальними виборами завдяки їх спеціалізації та зручному інтерфейсу. Якщо потрібно інтегрувати ланд-

шафтні рішення з загальними архітектурними проєктами, Archicad 26 може бути більш прийнятним варіантом завдяки своїм можливостям BIM та спільній роботі. AutoCAD 24 залишається важливим інструментом у будівельній галузі, однак для специфічних завдань ландшафтного дизайну може потребувати додаткових плагінів і налаштувань. Загалом, можна дати таку характеристику програмним забезпеченням з погляду ландшафтного проєктування:

« **Realtime Landscape Architect 23.** Програма пропонує спеціалізовані інструменти для створення та редагування ландшафтних проєктів, включаючи бібліотеки об'єктів, інструменти для створення топографічних карт, а також можливості для візуалізації проєктів у реальному часі.

« **Archicad 26.** Програма орієнтована на архітектурне проєктування з використанням BIM технологій. Вона має розширені інструменти для створення 3D моделей, візуалізації, аналізу енергоефективності та співпраці над проєктами.

« **AutoCAD 24.** Ця програма пропонує універсальні інструменти для 2D креслення та 3D моделювання, роботу з шарами та блоками, точ-

ні вимірювання, анотації та інтеграцію з іншими програмами.

«**VectorWorks Landmark**. Програма спеціалізується на ландшафтному проектуванні і надає інструменти для створення та редагування топографії, роботи з геопросторовими даними, проектування систем поливу та розрахунку витрат на матеріали.

Кожна з цих програм має свої унікальні інструменти, що відповідають їх спеціалізації та потребам користувачів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бордусь О.Ю. Сучасні комп'ютерні програми в ландшафтному проектуванні. Інновації у садово-парковому господарстві України: матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції здобувачів вищої освіти та молодих учених. Біла Церква: БНАУ, 2023. С. 49–51.

2. Вотінов М.А., Смірнова О.В. Архітектурне проектування та види візуалізації інноваційних архітектурних об'єктів. Architectural design and types of visualization of innovative architectural objects. Харків, 2023. Вип. 6. № 180. С. 43–51.

3. Гервас О.Г. САПР об'єктів середовища: навчально-методичний посібник. Умань: Візаві, 2018. 160 с.

4. Програмний пакет VECTORWORKS. Light Converse. URL: <https://lightconverse.ua/products/software/vectorworks/>

5. Програмний пакет VECTORWORKS. URL: <https://lightconverse.ua/products/software/vectorworks/>

6. Шевченко А.А., Ларченко О.В. Використання ландшафтного дизайну на основі цифрових технологій. Сучасна молодь в світі інформаційних технологій: матеріали V Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених та здобувачів вищої освіти, присвяченої Дню науки. Херсон-Кропивницький: Видавництво ФОП Вишемирський В.С., 2024. С. 83–84.

7. Ahmad A.M., Aliyu A.A. The Need for Landscape Information Modelling (LIM) in Landscape Architecture. DLA 2012, Proc. of Digital Landscape Architecture Conference 2012, Bernberg, Germany. Hochschule Anhalt (Web). 2013.

8. Autodesk AutoCAD: Automated design and calculation systems. Official website of Autodesk. 2023. URL: <https://apps.apple.com/en/app/autocad/id393149734>

9. Chen Sihan. Innovation of Digital Technology to Traditional Landscape Design. Management & Technology of SME(late journal). 2018. No 01. P. 154–155.

10. Chen X. Environmental landscape design and planning system based on computer vision and deep learning. Journal of Intelligent Systems. 2023. 32(1). 20220092. DOI: 10.1515/jisys-2022-0092.

11. Graphisoft Archicad. Graphisoft Archicad. 2023. URL: <https://graphisoft.com/solutions/archicad>

12. International Transactions on Electrical Energy Systems, Retracted: Application of Landscape Architecture 3D Visualization Design System Based on AI Technology. 2023. DOI: 10.1155/2023/9893759.

13. Jia J. Computer-aided design method of parametric model for landscape planning. Computer-Aided Design and Applications. 2022. 19(S3). P. 55–64. DOI: 10.14733/cadaps.2022.S3. P. 55–64.

14. Landscape Design Software. Idea Spectrum. URL: <https://ideaspectrum.com/>

15. Li Z., Cheng Y. Teaching Reform and Practice of Landscape Planning and Design under Digital Technology Environment. Landscape Architecture. 2019. 26(S2). P. 67–71.

16. Pietsch M., Heins M., Buhmann E., Schultze C. Object-based, Processor-oriented, Conceptual Landscape Models – A Chance for Standardizing Landscape Planning Procedures in the Context of Road Planning Projects. DLA 2009, Proc. of Digital Landscape Architecture 2009, Hochschule Anhalt, Bernberg, Germany. Hochschule Anhalt (Web). 2013.

17. Retracted: Application of Landscape Architecture 3D Visualization Design System Based on AI Technology. International Transactions on Electrical Energy Systems. 2022. 9918171, 11 p. DOI: 10.1155/2022/9918171.

18. Sipes J.L. Integrating BIM Technology Into Landscape Architecture. LATIS 2008, Technical Paper. American Society of Landscape Architects, Washington D.C.

19. Zhang M., Deng X. Color effect of landscape architecture design under computer-aided collaborative design system. Computer-Aided Design and Applications. 2022. 19(S3). P. 13–22. DOI: 10.14733/cadaps.2022.S3.13-22.

20. Zhang Y. Application of Landscape Architecture 3D Visualization Design System Based on AI Technology. International Transactions on Electrical Energy Systems. 2022. 9918171, 11 p. DOI: 10.1155/2022/9918171.

REFERENCES

1. Bordus, O.Yu. (2023). Suchasni kompiuterni programy v landshaftnomu proektuvanni [Modern computer programs in landscape design]. Innovatsii u sadovo-parkovomu hospodarstvi Ukrainy: materialy vseukrainskoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii zdobuvachiv vyshchoi osvity ta molodykh uchenykh [Innovations in horticulture of Ukraine: materials of the All-Ukrainian scientific and practical internet conference of higher education seekers and young scientists]. Bila Tserkva, BNAU, pp. 49–51.

2. Votinov, M.A., Smirnova, O.V. (2023). Arkhitekturne proektuvannya ta vydy vizualizatsii innovatsiinykh arkhitekturnykh ob'ektiv [Architectural design

and types of visualization of innovative architectural objects]. *Komunalne hospodarstvo mist [Architectural design and types of visualization of innovative architectural objects]*. Kharkiv, Issue 6, no. 180, pp. 43–51.

3. Hervas, O.H. (2018). SAPR obiektyv seredovishcha: navchalno-metodychnyi posibnyk [CAD of environmental objects]. Uman, Vizavi, 160 p.

4. Prohramnyi paket VECTORWORKS [VECTORWORKS software package]. Light Converse. Available at: <https://lightconverse.ua/products/software/vectorworks/>

5. Prohramnyi paket VECTORWORKS [VECTORWORKS software package]. Available at: <https://lightconverse.ua/products/software/vectorworks/>

6. Shevchenko, A.A., Larchenko, O.V. (2024). Vykorystannia landshaftnoho dizainu na osnovi tsyfrovyykh tekhnolohii [Use of landscape design based on digital technologies]. *Suchasna molod v sviti informatsiynykh tekhnolohii: materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii molodykh vchenykh ta zdobuvachiv vyshchoi osvity, prysviachenoї Dniu nauky [Modern youth in the world of information technologies: materials of the 5th All-Ukrainian scientific and practical conference of young scientists and students of higher education dedicated to Science Day]*. Kherson-Kropyvnytskyi, V.S. Vyshemyrskyi FOP Publishing House, pp. 83–84.

7. Ahmad, A.M., Aliyu, A.A. (2013). The Need for Landscape Information Modelling (LIM) in Landscape Architecture. DLA 2012, Proc. of Digital Landscape Architecture Conference 2012, Bernberg, Germany. Hochschule Anhalt (Web).

8. Autodesk AutoCAD: Automated design and calculation systems. Official website of Autodesk. 2023. Available at: <https://apps.apple.com/en/app/autocad/id393149734>

9. Chen, Sihan. (2018). Innovation of Digital Technology to Traditional Landscape Design. *Management & Technology of SME(late journal)*. no. 01, pp. 154–155.

10. Chen, X. (2023). Environmental landscape design and planning system based on computer vision and deep learning. *Journal of Intelligent Systems*. no. 32(1), 20220092. DOI: 10.1515/jisys-2022-0092.

11. Graphisoft Archicad. Graphisoft Archicad. 2023. Available at: <https://graphisoft.com/solutions/archicad>

12. International Transactions on Electrical Energy Systems, Retracted: Application of Landscape Architecture 3D Visualization Design System Based on AI Technology. 2023. DOI: 10.1155/2023/9893759.

13. Jia, J. (2022). Computer-aided design method of parametric model for landscape planning. *Computer-Aided Design and Applications*. no.19(S3), pp. 55–64. DOI: 10.14733/cadaps.2022.S3.55-64.

14. Landscape Design Software. Idea Spectrum. Available at: <https://ideaspectrum.com/>

15. Li, Z., Cheng, Y. (2019). Teaching Reform and Practice of Landscape Planning and Design under Digital Technology Environment. *Landscape Architecture*. no. 26(S2), pp. 67–71.

16. Pietsch, M., Heins, M., Buhmann, E., Schulze, C. (2013). Object-based, Processor-oriented, Conceptual Landscape Models – A Chance for Standardizing Landscape Planning Procedures in the Context of Road Planning Projects. DLA 2009, Proc. of Digital Landscape Architecture 2009, Hochschule Anhalt, Bernberg, Germany. Hochschule Anhalt (Web).

17. Retracted: Application of Landscape Architecture 3D Visualization Design System Based on AI Technology. *International Transactions on Electrical Energy Systems*. 2022, 9918171, 11 p. DOI: 10.1155/2022/9918171.

18. Sipes, J.L. Integrating BIM Technology Into Landscape Architecture. LATIS 2008, Technical Paper. American Society of Landscape Architects, Washington D.C.

19. Zhang, M., Deng, X. (2022). Color effect of landscape architecture design under computer-aided collaborative design system. *Computer-Aided Design and Applications*. no. 19(S3), pp. 13–22. DOI: 10.14733/cadaps.2022.S3.13-22.

20. Zhang, Y. (2022). Application of Landscape Architecture 3D Visualization Design System Based on AI Technology. *International Transactions on Electrical Energy Systems*. 9918171, 11 p. DOI: 10.1155/2022/9918171.

Computer Tools in Landscape Design: review Bordus O.

Modern computer software enhances the productivity of design, simplifies the of precise drawings creation with accurate element placement, and facilitates quick editing and files sharing. Manual drawing is nearly absent in architectural design, and in landscape design it remains only in projects for private clients. Addressing new challenges in landscape planning it is necessary to create landscape-informational model to compensate for theoretical shortcomings and expand the scope of design and construction of local landscapes. Therefore, to solve the main tasks of a landscape designer, one must select those software tools capable of executing design processes more qualitatively and comprehensively, according to users' requirements and conditions. The purpose of the research is to conduct a comprehensive analysis of computer tools available on the market for landscape design work. An analysis was conducted of the main functionalities, system requirements, interfaces, and plant objects for the following software solutions, popular among landscape architects in Ukraine The tools for plant creation, both in 2D and 3D graphics, the number of basic objects, and their quality in presentation materials are particularly critical for dendroplans creation. For designers exclusively involved in landscape design, «Realtime Landscape Architect 23»

or «VectorWorks Landmark» may be optimal choices due to their specialization and user-friendly interfaces. For integrating landscape solutions with general architectural projects «Archicad 26» might be more suitable due to its BIM capabilities and collaborative features. «AutoCAD 24» remains an essential tool in

the construction industry, although specific landscape design tasks may require additional plugins and settings.

Key words: landscape design, dendroplanning, computer programs, CAD (Computer-aided design and calculation system).



Copyright: Бордусь О.Ю. © 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.Ю.


<https://orcid.org/0000-0001-5370-0340>

САДОВО-ПАРКОВЕ ГОСПОДАРСТВО

УДК 630*27-047.36(477.4)

Моніторинг стану деревних насаджень заповідних парків
«Томилівський» та «Фастівський»Зелінський Б.В. 

Білоцерківський національний аграрний університет

 z_b_v@ukr.net

Зелінський Б.В. Моніторинг стану деревних насаджень заповідних парків «Томилівський» та «Фастівський». «Агробіологія», 2024. № 1. С. 311–321.

Zelinskyi B. Monitoring the state of wooden plantations of the protected parks «Tomylivskyi» and «Fastivskyi». «Agrobiologia», 2024. no. 1, pp. 311–321.

Рукопис отримано: 10.05.2024 р.

Прийнято: 17.05.2024 р.

Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-311-321

Проведено моніторинг стану та таксономічного складу деревних видів парків-пам'яток «Томилівський» та «Фастівський». У результаті інвентаризації в парку-пам'ятці «Томилівський» на площі 2,8 га зафіксовано 209 видів і 8 форм деревно-чагарникових рослин (59,9%). Дендрофлора парку включає 160 екзотичних і 49 автохтонних видів. Аналіз розподілу родин показує домінування *Rosaceae*, *Ulmaceae* та *Salicaceae*. Найбільш чисельними видами є *Ulmus carpinifolia*, *Buxus sempervirens* та *Sambucus nigra*.

На території парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва місцевого значення «Фастівський» переважають штучні насадження з 88 виділами на площі 33 га. Флора парку включає 195 видів вищих судинних рослин, що зростають у свіжих грабових та грабово-дубово-соснових судібровах.

За дослідження санітарного стану насаджень парку-пам'ятки «Фастівський» виявлено значну кількість сухостійних дерев головних деревних видів. Обстеження соснових насаджень показало дуже ослаблений їх стан через сніголами та інші абіотичні й біотичні чинники. Поширеність вторинних шкідників спричинила погіршення санітарного стану дерев, що призвело до збільшення кількості дерев IV–VI категорій стану. Дубові насадження зазнали сильного ослаблення та розвитку патологій через грибкові ураження та стовбурових шкідників. У клена гостролистого та акацієвих насадженнях також спостерігаються різні ступені ослаблення через патологічні процеси та вплив абіотичних і біотичних чинників. Насадження піддаються значному рекреаційному навантаженню, що знижує їх стійкість.

Запропоновано заходи для підтримання структури, видового складу дендрофлори та відновлення парку, включаючи санітарні рубки, очищення від сухостою, видалення інвазійних видів, підсадження цінних рослин та збереження раритетних дерев.

Ключові слова: зелені насадження, видовий склад, деревні насадження загального призначення, зміни клімату, таксон, парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва місцевого значення, систематична структура.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Сучасний моніторинг стану зелених насаджень в міських умовах необхідний для оцінки, аналізу динаміки та особливостей змін, а також для прогнозування їхнього майбутнього. Особливо актуальним є вивчення зелених насаджень у природно-заповідних зонах України [1].

Урбоекосистеми, що включають міські парки, сквери та інші зелені зони, мають критично

важливе значення у забезпеченні екологічного балансу міських територій. Деревні насадження загального призначення (ДНЗП) є ключовими компонентами цих екосистем, оскільки вони сприяють очищенню повітря, зниженню рівня шуму, регуляції температурного режиму та підвищенню якості життя населення. Однак, в умовах інтенсивної урбанізації, ДНЗП зазнають значного впливу негативних чинників, таких як забруднення повітря, механічні пошкодження,

зміни кліматичних умов та антропогенне навантаження [2]. Це робить моніторинг стану деревних насаджень важливим інструментом для оцінки їх життєздатності та ефективного управління міськими зеленими зонами.

Урбоекосистеми сьогодні стикаються з низкою викликів, які негативно впливають на стан деревних насаджень загального призначення. Зростання міського населення та інтенсивний розвиток інфраструктури призводять до збільшення забруднення повітря, механічних пошкоджень, скорочення зелених зон та інших негативних впливів. У таких умовах деревні насадження піддаються стресовим чинникам, що знижують їх життєздатність, функціональність та екологічну ефективність.

Основні проблеми, пов'язані з деревними насадженнями загального призначення в урбоекосистемах, включають [3, 4]:

1. Забруднення повітря. Високий рівень забруднення повітря від транспортних засобів та промислових підприємств негативно впливає на фізіологічний стан дерев.

2. Антропогенний вплив. Механічні пошкодження від будівельних робіт, рекреаційної діяльності та вандалізму.

3. Кліматичні зміни. Зміни температурного режиму, збільшення кількості посушливих періодів та інших екстремальних погодних умов.

Недостатній догляд. Неналежне утримання та догляд за деревами, включаючи недостатнє поливання, обробку від шкідників та хвороб, неправильну обрізку [1, 5].

Дослідження, присвячені моніторингу стану ДНЗП в умовах урбоекосистем, активно розвиваються останніми роками. Тож, ця тема цікавить багатьох вітчизняних і зарубіжних науковців, зокрема серед вітчизняних дослідників М.Ф. Бойко [6], О.В. Ковальчук [7], Л.О. Гончаренко [8], В.І. Ткаченко [9], П.М. Іваненко [10], С.А. Мельник [11], Д.В. Романчук [12], К.П. Сидоренко [13], А.Б. Марченко, О.Г. Олешко [14], Марченко А.Б., Роговський С.В., Олешко О.Г. та ін. [15], Н.М. Шевченко [16] та ін. Серед зарубіжних дослідників: Jones & Roberts [17], Brown et al. [18], Green et al. [19], J. Smith, A. Brown & R. Green [20]. У значній кількості праць дослідники вказують на те, що високий рівень забруднення повітря призводить до зниження фотосинтетичної активності дерев, пошкодження листків та зменшення загальної життєздатності рослин [21].

Серед досліджень моніторингу стану деревних насаджень загального призначення в умовах міста, які стосуються різних аспектів наукових пошуків, слід зазначити: дослідження присвячене оцінці стану деревних насаджень у

міських парках, аналізу їх екологічного стану та впливу антропогенного навантаження [1]; дослідження впливу забруднення повітря на фізіологічний стан деревних насаджень у містах з високим рівнем промислового виробництва [7]; сучасні дослідження щодо використання дистанційних методів моніторингу, таких як дрони та супутникові знімки, для оцінки стану деревних насаджень у містах [8]; дослідження впливу змін клімату на розвиток та сезонні цикли міських деревних насаджень [8]; аналіз впливу будівельних робіт та інших антропогенних чинників на стан дерев у містах [10]; розгляд сучасних методів догляду за деревами, включаючи обрізку, поливання та обробку від шкідників [11]; вивчення впливу рекреаційної діяльності на стан міських зелених зон та розробка рекомендацій для мінімізації цього впливу [12]; оцінка екологічної ефективності деревних насаджень у містах, зокрема їх внеску у покращення якості повітря та зниження рівня шуму [13]; дослідження ефективності застосування мульчування для збереження вологи у ґрунті під міськими деревами, що сприяє підвищенню їх життєздатності [16].

Дослідження свідчать про те, що механічні пошкодження, спричинені людською діяльністю, є однією з основних причин зниження життєздатності міських дерев [17].

Зміни кліматичних умов впливають на сезонні цикли дерев, зокрема на строки цвітіння, плодоношення та листопаду. Деякі види дерев демонструють вищу стійкість до змін клімату, що є важливим чинником за планування озеленення міст [18].

У сучасних умовах надзвичайно важливо здійснювати моніторинг стану дерев у міських екосистемах. Останні дослідження свідчать, що ефективне управління міськими зеленими зонами потребує використання сучасних методів моніторингу та врахування різних впливових чинників. Це дозволить не лише зберегти наявні зелені насадження, а також підвищити їх екологічну та соціальну ефективність у майбутньому.

Мета дослідження – оцінювання стану деревних насаджень заповідних парків «Томилівський» та «Фастівський» в умовах урбоекосистеми, а також розробка рекомендацій для покращення їх життєздатності та функціональності.

Основні завдання дослідження включають:

1. Аналіз основних чинників, що впливають на стан деревних насаджень загального призначення у міських умовах.

2. Оцінка фізіологічного стану деревних насаджень за допомогою сучасних методів моніторингу.

3. Визначення ступеня антропогенного навантаження на дерева та їх стан за стресових чинників.

4. Розробка рекомендацій для підвищення стійкості деревних насаджень до негативних впливів урбанізації.

5. Впровадження практичних заходів для покращення догляду за міськими зеленими зонами та підвищення їх екологічної ефективності.

Це дослідження сприятиме більш глибокому розумінню процесів, що впливають на стан деревних насаджень у містах, та допоможе розробити ефективні стратегії для їх збереження і розвитку.

Матеріал і методи дослідження. У процесі дослідження використали загальнонаукові методи дослідження, які застосовують в дендрології, садово-парковому господарстві.

Об'єктами досліджень були: парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва місцевого значення (ППСПММЗ) «Томилівський», парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва місцевого значення ППСПММЗ «Фастівський».

Під час досліджень у ППСПМ основний акцент робили на аналізі таксономічного складу дендрофлори [22].

Таксономічну інвентаризацію зелених насаджень проводили з червня до серпня 2022–2023 рр. за маршрутним методом [22]. Ідентифікацію видів здійснено з використанням сучасних довідників [23–25]. Ідентифікацію видів виконували за сучасними довідниками [26]. Систематичне положення таксонів *Pinophyta* було визначено за чеклістом А. Фаржона [27], а *Magnoliophyta* – за сучасною системою класифікації квіткових рослин APG III [27]. Назви таксонів подано відповідно до електронної бази The Plant List [21], з урахуванням чинного міжнародного кодексу ботанічної номенклатури [28].

Естетичну оцінку насаджень визначали за шкалою оцінки естетичного стану деревних рослин авторів В.А. Вітенко, О.М. Баюра, І.В. Козаченко [29].

Дослідження санітарного стану насаджень парку-пам'ятки «Фастівський» проводили за шкалою «Санітарних правил в лісах України» [30].

Результати дослідження та обговорення. Площа парку-пам'ятки «Томилівський» становить 2,8 га та має особливий режим охорони і відтворення та використання лісових ресурсів, зокрема є національним надбанням [31]. Він має велике наукове та естетичне значення і входить до складу лісового фонду Томилівського лісництва філії «Біло-

церківське лісове господарство» ДСГП «Ліси України».

За даними літературних джерел [31], у парку-пам'ятці «Томилівський» зростає 330 видів деревних і чагарникових рослин [7].

У парку-пам'ятці «Томилівський» нараховується 209 видів і 8 форм деревно-чагарникових рослин, які належать до 97 родів, 41 родини, 30 порядків, трьох класів (*Pinopsida*, *Ginkgopsida*, *Magnoliopsida*) та двох відділів (*Pinophyta*, *Magnoliophyta*). Переважна більшість видів (87,6 %) належить до відділу *Magnoliophyta*, зокрема 106 видів і 3 форми дерев та 84 види і 2 форми чагарників. Відділ *Pinophyta* включає 23 види дерев і 4 види та 3 форми чагарників. Отже, інвентаризація у парку-пам'ятці «Томилівський» на 2023 рік показала значне різноманіття видів і форм зелених насаджень (табл. 1).

Аналіз розподілу родин за кількістю екземплярів у парку-пам'ятці «Томилівський» показує наступний порядок домінування: *Rosaceae* > *Ulmaceae* > *Salicaceae* > *Fabaceae* > *Berberidaceae* > *Betulaceae* > *Juglandaceae* > *Oleaceae* > *Caprifoliaceae* > *Sambucaceae* > *Buxaceae* > *Celastraceae* > *Corylaceae* > *Cornaceae* (табл. 2). У парку-пам'ятці «Томилівський» виявлено значну різноманітність родин з різною чисельністю екземплярів, яка коливається від 373 (*Rosaceae*) до 52 (*Cornaceae*).

Аналіз насаджень за життєвими формами показав, що у парку-пам'ятці «Томилівський» переважають дерева (131 вид, 59,9 %), кущі (78 видів, 36,4 %) та ліани (7 видів, 3,3 %). Встановлено, що дендрофлора парку складається як з екзотичних, так і автохтонних видів, що становить відповідно 160 і 49 видів [1].

ППСПММЗ створено з метою забезпечення збереження і раціонального використання природних ресурсів в естетичних, виховних, природоохоронних цілях; підтримання загального екологічного балансу в регіоні; екологічного просвітництва. У цьому парку всі насадження штучного походження, де переважають лісові деревні види, що характерно для лісових екосистем, а не декоративних, які характерні паркам, не зважаючи на статус парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва.

Парк-пам'ятка «Фастівський» заснований у 1950 р., а 28 лютого 1972 р. отримав статус парку садово-паркового мистецтва місцевого значення. Його площа становить 33,0 га. Від початку створення парк-пам'ятка був розташований в межах ДП «Фастівське лісове господарство» Дмитрівського лісництва. У зв'язку з приєднанням зазначеного господарства (наказ від 21.10.2021 року № 681) до філії «Білоцерківське лісове господарство» парк-пам'ятка з 2022 року

входить до складу лісового фонду Фастівського лісництва кв. 39 вид. 24, 26–30, 34–36, 40–69; кв. 45 вид. 3–10, 12–47, 51, 52, 59 [32, 33, 34].

На території ППСПММЗ «Фастівський» дозволяється у встановленому порядку наукова, природоохоронна та інша діяльність, що не суперечить його цільовому призначенню, меті та завданням.

У межах парку-пам'ятки «Фастівський» більшість насаджень штучного походження. За характеристикою свого розташування та наявною рослинністю парк-пам'ятка нагадує ліс. На 33,0 га території заповідного об'єкта припадає 88 лісових виділів, кожен з яких репрезентує окремий тип лісових насаджень.

Таблиця 1 – Систематичний аналіз видової різноманітності парку-пам'ятки «Томилівський»

Відділ	Клас	Родини	Кількість рослин в родині
<i>Pinophyta</i>	<i>Pinopsida</i>	<i>Rosaceae</i>	39
<i>Magnoliophyta</i>	<i>Ginkgopsida</i>	<i>Pinaceae</i>	18
	<i>Magnoliopsida</i>	<i>Salicaceae</i>	14
		<i>Oleaceae</i>	13
		<i>Fabaceae</i>	12
		<i>Cupressaceae</i>	9
		<i>Aceraceae</i>	9
		<i>Juglandaceae</i>	8
		<i>Betulaceae</i>	7
		<i>Ulmaceae</i>	7
Всього			136

Примітка: сформовано на основі джерела [1].

Таблиця 2 – Перелік дерев та кущів парку-пам'ятки «Томилівський»

Назва деревного виду		Кількість рослин, екземплярів	%
українська назва	латинська назва		
В'яз граболистий	<i>Ulmus carpiniifolia</i> Rupp.	102	28,1
Самшит вічнозелений	<i>Buxus sempervirens</i> L.	58	16,0
Бузок чорний	<i>Sambucus nigra</i> L.	50	13,8
Береза повисла	<i>Betula pendula</i> Roth	50	13,8
Магонія гостролиста	<i>Mahonia aquifolium</i> Nutt.	50	13,8
Ліщина ведмежа	<i>Corylus colurna</i> L.	48	13,2
Сосна Веймута	<i>Pinus strobus</i> L.	1	0,3
Модрина польська	<i>Larix polonica</i> Racib.	1	0,3
Гінго білоба	<i>Ginkgo biloba</i> L.	1	0,3
Гінго дволопатеве	<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco	1	0,3
Барвінок малий	<i>Vinca minor</i> L.	1	0,3
Всього		363	100

Примітка: сформовано на основі джерела [1].

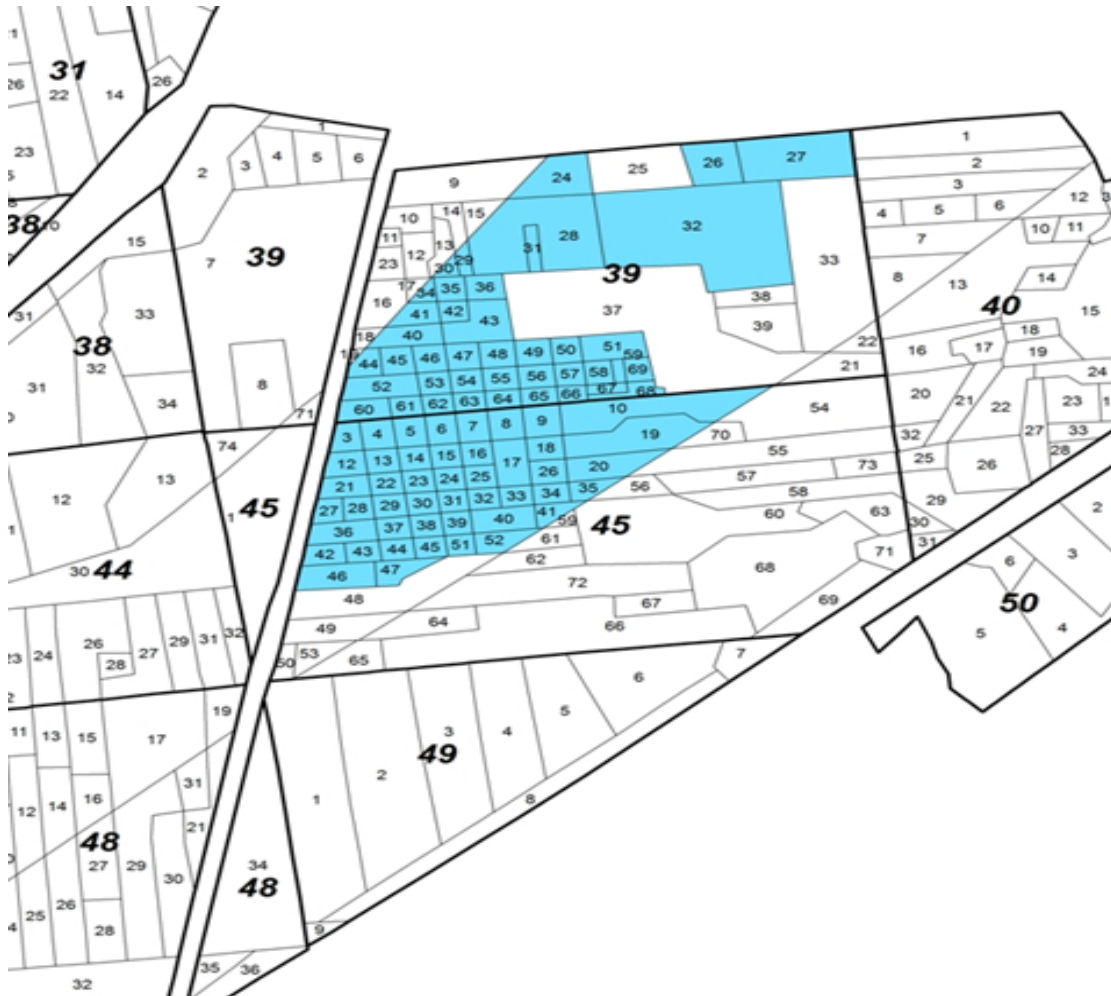


Рис. 1. Карта-схема парку-пам'ятки «Фастівський».

Примітка: систематизовано та оцифровано автором.

На території парку-пам'ятки виділено чотири типи лісу, серед яких найпоширенішим є свіжа грабова судіброва (C_2 -гД). Корінні деревостани цього типу характеризуються переважанням дуба звичайного першого і другого класів бонітету. Домішка складається переважно з дуба червоного, граба звичайного, липи серцеистої, ясеня звичайного, акації білої, бархату амурського, клена-явора, клена гостролистого, берези повислої, черешні і береста. У підрості найбільше зустрічаються граб, клени польовий і гостролистий, липа, а частково – ясен, дуб, в'яз, берест, яблуня лісова і груша звичайна. Підлісок переважно представлений ліщиною звичайною, бруслиною бородавчастою і європейською, а також бузиною чорною. Рідше можна зустріти клен татарський, шипшину, глід і калину. Трав'яний покрив різноманітний за видовим складом мезотрофів і під нормально зімкненим лісом займає від 20 до 35 % площі. В густих на-

садженнях він рідкий і збіднілий, а в зріджених деревостанах може бути перегущений.

Під час досліджень на території ППСМ-МЗ «Фастівський» було виявлено 195 видів вищих судинних рослин, які належать до 142 родів і 32 родин. Узагальнені дані щодо таксономічної структури флори парку-пам'ятки представлено у таблиці 3.

Співвідношення видів класу Однодольні (*Liliopsida*) і Дводольні (*Magnoliopsida*) у парку-пам'ятці «Фастівський» у флорі заповідного об'єкта становить 1/3,9.

Систематичний спектр провідних родин флори парку-пам'ятки становлять: *Asteraceae* (14,6 %), *Poaceae* (8,7 %), *Fabaceae* (7,4 %), *Lamiaceae* (6,0 %), *Rosaceae* (5,8 %), *Caryophyllaceae* (5,4 %), *Brassicaceae* (4,5 %), *Scrophulariaceae* (3,7 %), *Liliaceae* (3,1 %), *Cyperaceae* (2,9 %). Вказані 10 родин становлять більше половини (62,2 %) всіх видів флори.

Таблиця 3 – Співвідношення таксонів *Pinophyta* і *Magnoliophyta* флори парку-пам'ятки «Фастівський»

Відділ	Родина		Рід		Вид	
	кількість	%	кількість	%	кількість	%
Голонасінні (<i>Pinophyta</i>)	1	0,3	4	2,9	5	2,6
Покритонасінні (<i>Magnoliophyta</i>)	31	9,7	138	97,1	190	97,4
Усього	32	100	142	100	195	100

Примітка: систематизовано автором.

Найбільш поширеними видами трав'яного покриву у парку-пам'ятці «Фастівський» є горлянка повзуча, деревій майже звичайний, розрив-трава дрібноквіткова, підмаренник чіпкий, зеленчук жовтий, тонконіг дібровний, гравілат міський, копитняк європейський, парило звичайне, перстач гусячий, полин звичайний, медунка темна, бугиля лісова, фіалка лісова, квасениця звичайна, вербозілля звичайне, чистотіл великий, чина весняна, молочай кипарисовидний, зірочник ланцето-подібний, осока волосиста, яглиця звичайна, конюшина повзуча. Рідше зустрічаються купина багатоквіткова і весняні ефемери, такі як ряст порожнистий і анемона дібровна. Трав'яний покрив під лісостаном не утворює єдиного суцільного ярусу. На освітлених ділянках переважають світлолюбні види, в тіньових – тіньовитривалі.

Із естетичного погляду більшість зазначених видів можна віднести до II класу естетичної цінності, а деякі, зокрема квасениця звичайна на кв. 39 і види на кв. 45 (4 і 37), – навіть до III класу.

У результаті досліджень санітарного стану насаджень парку-пам'ятки «Фастівський» виявлено значну кількість сухостійних дерев головних деревних видів. Зокрема, обстеження соснових насаджень дозволяє схарактеризувати їх стан як хронічно ослаблений, а у деяких виділах як дуже ослаблений. Значний обсяг сухостійних дерев утворився внаслідок сніголамів минулих років. Інші причини утворення сухостоїв зумовлені негативним впливом абіотичних і біотичних чинників, зокрема: затяжні атмосферні посухи, зниження рівня ґрунтових вод, екстремальні прояви стихії, розвиток фітопатогенних утворень. Усі ці процеси сприяли формуванню оптимальних умов для зростання чисельності популяції стовбурових шкідників, угруповання яких, з часом, набуло ознак комплексних осередків. В міру підвищення чисельності вторинних шкідників, їх активної життєдіяльності на

ослаблених деревах, відбувалось погіршення санітарного стану, і, відповідно збільшення кількості дерев IV–VI категорій стану.

Всихання сосни звичайної пов'язане з негативним впливом загального дефіциту вологи. На фоні цього спостерігається ослаблення й інтенсивне заселення короїдом-друкарем та іншими вторинними видами шкідників, характерними для сосни.

Під час обстеження дубових насаджень виявлено значну кількість дерев дуба звичайного з ознаками хронічного ослаблення та відмерлих дерев, які досягли кінцевого розвитку патологій. У цих деревостанах поширений верхівковий тип всихання, за якого відмирають не лише гілки нижніх порядків, а й скелетні пагони. Формується стовбуровий тип всихання через поступовий розвиток гнилизни, що виникає внаслідок ураження сірчано-жовтим та несправжнім дубовим трутовиками. На окремих деревах спостерігаються ознаки заселення стовбуровими шкідниками, зокрема: дубовим заболонником, дубовою бронзовою, вузькотілою та зеленою златками.

У клена гостролистого патологічні процеси проявляються у всиханні крони від слабого ступеня до повного її відмирання. Причинами цього є ураження грибом роду *Verticillium* [15].

У акацієвих насадженнях спостерігається помітне зниження захисних функцій, оскільки всі вони перестійного віку і, відповідно, підлягають тривалому негативному впливу абіотичних і біотичних чинників (збудники захворювань, вторинні шкідники, дефіцит вологи тощо). Характерними ознаками є суховерхість різного ступеня, розвиток стовбурово-окорених гнилей [35].

Варто зазначити, що насадження парку-пам'ятки межують з околицями мікрорайону «Потіївка» м. Фастів і є місцем відвідування та відпочинку його мешканців. Отже, насадження перебувають під впливом постійного і значного рекреаційного навантаження, що теж знижує загальний рівень їх стійкості.

Для збереження та підтримання оптимальної структури, повноти і видового складу дендрофлори та відновлення цільового призначення парку-пам'ятки «Фастівський» нами запропоновано необхідний комплекс заходів, які здатні зупинити деградацію насаджень заповідного об'єкта і стимулювати їх розвиток. Внаслідок загущеності деревними рослинами з низькими декоративними якостями (клен ясенелистий, бузина чорна), великої кількості сухоостою, хворих та ушкоджених буревіями дерев насадження потребують невідкладних санітарно-гігієнічних заходів. Це насамперед необхідність проведення вибіркового санітарних рубок, очищення від сухостійних, висихаючих, ослаблених та вітровальних дерев, оскільки вони є вогнищами розвитку осередків різноманітних шкідників та захворювань; підсадження цінних рослин ідентичного видового складу у місцях відпаду; видалення самосіву та малоцінних, інвазійних і експансивних деревних та трав'янистих видів, які заважають росту цінних рослин; консервація найцінніших об'єктів парку, зокрема раритетних, господарсько цінних та вікових деревних рослин.

Важливо здійснювати заходи щодо контролю навантаження від рекреаційних дій, профілактики механічних пошкоджень та інших впливів антропогенного походження на дерева. Особливу увагу слід звертати на старі екземпляри ясена звичайного, липи серцелистої та акації білої. Деякі з них пошкоджені грибами-трутовиками, що часто призводить до помітної зовнішньої гнилі стовбура, яка не лише ослаблює фізіологічний стан дерева, а також знижує його міцність. Такі дерева можуть стати потенційно небезпечними для відвідувачів, тварин та транспорту, особливо коли вони зростають біля доріг та пішохідних шляхів.

Реставрація та реконструкція дорожньо-стежкової мережі. Проєктується розчищення квартальних просік на площі 0,5 га та міжвидільних візирів, підтримання їх у належному стані.

Проведення системи заходів щодо попередження розповсюдження самосіву малоцінних деревних видів і чагарників створить умови для стабільного розвитку типової структури лісових біоценозів.

Висновки. Кількість таксонів заповідного парку «Томилівський» під час проведення інвентаризації зелених насаджень значно відрізняється від фактичної, оскільки попередні дослідження були не систематичні і оперували застарілими даними. Тому на нашу думку варто виявити причини збіднення таксономічного

складу зелених насаджень, щоб у майбутньому зберегти зелені насадження парку.

Згідно з проведеними дослідженнями, таксономічний склад у парку-пам'ятки «Томилівський» показав, що деревні види є представниками родин: *Pinaceae*, *Rosaceae*, *Ulmaceae*, *Betulaceae*, *Salicaceae*, *Aceraceae*, *Juglandaceae*, *Cupressaceae*, *Oleaceae*, *Fabaceae*, які становлять 63,9% від загальної кількості всіх таксонів.

У насадженнях заповідного парку «Томилівський» спостерігається зростання чисельності листяних дерев завдяки відновленню місцевих видів і зменшенню кількості хвойних. У класах висот переважають дерева першої величини, з яких 116 видів: 102 належать до відділу *Magnoliophyta* та 14 до відділу *Pinophyta*. Другий клас включає 62 види і 5 форм, з них 58 видів і 4 форми – *Magnoliophyta*, а 4 види і одна форма – *Pinophyta*. Третій клас представлений 21 видом і 2 формами, четвертий – 10 видами і однією формою. Більшість вивчених дерев і чагарників (69,7%) показали задовільний санітарний стан, хоча у незначній кількості рослин (4,3%) інтродукованих видів виявлені ознаки пригнічення росту. Деякі рослини страждали від механічних пошкоджень та мали незначний або відсутній приріст.

У насажденні парку-пам'ятки «Фастівський» переважають місцеві, аборигенні види. Очевидно, що таксономічний склад досліджуваного заповідного об'єкта збіднений. З інтродукованих деревних видів, які висаджували під час закладення парку більше немає. Серед екзотів, що збереглися наявні *Phellodendron amurense* Rupr., *Catalpa bignonioides* Walt., *Larix decidua* Mill. і *Pinus strobus* L.

Проведення систематичного лісопатологічного обстеження насаджень парку-пам'ятки з метою своєчасного виявлення ступеня пошкоджень їх шкідниками, хворобами, пожежами, вітроломами та іншими чинниками сприятиме покращенню стану та стійкості деревостанів.

Отже встановлено, що стан насаджень парку-пам'ятки «Фастівський» незадовільний, а цільове призначення цього об'єкта природно-заповідного фонду може бути втрачене.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Левандовська С.М., Олешко О.Г. Моніторинг стану зелених насаджень заповідного парку «Томилівський». Сучасні виклики і актуальні проблеми лісівничої освіти, науки та виробництва: матеріали II Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. Біла Церква: БНАУ, 2022. С. 103–105.

2. Олешко О.Г. Огляд природо-орієнтованих рішень у адаптації міст до зміни клімату. Актуальні проблеми, шляхи та перспективи розвитку ланд-

шафтної архітектури, садово-паркового господарства, урбоєкології та фітомеліорації: матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції. Біла Церква: БНАУ, 2023. С. 77–82.

3. Сучасні проблеми інвентаризації рослин у міських насадженнях і досвід їх вирішення / С.В. Роговський та ін. Науковий вісник НЛТУ України. 2021. Т. 31. № 5. С. 60–66.

4. Роговський С.В., Олешко О.Г., Струтинська Ю.В. Проблеми відновлення пошкоджених війною садово-паркових об'єктів і шляхи їх вирішення. Відновлення довкілля України внаслідок збройної агресії росії: збірник тез доповідей Круглого столу. Львів: ЛДУ БЖД, 2023. С. 78–83.

5. Марченко А.Б., Олешко О.Г. Аналіз сучасного стану зелених насаджень скверу біля торгових рядів м. Біла Церква. Агробіологія. Біла Церква: БНАУ, 2011. Вип. 6 (86). С. 131–134.

6. Бойко М.Ф. Оцінка стану деревних насаджень в міських парках України. Лісове господарство та природне середовище. 2017. Вип. 4(1). С. 45–52.

7. Ковальчук О.В. Вплив забруднення повітря на стан деревних насаджень у великих містах. Екологічна безпека та природокористування. Вип. 3(2). 2018. С. 89–97.

8. Гончаренко Л.О. Вплив кліматичних змін на розвиток дерев у міських умовах. Кліматологія та екологія. 2020. Вип. 5(3). С. 54–62.

9. Ткаченко В.І. Оцінка стану міських дерев за допомогою дистанційних методів. Наукові записки Тернопільського національного університету. 2019. Вип. 7(1). С. 123–130.

10. Іваненко П.М. Антропогенний вплив на деревні насадження в умовах міської забудови. Екологічна стійкість міських екосистем. 2017. Вип. 6(2). С. 134–142.

11. Мельник С.А. Сучасні методи догляду за міськими деревами. Садівництво та ландшафтна архітектура. 2018. Вип. 9(4). С. 78–85.

12. Романчук Д.В. Вплив рекреаційної діяльності на стан міських зелених зон. Екологічний менеджмент та туризм. 2021. Вип. 8(1). С. 99–107.

13. Сидоренко К.П. Оцінка екологічної ефективності міських деревних насаджень. Екологія міста та зелена архітектура. 2020. Вип. 10(3). С. 143–151.

14. Біоекологічні особливості формування патогенної мікобіоти квітниково-декоративних рослин (на прикладі *Callistephus chinensis* (L.) Nees) у структурі озеленення урбоєкосистеми / А.Б. Марченко та ін. Агробіологія. Біла Церква: БНАУ, 2020. № 2. С. 98–106.

15. Фітомеліоративні заходи для захисту *Callistephus chinensis* (L.) Nees від фузаріозного в'янення в урбанізовану екосистему / А.Б. Марченко та ін. Збереження рослин у зв'язку зі змінами

клімату та біологічними інвазіями: матеріали міжнародної наукової конференції. Біла Церква: ТОВ «Білоцерківдрук», 2021. С. 287–291.

16. Шевченко Н.М. Ефективність застосування мульчування для збереження вологи у ґрунті під міськими деревами. Сучасні проблеми агроєкології. 2021. Вип. 11(2). С. 65–72.

17. Jones M., Roberts T. Anthropogenic effects on the vitality of urban trees. *Journal of Environmental Management*. 2019. Vol. 231. P. 468–476. DOI: 10.1016/j.jenvman.2018.10.102.

18. Brown K., Williams L., Thompson S. Climate change adaptation in urban forestry: Seasonal shifts and species resilience. *Climate Change Biology*. 2021. Vol. 27(3). P. 560–573. DOI: 10.1111/gcb.15432.

19. Green P., Martin D., Lee S. Advanced monitoring techniques for assessing urban tree health. *Remote Sensing of Environment*. 2022. Vol. 268. 112766. DOI: 10.1016/j.rse.2021.112766.

20. Smith J., Brown A., Green R. The impact of air pollution on urban tree health. *Urban Forestry & Urban Greening*. 2020. Vol. 49. 126678. DOI: 10.1016/j.ufug.2020.126678.

21. The Plant List. Version 1.1. 2013. URL: <http://www.theplantlist.org/>.

22. Аналіз таксономічного складу дендрофлори внутрішнього двору головного корпусу Білоцерківського національного аграрного університету / А.Б. Марченко та ін. Рослини та урбанізація: матеріали десятої Міжнародної науково-практичної конференції «Рослини та урбанізація». Дніпро, 2021. С. 168–170.

23. Дендрофлора України. Дикорослі та культивовані дерева й кущі. Голонасінні: довідник / за ред. М.А. Кохна, С.І. Кузнецова. Київ: Вища школа, 2001. 207 с.

24. Дендрофлора України. Дикорослі та культивовані дерева й кущі. Покритонасінні: довідник / за ред. М.А. Кохна. Київ: Фітосоціоцентр, 2002. Ч. I. 448 с.

25. Дендрофлора України. Дикорослі та культивовані дерева й кущі. Покритонасінні: довідник / за ред. М.А. Кохна, Н.М. Трофименко. Київ: Фітосоціоцентр, 2005. Ч. II. 716 с.

26. Farjon A. World Checklist and Bibliography of Conifers. Kew: Royal Botanic Gardens. 1998. 298 p.

27. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Bot. J. Linn. Soc.* 2009. Vol. 161. No 2. P. 105–121.

28. International Code of Nomenclature for algae, fungi and plants (Melbourne Code) adopted by the Eighteenth International Botanical Congress Melbourne. Australia. 2012. 240 p.

29. Вітенко В.А., Баюра О.М., Козаченко І.В. Методика комплексного оцінювання стану деревних рослин на прикладі декоративних форм *Morus*

alba L. Науковий вісник НЛТУ України. 2019. Т. 29. № 7. С. 13–16.

30. Санітарні правила в лісах України. Київ: Держкомлісгосп України, 2016. 30 с.

31. Ватаманюк Н.Ю. Культура формування комфортного середовища в середині історичних кварталів. Сучасні проблеми архітектури та містобудування: наук.-техн. зб. Київ: КНУБА, 2019. Вип. 54. С. 170–182.

32. Роговський С.В. Причини деградації багаторічних зелених насаджень та шляхи вирішення наявних проблем на прикладі м. Біла Церква. Науковий вісник НЛТУ України: збірник наук.-техн. праць. Львів: РВВ НЛТУ України, 2014. Вип. 24.4. 133 с.

33. Роговський С.В., Іщук Л.П., Жихарева К.В., Хрик В.М. Аналіз проектних пропозицій щодо реконструкції парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва місцевого значення «Томилівський». Агробіологія. 2023. № 2. С. 214–229.

34. Підсумки інвентаризації дендрофлори та оцінка стану насаджень парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва «Томилівський» / С.В. Роговський та ін. Агробіологія. 2023. № 1. С. 215–229.

35. Ковальський В.П., Вітюк І.В. Фактори, що впливають на формування та розміщення садово-паркових об'єктів. Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. 2016. № 2. С. 69–73.

REFERENCES

1. Levandovska, S.M., Oleshko, O.H. (2022). Monitoryng stanu zelenykh nasadzen zapovidnoho parku «Tomylivskiy» [Monitoring the condition of the green areas of the protected park "Tomylivskiy"]. Suchasni vyklyky i aktualni problemy lisivnychoi osvity, nauky ta vyrobnyctva: materialy II Mizhnar. nauk.-prakt. internet-konf. [Modern challenges and actual problems of forestry education, science and production: materials of the II International. science and practice Internet Conf.]. Bila Tserkva, BNAU, pp. 103–105.

2. Oleshko, O.H. (2023). Ohliad pryrodo-orientovanykh rishen u adaptatsii mist do zminy klimatu [Overview of nature-oriented solutions in the adaptation of cities to climate change]. Aktualni problemy, shliakhy ta perspektyvy rozvytku landshaftnoi arkhitektury, sadovo-parkovoho hospodarstva, urboekologii ta fitomelioratsii: materialy III Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii [Actual problems, ways and prospects of the development of landscape architecture, horticulture, urban ecology and phytoremediation: materials of the 3rd International Scientific and Practical Conference]. Bila Tserkva, BNAU, pp. 77–82.

3. Rohovskyi, S.V., Oleshko, O.H., Zhykharieva, K.V. (2021). Suchasni problemy inventaryzatsii

roslyn u miskykh nasadzhenniakh i dosvid yikh vyrishennia [Modern problems of plant inventory in urban plantations and experience in solving them]. Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy [Scientific bulletin of NLTU of Ukraine]. Vol. 31, no. 5, pp. 60–66.

4. Rohovskyi, S.V., Oleshko, O.H., Strutynska, Yu.V. (2023). Problemy vidnovlennia poskodzhenykh viinoiu sadovo-parkovykh ob'ektiv i shliakhy yikh vyrishennia [Problems of restoration of war-damaged garden and park objects and ways to solve them]. Vidnovlennia dovkillia Ukrainy vnaslidok zbroinoi ahresii rosii: zbirnyk. tez dopovidei Kruhloho stolu [Restoration of Ukraine's environment as a result of Russia's armed aggression: collection. abstracts of reports of the Round Table]. Lviv, LSU BZD, pp. 78–83.

5. Marchenko, A.B., Oleshko, O.H. (2011). Analiz suchasnoho stanu zelenykh nasadzen skveru bilia torhovykh riadiv m. Bila Tserkva [Analysis of the current state of the green spaces of the square near the shopping streets of Bila Tserkva]. Ahrobiologhiia [Agrobiology]. Bila Tserkva, BNAU, Vol. 6 (86), pp. 131–134.

6. Boiko, M.F. (2017). Otsinka stanu derevnykh nasadzen v miskykh parkakh Ukrainy [Assessment of the condition of tree plantations in urban parks of Ukraine]. Lisove hospodarstvo ta pryrodne seredovyshche [Forestry and natural environment]. Vol. 4(1), pp. 45–52.

7. Kovalchuk, O.V. (2018). Vplyv zabrudnennia povitria na stan derevnykh nasadzen u velykykh mistakh [The influence of air pollution on the condition of tree plantations in large cities]. Ekolohichna bezpeka ta pryrodokorystuvannia [Environmental safety and nature management]. Vol. 3(2), pp. 89–97.

8. Honcharenko, L.O. (2020). Vplyv klimatychnykh zmin na rozvytok derev u miskykh umovakh [The influence of climate change on the development of trees in urban conditions]. Klimatologhiia ta ekolohiia [Climatology and ecology]. Vol. 5(3), pp. 54–62.

9. Tkachenko, V.I. (2019). Otsinka stanu miskykh derev za dopomohoiu dystantsiinykh metodiv [Assessment of the state of urban trees using remote sensing methods]. Naukovi zapysky Ternopilskoho natsionalnoho universytet [Scientific notes of Ternopil National University]. Vol. 7(1), pp. 123–130.

10. Ivanenko, P.M. (2017). Antropohennyi vplyv na derevni nasadzhennia v umovakh miskoi zabudovy [Anthropogenic impact on tree plantations under the conditions of urban development]. Ekolohichna stiikest miskykh ekosystem [Environmental sustainability of urban ecosystems]. Vol. 6(2), pp. 134–142.

11. Melnyk, S.A. (2018). Suchasni metody dohliadu za miskymy derevamy [Modern methods of caring for urban trees]. Sadivnytstvo ta landshaftna arkhitektura [Horticulture and landscape architecture]. Vol. 9(4), pp. 78–85.

12. Romanchuk, D.V. (2021). Vplyv rekreatsiinoi diialnosti na stan miskykh zelenykh zon [The influence of recreational activities on the state of urban green areas]. *Ekolohichniy menedzhment ta turizm* [Environmental management and tourism]. Vol. 8(1), pp. 99–107.
13. Sydorenko, K.P. (2020). Otsinka ekolohichnoi efektyvnosti miskykh derevnykh nasadzen [Assessment of ecological efficiency of urban tree plantations]. *Ekolohiia mista ta zelena arkhitektura* [City ecology and green architecture]. Vol. 10(3), pp. 143–151.
14. Marchenko, A.B., Krupa, N.M., Masalskyi, V.P. (2020). Bioekolohichni osoblyvosti formuvannya patohennoi mikrobioty kvitnykovo-dekoratyvnykh roslyn (na prykladi *Callistephus chinensis* (L.) Nees) u strukturi ozelenennia urboekosystemy [Bioecological features of the formation of pathogenic mycobiota of flower garden and ornamental plants (on the example of *Callistephus chinensis* (L.) Nees) in the structure of urban greening]. *Ahrobiolohiia* [Agrobiology]. Bila Tserkva, BNAU, no. 2, pp. 98–106.
15. Marchenko, A.B., Rohovskyi, S.V., Oleshko, O.H. (2021). Fitomelioratyvni zakhody dlia zakhystu *Sallistephus chinensis* (L.) Nees vid fuzarioznoho vianennia v urbanizovanu ekosystemu [Phytomeliorative measures to protect *Callistephus chinensis* (L.) Nees from fusarium wilt in an urbanized ecosystem]. *Zberezhennia roslyn u zviazku zi zminamy klimatu ta biolohichnymy invaziiamy: materialy mizhnarodnoi naukovo konferentsii* [Plant conservation in relation to climate change and biological invasions: Proceedings of an international scientific conference]. Bila Tserkva, Bilotserkivdruk LLC, pp. 287–291.
16. Shevchenko, N.M. (2021). Efektyvnist zasosuvannia mulchuvannia dlia zberezhennia volohy u gruntі pid miskymy derevamy [Effectiveness of using mulch to conserve soil moisture under urban trees]. *Suchasni problemy ahroekolohii* [Modern problems of agroecology]. Issue 11(2), pp. 65–72.
17. Jones, M., Roberts, T. (2019). Anthropogenic effects on the vitality of urban trees. *Journal of Environmental Management*. Vol. 231, pp. 468–476. DOI: 10.1016/j.jenvman.2018.10.102.
18. Brown, K., Williams, L., Thompson, S. (2021). Climate change adaptation in urban forestry: Seasonal shifts and species resilience. *Climate Change Biology*. Vol. 27(3), pp. 560–573. DOI: 10.1111/gcb.15432.
19. Green, P., Martin, D., Lee, S. (2022). Advanced monitoring techniques for assessing urban tree health. *Remote Sensing of Environment*. Vol. 268, 112766. DOI: 10.1016/j.rse.2021.112766.
20. Smith, J., Brown, A., Green, R. (2020). The impact of air pollution on urban tree health. *Urban Forestry & Urban Greening*. Vol. 49, 126678. DOI: 10.1016/j.ufug.2020.126678.
21. The Plant List. Version 1.1. 2013. Available at: <http://www.theplantlist.org/>.
22. Marchenko, A.B., Masalskyi, V.P., Rohovskyi, S.V., Oleshko, O.H., Krupa, N.M., Zhykhareva, K.V. (2021). Analiz taksonomichnoho skladu dendroflory vnutrishnoho dvoru holovnoho korpusu Bilotserkivskoho natsionalnoho ahrarynoho universytetu [Analysis of the taxonomic composition of the dendroflora of the inner courtyard of the main building of the Belotserk National Agrarian University]. *Roslyny ta urbanizatsiia: Materialy desiatoi Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Roslyny ta urbanizatsiia»* [Plants and Urbanization: Materials of the Tenth International Scientific and Practical Conference "Plants and Urbanization"]. Dnipro, pp. 168–170.
23. Kokhno, M.A., Hordiienko, V.Sh., Zakharenko, H.S. (2001). Dendroflora Ukrainy. Dykorosli i kul'tyvovani dereva i kuschi. Holonasinni: dovidnyk [Dendroflora of Ukraine. Wild and cultivated trees and bushes. Gymnosperms]. Kyiv, Fitosotsiotsentr, 207 p.
24. Kokhno, M.A. (2002). Dendroflora Ukrainy: dykorosli i kul'tyvovani dereva takuschi. Pokrytonasinni [Dendroflora of Ukraine: wild and cultivated trees and bushes. Angiosperms]. Kyiv, Fitosotsiotsentr, Part 1, 448 p.
25. Kokhno, M.A., Trofymenko, N.M. (2005). Dendroflora Ukrainy: dykorosli i kul'tyvovani dereva ta kuschi. Pokrytonasinni [Dendroflora of Ukraine: wild and cultivated trees and bushes. Angiosperms]. Kyiv, Fitosotsiotsentr, Part 2, 716 p.
26. Farjon, A. (1998). *World Checklist and Bibliography of Conifers*. Kew: Royal Botanic Gardens, 298 p.
27. Bot. J., Linn. (2009). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Soc. Vol. 161, no. 2, pp. 105–121.*
28. International Code of Nomenclature for algae, fungi and plants (Melbourne Code) adopted by the Eighteenth International Botanical Congress Melbourne. Australia. 2012, 240 p.
29. Vitenko, V.A., Baiura, O.M., Kozachenko, I.V. (2019). Metodyka kompleksnoho otsiniuvannia stanu derevnykh roslyn na prykladi dekoratyvnykh form *Morus alba* L. [Methodology of complex assessment of the condition of woody plants using the example of decorative forms of *Morus alba* L.]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy* [Scientific bulletin of NLTU of Ukraine]. Vol. 29, no. 7, pp. 13–16.
30. Sanitarni pravyla v lisakh Ukrainy [Sanitary regulations in the forests of Ukraine]. Kyiv, 2016, State Forestry Committee of Ukraine, 30 p.
31. Vatamaniuk, N.Iu. (2019). Kultura formuvannia komfortnoho seredovyscha v seredyni istorychnykh kvartaliv [The culture of creating a comfort-

able environment in the middle of historical quarters]. Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannia: nauk.-tekhn. zb. Kyiv. nats. un-t bud-va i arkhitekt. [Modern problems of architecture and urban planning: science and technology. coll. Kyiv. national University of Architecture and Architecture]. Kyiv, KNUBA, Vol. 54, pp. 170–182.

32. Rohovskyi, S.V. (2014). Prychyny dehradatsii bahatorichnykh zelenykh nasadzhen ta shliakhy vyrishennia naiavnykh problem na prykladi m. Bila Tserkva [The reasons for the degradation of perennial green spaces and ways to solve the existing problems using the example of the city of Bila Tserkva]. Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy: zbirnyk nauk.-tekhn. prats [Scientific bulletin of NLTU of Ukraine: collection of science and technology. works]. Lviv, RNV NLTU of Ukraine, Vol. 24.4, 133 p.

33. Rohovskyi, S.V., Ishchuk, L.P., Zhykharieva, K.V., Khryk, V.M. (2023). Analiz proiektnykh propozyitsii shchodo rekonstruktsii parku-pamiatky sadovo-parkovoho mystetstva mistsevoho znachennia «Tomylivskiy» [Analysis of project proposals for the reconstruction of the park-monument of garden and park art of local importance "Tomylivskiy"]. Ahrobiologhiia [Agrobiology]. no. 2, pp. 214–229.

34. Rohovskyi, S.V., Ishchuk, L.P., Strutynska, Yu.V., Yarmola, M.A., Krutysilov, A.I. (2023). Pidsumky inventaryzatsii dendroflory ta otsinka stanu nasadzhen parku-pamiatky sadovo-parkovoho mystetstva «Tomylivskiy» [The results of the inventory of dendroflora and the assessment of the state of the plantations of the landmark park garden and park art "Tomylivskiy"]. Ahrobiologhiia [Agrobiology]. no. 1, pp. 215–229.

35. Kovalskyi, V.P., Vitiuk, I.V. (2016). Faktory, shcho vplyvaiut na formuvannia ta rozmishchennia sadovo-parkovykh ob'ektiv [Factors affecting the formation and placement of garden and park objects]. Suchasni tekhnolohii, materialy i konstruktsii v budivnytstvi [Modern technologies, materials and structures in construction]. no. 2, pp. 69–73.

Monitoring the state of wooden plantations of the protected parks «Tomylivskiy» and «Fastivskiy» Zelinskyi B.

Monitoring of the condition and taxonomic composition of the wooden species of the «Tomylivskiy» and «Fastivskiy» tourist parks was carried out. As a result of the inventory 209 species and 8 forms of hardy-shrub plants (59.9 %) were recorded in the «Tomylivskiy» monument park on an area of 2.8 hectares. The dendroflora of the park includes 160 exotic and 49 autochthonous species. The family distribution analysis shows the dominance of *Rosaceae*, *Ulmaceae* and *Salicaceae*. The most abundant species are *Ulmus carpinifolia*, *Buxus sempervirens* and *Sambucus nigra*.

On the territory of the park-monument of horticulture and park art of local importance «Fastivskiy» artificial plantations with 88 segments on an area of 33 hectares. The park's flora includes 195 species of higher vascular plants growing in fresh hornbeam and hornbeam-oak-pine stands.

When studying plantations sanitary condition of the «Fastivskiy» Monument Park, a significant number of dead trees of the main tree species was revealed. Examination of pine plantations showed their very weakened condition due to snowbreaks and other abiotic and biotic factors. The prevalence of secondary pests has caused the deterioration of trees sanitary condition, which led to an increase in the number of trees of IV–VI condition categories. Oak plantations were severely weakened and developed pathologies due to fungal lesions and stem pests. Different degrees of weakening due to pathological processes and the influence of abiotic and biotic factors were also noted in the Norway maple and acacia plantations. Plantations are exposed to a significant recreational load, which reduces their stability.

Measures have been proposed to maintain the structure and species composition of the dendroflora and restore the park, including sanitary felling, clearing from dead-wood, removal of invasive species, replanting of valuable plants and preservation of rare trees.

Key words: green areas, species composition, general-purpose woody areas, climate changes, taxon, park-monument of horticultural art of local significance, systematic structure.



Copyright: Зелінський Б.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:
Зелінський Б.В.

<https://orcid.org/0000-0002-2805-5287>

УДК 712.2:159.937.51

Методологічні основи збереження та збагачення високодекоративних зелених насаджень в історичних парках: огляд

Крупа Н.М. , Олешко О.Г. 

Білоцерківський національний аграрний університет



Крупа Н.М., Олешко О.Г. Методологічні основи збереження та збагачення високодекоративних зелених насаджень в історичних парках: огляд. «Агробіологія», 2024. № 1. С. 322–331.

Krupa N., Oleszko O. Methodological foundations of preservation and enrichment of highly decorative green spaces in historical parks: review. «Agrobiology», 2024. no. 1, pp. 322–331.

Рукопис отримано: 10.05.2024 р.

Прийнято: 17.05.2024 р.

Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-322-331

Збереження та збагачення високодекоративних зелених насаджень у історичних парках є ключовим завданням для збереження культурної спадщини та біорізноманіття. Це пов'язано з тим, що історичні парки після багатьох років експлуатації втрачають свій первісний вигляд, потребують реконструкції для збереження власної унікальності. Попередніми дослідженнями доведено, що збереження та збагачення зелених насаджень у історичних парках потребує комплексного підходу з урахуванням багатьох аспектів – історичного, біологічного, ландшафтного та соціального.

Зарубіжний досвід вказує на включення в програми з реновації історичних парків завдання з адаптації об'єктів до сучасних потреб ХХІ століття або врахування зміни клімату.

На сьогодні більшість історичних парків знаходиться у незадовільному стані, тому особливої актуальності набуває формування системи ефективних методів збереження та реконструкції історично цінних ландшафтних паркових композицій.

Основа ландшафтів в історичних парках становлять рослини, які трансформуються в процесі старіння, під тиском антропогенного впливу, кліматичних змін чи інших чинників. Реконструкція парку передбачає виконання комплексу заходів, спрямованих на реставрацію та модернізацію з метою покращення функціональних, естетичних, екологічних та соціальних характеристик парку, збереження його історичного та культурного значення. Для виконання цих робіт необхідно проводити багатопрофільну інвентаризацію та ландшафтну таксацію не лише інтродукованих видів, а й старовікових дерев аборигенних порід. Важливо також враховувати чинник алелопатичної ґрунтової, спричиненої культивуванням порід на тих самих місцях упродовж багатьох років (іноді навіть століть).

Зроблено висновок, що методологічні основи збереження, збагачення, утримання і розвитку рослинних композицій історичних парків та створення на їх основі високодекоративних й екологічно ефективних насаджень має базуватися на треступеневій структурі, яка включає статистично-аналітичні, експериментальні і статистично-моделювальні дослідження. Вагоме значення також мають комплексні дослідження інвентаризаційного напрямку.

Ключові слова: методологічні основи, історичний парк, зелені насадження, історичний ландшафт, парк, реконструкція.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Збереження та збагачення високодекоративних зелених насаджень у історичних парках є ключовим завданням для збереження культурної спадщини та біорізноманіття. Такі парки після багатьох років експлуатації часто втрачають свій первісний вигляд, потребують систематичного догляду та реконструкції для збереження власної унікальності й привабливості. Тому, збереження та збагачення зелених насаджень у історичних парках потребує комплексного підходу з урахуванням багатьох аспектів.

Проблема відновлення старовинних парків України має історичний, біологічний, ландшафтний та соціальний аспекти. Загальні підходи до відновлення планування насаджень історичних місць і старовинних парків висвітлені в роботах відомих науковців [2, 13, 18, 24–27]. У цих роботах історичний аспект відновлення зелених насаджень як історичних місць, так і старовинних парків панських маєтків відображено досить повно [5, 7, 14, 16, 20, 25, 27, 31, 36, 37].

Значна кількість робіт дослідників присвячена естетичній оцінці паркових насаджень [16, 17, 26].

Проте, на велику увагу заслуговує біологічний аспект відновлення старовинних парків, який досить складний і наразі враховується недостатньо. Водночас недостатньо досліджені питання біології паркових угруповань та засоби її урахування за збереження і відновлення штучних рослинних угруповань. Фітоценотичні дослідження паркових насаджень було розпочато в кінці 60-х – на початку 70-х років минулого століття на теренах Львівського лісотехнічного інституту (нині Національний лісотехнічний університет України). Аналогічні роботи проводив професор Л.І. Рубцов у Центральному ботанічному саду НАН України (м. Київ), згодом їх продовжили у відділі паркознавства та дендрології НБС С.І. Кузнецов, Ю.М. Клименко [15–17, 23, 42]. Активну роботу з вивчення фітоценотичної структури парків Заходу України проводять на кафедрі ландшафтної архітектури, садово-паркового господарства та урбоекології Національного лісотехнічного університету України [4–8, 14–17, 34, 35, 44, 49]. На думку дослідників, аналіз наявних садово-паркових об'єктів з фітоценотичних позицій дозволить повніше розкрити їх взаємозв'язки з середовищем і допоможе виявити закономірності, необхідні для подальшої розробки біологічного підходу до створення нових садів і парків, а також відновлення старовинних. Тому, вивчення паркової рослиннос-

ті необхідно засновувати, насамперед, на науковому фундаменті біологічних дисциплін, а вже потім на досвіді мистецтва.

Водночас існує організаційна проблема відновлення насаджень старовинних парків. Більшість цих об'єктів належить різним відомствам, які часто до паркового будівництва не мають жодного відношення, але їм підпорядковані організації, до яких прикріплені ті чи інші історичні парки. На думку багатьох провідних науковців, поряд з Академією наук України цю проблему мають вирішувати Держбуд, Міністерства культури, охорони навколишнього природного середовища, сільського господарства, Спілка архітекторів, Український фонд культури, Українська академія аграрних наук, Українське республіканське товариство охорони природи, місцеві районні ради та громадські організації. Необхідно проводити не лише вивчення парків, а також обговорення цієї проблеми з політичними та господарськими діячами на місцях [25, 31–34, 39].

Як свідчить аналіз літературних джерел, вітчизняне паркознавство накопичило певний теоретичний і практичний досвід у відновленні старовинних паркових комплексів. Аналіз різноманітних методик (переважно зарубіжних) показує, що всі вони відрізняються одна від одної внаслідок різних містобудівельних ситуацій, ступеня збереженості парків, завдань реконструкції, складності виконання робіт в натурі, набутого досвіду під час здійснення таких робіт [1, 2, 13, 18, 24–28, 38, 49–53]. Наприклад у Франції під час розробки проєктів з реконструкції парків-пам'яток основну увагу спрямовують на відновлення парків в ракурсі спадкоємності спадщини, а також адаптації об'єктів, що реконструюють, до сучасних потреб ХХІ століття [47]. У Великій Британії під час реконструкції історичних парків враховують зміни клімату, що впливає на таксономічний склад рослинності [48]. Британські дослідники вважають неминучими зміни у способі планування посадок та виборі рослин під час відновлення історичних парків, які корегуються під впливом пристосування до більш спекотнішого і сухого клімату [55]. Наприклад, з історичного погляду важко вважати прийнятними сучасні системи догляду за газонами (такі як автоматичні системи зрошення), які неминуче можуть бути впроваджені в історичних парках, враховуючи сучасні умови [55].

Аналіз цих підходів свідчить, що окремі їх положення варто враховувати під час розробки проєктів відновлення парків України. Реалізовані у нашій державі проєкти реконструкції таких відомих парків як «Софіївка», «Олександр-

дрія», «Тростянець», «Сокиринці», «Качанівка» та інших, поклали початок формування досвіду з проєктування відновлення, ландшафтного облаштування та пристосування до нових умов експлуатації старовинних парків [11].

Проте, на сьогодні більшість парків знаходиться у незадовільному стані, від деяких залишилися лише окремі фрагменти і навіть поодинокі дерева і чагарники, через що гостро стоїть питання не лише про збереження, а також відновлення старовинних парків. Тому особливої актуальності набуває формування системи ефективних методів збереження та реконструкції історично цінних ландшафтних паркових композицій.

Мета роботи – визначення методологічного інструментарію досліджень зі збереження, відновлення та збагачення високодекоративних зелених насаджень в історичних парках для подальшої розробки науково-практичних методів реновації історичних парків.

Методика дослідження. Здійснено проблемний аналіз бібліографічних джерел за темою наукового дослідження.

Історичні парки належать до природно-заповідного фонду України (ПЗФ). В Україні налічується 91 історичний парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва загальнодержавного і 426 місцевого значення. Ряд відомих історичних парків – «Софіївка», «Олександрія», «Веселі Боковеньки», «Тростянець» включені до природно-заповідного фонду України як дендрологічні парки загальнодержавного значення. Старовинні парки – це різноманітні за функціональним призначенням об'єкти, які є вагомою часткою культурно-історичної спадщини нашої держави, оскільки вони є взірцями формування унікальних рослинних композицій, раціонального використання місцевих природних компонентів ландшафту (рельєфу, води, рослинності) та досягнень науки і техніки в галузі паркобудівництва. Більшість парків-пам'яток державного і місцевого значення – це цінні об'єкти для рекреації, туризму, оздоровлення, часто вони є територіями різних навчальних закладів, а також беруть участь у формуванні іміджу міст, збереженні їх художньої та історичної самобутності. До того ж більшість цих пам'яток є одночасно складовою частиною комплексу з пам'ятниками архітектури, які втрачають частину своєї цінності без належного паркового обрамлення. Окремі парки мають значний асортимент деревних і кущових рослин та можуть розглядатися як науково-дослідні установи і насінневі бази для розмноження й поширення цінних у дендрологічному значенні порід. Отже, старовинні парки – це унікаль-

ні ландшафтні утворення, які необхідно раціонально використовувати і ретельно зберігати. Їх збереження і відновлення є надзвичайно важливим і водночас комплексним завданням [9, 11, 13, 15].

Історичні пари складаються здебільшого з рослинного матеріалу, тобто з живого, і в зв'язку з цим такого, що трансформується в процесі старіння, під тиском антропогенного впливу, кліматичних змін чи інших чинників, а також постійно поновлюється. Вигляд історичного саду (парку) залежить від постійної рівноваги між циклічними змінами сезонів, розквіту та оновлення природних компонентів, від штучних заходів, якими підтримують його стан. В останні роки внаслідок старіння насаджень, тривалої дії несприятливих метеорологічних умов, впливу стихійних лих, антропогенного навантаження, а інколи і недостатнього догляду за насадженнями у багатьох історичних садах та парках України виникає потреба у проведенні робіт з їх реставрації, відновлення та реконструкції. Реконструкція парку передбачає виконання комплексу заходів, спрямованих на реставрацію та модернізацію з метою покращення функціональних, естетичних, екологічних та соціальних характеристик парку, збереження його історичного та культурного значення. Під час реконструкції старовинних парків не має залишатися поза увагою забезпечення комфортних умов для відвідувачів. Реконструкція може передбачати такі роботи як дизайн ландшафту, реставрація та відновлення наявних елементів. Можливе зведення нових споруд та об'єктів, встановлення нового освітлення та мереж водопостачання, встановлення нових систем відведення стоків та інших інженерних комунікацій [11, 40, 41]. Для виконання цих робіт необхідно провести інвентаризацію наявних насаджень, вивчити їх загальний стан та визначити способи їх поліпшення [6, 9, 11, 40, 41].

Сучасні методи інвентаризації, таксації та моніторингу насаджень не дають повного уявлення про структуру насаджень, у багатьох інвентаризаційних відомостях відсутні дані щодо локалізації окремих дерев та кущів, відсутні дані щодо їх цінності, стійкості та ін. У багатьох історичних парках України дані про багаторічні насадження отримані методами лісової таксації, які повністю не відповідають вимогам щодо інформації, необхідної для відновлення історичних насаджень. Тому проведення робіт з інвентаризації, таксації та моніторингу наявних насаджень історичних садів та парків України, необхідність яких виникла у результаті деградації або часткової загибелі

деяких рослинних компонентів, є безсумнівно актуальними [9, 29].

С.В. Роговський вказує на те, що систематичне вивчення паркових біоценозів та деревних рослин, як головної їх складової, потребує передусім інвентаризації та ландшафтної таксації не лише інтродукованих видів, яка тією чи іншою мірою проведена у старовинних дендропарках системи НАН України, а й повної інвентаризації та ландшафтної таксації старовікових дерев аборигенних порід, особливо видів-едифікаторів, з встановленням віку, походження, санітарного стану, бонітету, репродуктивної здатності, мінливості за період зростання в ландшафтних композиціях [32, 33]. Така інформація, зібрана за єдиною схемою і оброблена за допомогою математичного моделювання, дала б можливість не лише зафіксувати цінну інформацію на сьогодні, а й здійснити ретроспективний аналіз насадження та прогнозувати його майбутній стан. Вона може бути основою моніторингу вікових змін як паркових фітоценозів, так і дендрофлори загалом. Це дасть змогу об'єктивно судити про максимальний термін життя деревних рослин в умовах штучно створених біоценозів, виявити чинники, які найбільше впливають на довговічність насаджень та окремих рослин. Важливим нюансом цієї роботи є відстеження впливу змін клімату на деревні рослини (терміни та тривалість фенофаз розвитку, інтенсивність росту, періодичність та інтенсивність плодоношення, ушкодження хворобами і шкідниками) [33, 34].

Важливе значення у деяких випадках може мати алелопатичний чинник. Проводячи роботи з реконструкції садів і парків, потрібно враховувати можливість прояву ґрунтовтоми. Це явище спричинене тим, що деякі сади зростають на тих самих місцях упродовж багатьох років (іноді навіть століть), і якщо ці насадження меморіальні чи історичні, вони не можуть бути замінені іншими або відтворені під час реконструкції на іншому місці. Алелопатична ґрунтовтома може призвести до зниження декоративності і навіть загибелі насаджень, які заново створюються [9, 36, 42].

Збереження та збагачення паркових фітоценозів без загальної багатопротифільної інвентаризації всіх деревних насаджень практично неможливе. Загальну поштучну інвентаризацію багаторічних рослин у жодному з парків України на належному рівні не проводили, хоча на фрагментарні дані інвентаризації можна натрапити в окремих каталогах рослин, наукових працях та звітах з наукової роботи.

Методологічна основа збереження, збагачення, утримання і розвитку рослинних композицій історичних парків та створення на їх основі високодекоративних й екологічно ефективних насаджень розглядається нами як динамічний процес з відповідними циклами розвитку і базується на триступеневій структурі досліджень:

- 1) статистично-аналітичних;
- 2) експериментальних;
- 3) статистично-моделювальних.

Статистично-аналітичні напрями досліджень включають методичні дослідження і рекомендації з відповідних напрямів (історично-архівних, інтродукційних, акліматизаційних, агротехнічних та інших), що характеризують біологічні та інші параметри рослин і рослинних угруповань від віку їх створення до сьогодні, зокрема:

1) розробка методик інвентаризації, таксації та моніторингу стану старовинних парків, адаптованих до регіональних умов, які враховують соціально-економічний розвиток регіонального середовища і об'єми рекреаційного навантаження;

2) оцінка сучасного стану декоративних деревних насаджень парків та здійснення інвентаризації їх видового складу [29].

Експериментальні напрями досліджень включають методичні дослідження і рекомендації, які базуються на матеріалах попередніх напрямів, враховують вплив біотичних і абіотичних чинників на створення і управління структурою насаджень, особливу увагу приділяють дослідженням декоративних характеристик та створенню високодекоративних й екологічно ефективних насаджень, зокрема:

1) складання карт декоративних ознак і сезонних феноспектрів наявних і перспективних видів рослин;

2) здійснення фітосанітарної оцінки дерев і кущів, визначення їх стійкості до патогенних організмів і промислових викидів;

3) фітомеліоративні з визначенням стійкості паркових видів рослин до рекреаційних навантажень;

4) здійснення аналізу і прогнозу неорганізованої і організованої рекреаційної діяльності на структуру багаторічних насаджень тощо [29, 34].

Статистично-моделювальні напрями досліджень передбачають методичні дослідження і рекомендації з наступних напрямів: типологізація насаджень (за часом створення, семантичним наповненням, стильовими ознаками); інвентаризація системи паркової структури; систематизація і аналіз композиційної структури-

ри пейзажних картин; інвентаризація системи паркових композицій тощо. Також статистично-моделювальні напрями досліджень мають урахувати творчий задум засновників, стильову та теоретичну основу під час створення й утримання насаджень у відповідних просторових і часових межах впродовж тривалого періоду часу, вплив соціальних, культурних, економічних та інших чинників. Отже, комплексні дослідження інвентаризаційного напрямку мають включати:

1) інвентаризацію системи паркових композицій та їх структури;

2) інвентаризацію, систематизацію і аналіз композиційної структури пейзажних картин та їх збереження в наближенні до первісного задуму творців;

3) проведення історико-архівних досліджень, спрямованих на виявлення загального стану насаджень історичних парків у минулому;

4) проведення екологічного дослідження стану історичних парків на сьогодні з урахуванням соціально-економічних, культурно-виховних і рекреаційних аспектів;

5) проведення моніторингових досліджень за базовими структурними компонентами в історичних парках та їх багатопрофільна типологізація, особливо зелених насаджень на сучасному етапі їх розвитку;

6) прогнозування та підготовку перспективних планів заходів, спрямованих на збереження, а за необхідності й відновлення структури багатотипних насаджень та їх стану [18, 29, 47].

Висновки. Вивчення сучасного стану високодекоративних зелених насаджень парків-пам'яток садово-паркового мистецтва обумовлено низкою причин, головними з яких є їх адаптація до нових умов використання та зміна структури ландшафтів, яка пов'язана з віковими характеристиками рослинності. Відновлення парків слід проводити комплексно і має включати реставрацію найбільш цінних елементів ландшафтів, реконструкцію насаджень у ландшафтних виділах; консервацію дерев та кущів, що підлягають охороні, адаптацію всього паркового комплексу до сучасних умов. Основою зазначених вище робіт є формування стійких і довговічних високодекоративних насаджень. Вважаємо, що методологічна основа з вирішення завдань зі збереження та створення високодекоративних зелених насаджень в історичних парках має базуватися на тріступеневій структурі, яка включає статистично-аналітичні, експериментальні і статистично-моделювальні дослідження. Вагоме значення також мають багатопрофільні інвентаризаційні дослідження.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бондар Ю.А., Абесінова Н.П., Нікітіна Е.Н., Сахаров А.Ф. Ландшафтна реконструкція міських садів і парків. Київ: Будівельник, 1982. 60 с.

2. Бондарь Ю.А., Салатич А.К., Садовенко Я.Л. Восстановление старинных ландшафтных парков. Киев, 1974. 124 с.

3. Букша І.Ф., Букша М.І., Кузьович В.С. Застосування передових вимірювальних і комп'ютерних технологій у садово-парковому господарстві. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України: збірник науково-технічних праць. Львів: РВВ НЛТУ України. 2008. Вип. 18.7. С. 46–53.

4. Вегера Л.В., Білик О.В., Іщук Л.П. Історична довідка, сучасний стан та проблеми збереження Синицького дендропарку на Черкащині. Старовинні парки і ботанічні сади: проблеми та перспективи функціонування: матеріали III Міжнародної наукової конференції присвяченої 215-річчю парку «Олександрія». Біла Церква, 2008. С. 34–37.

5. Вільгельм-Швадчак О.К., Жирнов А.Д. Старовинні парки Західної України та проблеми їх збереження та відновлення. Проблеми ландшафтної архітектури, урбоекології та озеленення населених місць: матеріали Першого міжнародного семінару «Проблеми ландшафтної архітектури та садово-паркового будівництва» / за ред. В.П. Кучеряво. Львів: УкрДЛТУ, 1997. Т. 1. С. 6–11.

6. ДБН А.2.2-3-2012. Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектно-документації для будівництва.

7. Денисова Г.В. Історико-архітектурні аспекти створення та формування палацово-паркових комплексів Львівщини. Науковий вісник НУБіП України. Лісівництво і декоративне садівництво. Київ: ВЦ НУБіП України, 2011. Вип. 164. Ч. 2. С. 48–52.

8. Дудин Р.Б. Деревя-долгожителі старовинних парків. Науковий вісник: збірник науково-технічних праць. Львів: УкрДЛТУ, 2001. Вип. 11.4. С. 29–32.

9. Дудин Р.Б., Багацька О.М. Основні напрями реконструкції старовинних та сучасних паркових комплексів. Агробіологія. Біла Церква, 2012. Вип. 8 (94). С. 74–78.

10. Дудин Р.Б. Фітоценогічна стратегія розвитку старовинних парків Львівщини. Международные чтения, посвященные 110-летию со дня рождения доктора биологических наук, профессора Л.И. Рубцова: материалы конференции. Киев: Мольер С.В., 2012. С. 133–137.

11. Дудин Р.Б., Роговський С.В., Крупа Н.М. Консервація, реставрація та реконструкція садово-паркових об'єктів: навч. посібник. Львів: Видавництво «Новий світ – 2000», 2021. 258 с.

12. Жирнов А.Д., Мельничук Я.В., Вільгельм О.К. Відновлення історичних об'єктів ландшафтної архітектури: навчально-методичний посібник з курсового та дипломного проектування. Львів: УкрДЛТУ, 1996. 44 с.

13. Ильинская Н.А. Восстановление исторических объектов ландшафтной архитектуры. Львів: Стройиздат, 1984. 151 с.

14. Клименко Ю.О., Кузнецов С.І. Комплексна оцінка паркових насаджень: методичні підходи і рекомендації. Київ, 2014. 66 с.

15. Клименко Ю.О., Кузнецов С.І., Черняк В.М. Старовинні парки України загальнодержавного значення. Полісся і Лісостеп: довідник. Тернопіль: Мандрівець, 1996. 105 с.

16. Клименко Ю.О. Полемічні запитання геоботанічного паркознавства. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України: збірник науково-технічних праць. Львів: РВВ НЛТУ України, 2011. Вип. 21.9. С. 25–33.

17. Клименко Ю.О. Тенденції зміни деревної рослинності київських парків, створених на базі лісів із сосни звичайної. Інтродукція рослин. 1999. № 2. С. 110–117.

18. Дендрофлора та ландшафтна організація арборетуму ім. В.В. Пашкевича Національного дендрологічного парку «Софіївка» / Т.В. Копилова та ін. Scientific Bulletin of UNFU. 2024. Вип. 34(3). С. 30–37. DOI: 10.36930/40340304

19. Косенко І.С. Національний дендрологічний парк «Софіївка». Київ: ВД «Академперіодика», 2007. 198 с.

20. Косенко І.С., Іщук Л.П., Білик О.В., Вегера Л.В. Історія будівництва, сучасний стан і проблеми збереження маєтку Даховських на Черкащині. Старовинні парки і ботанічні сади – наукові центри збереження біорізноманіття та охорона історико-культурної спадщини: матеріали Міжнародної наукової конференції. Київ: Академперіодика, 2006. С. 99–102.

21. Олексійченко Н.О., Гатальська Н.В. Критерії комплексної оцінки сучасного стану та збереженості історичних парків на території Центральнопридніпровської височинної області. Лісове і садово-паркове господарство. 2012. № 2. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/licgos_2012_2_10

22. Кузнецов С.І., Клименко Ю.О. Паркознавство як біологічна основа паркобудівництва. Інтродукція рослин. 2003. № 1–2. С. 131–141.

23. Кучерявий В.П. Озеленення населених місць: підручник. Львів: Світ, 2005. 456 с.

24. Кучерявий В.П., Дудин Р.Б., Левусь Т.М., Мельничук С.М. Принципи реконструкції та ландшафтного облаштування парку культури та відпочинку ім. М. Чекмана у Хмельницькому. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України: Ландшафтна архітектура і сучасність. Львів: РВВ НЛТУ України, 2013. Вип. 23.9. С. 121–126.

25. Кучерявий В.П. Сади і парки Львова. Львів: Світ, 2008. 360 с.

26. Кучерявий В.П. Зелена зона міста. Київ: Наук. думка, 1981. 248 с.

27. Кучерявий В.П., Дудин Р.Б., Левусь Т.М. Теоретичні аспекти реконструкції парку Перені у місті Виноградіві Закарпатської області. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України: збірник науково-технічних праць. Львів: РВВ НЛТУ України, 2014. Вип. 24.4. С. 9–14.

28. Кучерявий В.П., Дудин Р.Б., Левусь Т.М. Особливості реконструкції, реставрації та консервації історичного парку “Високий Замок”. Старовинні

парки і ботанічні сади – наукові центри збереження біорізноманіття та охорона історико-культурної спадщини: матеріали Міжнародної наукової конференції. Київ: Академперіодика, 2006. С. 111–114.

29. Кушнір А.І. Охорона, збереження та використання унікальних пам’яток природи в Україні. Лісівнича наука та освіта: стан і перспективи розвитку: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Київ: НАУ, 1997. С. 194–196.

30. Кушнір А.І., Суханова О.А., Кушнір І.Л. Технологічні особливості лікування і оздоровлення вікових та історичних дерев. Київ: вид-во НУБіП, 2009. 48 с.

31. Кучерявий В.П., Дудин Р.Б., Левусь Т.М. Ландшафтна архітектура: довідник термінів. Львів: Компанія «Манускрипт», 2010. 156 с.

32. Липа О.Л. Визначні сади і парки України та їх охорона. Київ: вид-во Київ. ун-ту, 1960. 176 с.

33. Максим’юк Т.М., Бевз М.В. Проблеми реставрації пам’яток садово-паркової архітектури (на прикладі першого міського саду XVI-XIX ст. – парку ім. І.Франка у м. Львові). Будуємо інакше. 2002. № 4. С. 44–46.

34. Музика Г.І., Грабовий В.М. Методологія збереження та збагачення високодекоративних й екологічно ефективних зелених насаджень в історичних парках. Актуальні проблеми озеленення населених місць: освіта, наука, виробництво, мистецтво формування ландшафту: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції. Біла Церква, 2014. С. 76–79.

35. Інструкція з технічної інвентаризації зелених насаджень у містах та селищах міського типу України: затверджено Наказом Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України 24.12.2001 № 226; зареєстровано в Міністерстві України 25.02. 2002 р. № 182/6470. 22 с. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0182-02>

36. Попович С.Ю., Корінко О.М., Клименко Ю.О. Заповідне паркознавство. Штучні об’єкти природно-заповідного фонду: навч. посібник. Тернопіль: Навчальна книга, Богдан, 2010. 279 с.

37. Родічкін І.Д., Родічкіна О.І. Старовинні маєтки України: книга-альбом. Київ: Мистецтво, 2009. 384 с.

38. Роговський С.В. Напрями наукових досліджень у старовинних дендропарках та ботанічних садах. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України: збірник науково-технічних праць. Львів: РВВ НЛТУ України, 2010. Вип. 20.8. С. 11–16.

39. Роговський С.В. Інтродукційна оптимізація ландшафту Великої галявини дендропарку «Олександрія». Науковий вісник НЛТУ України. 2011. Вип. 21.05. С. 72–87.

40. Підсумки інвентаризації дендрофлори та оцінка стану насаджень парку-пам’ятки садово-паркового мистецтва «Томилівський» / С.В. Роговський та ін. Агробіологія, 2023. № 1. С. 215–229.

41. Роговський С.В., Іщук Л.П., Жихарева К.В., Хрик В.М. Аналіз проектних пропозицій щодо реконструкції парку-пам’ятки садово-паркового

мистецтва місцевого значення «Томилівський». Агробіологія. 2023. № 2. С. 214–229.

42. Рубцов Л.І. Деревя і куші в ландшафтній архітектурі: довідник. Київ: Наукова думка, 1977. 272 с.

43. Трансформаційні процеси в лісопаркових і паркових насадженнях урбанізованих екосистем заходу України / Я.В. Генік та ін. Науковий вісник НЛТУ України. 2017. Вип. 27(10). С. 9–15.

44. Швиденко А.Й., Данілова О.М. Дендрологія: підручник. Чернівці: Рута, 2003. 384 с.

45. Шлапак В.П., Музика Г.І., Вітенко В.А., Марно Л.І. Біометричні показники вікових деревних рослин дендропарку «Софіївка» та їх розподіл за віковими категоріями. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України: збірник науково-технічних праць. Львів: РВВ НЛТУ України, 2011. Вип. 21.5. С. 8–15.

46. Bogdanowski J. Metoda jednostek i wnetrz architektoniczno-krajobrazowych (jark-wak) w studiach i projektowaniu (podstawowe wiadomosca). Pomoc dydaktyczna. Krakow, 1994. 46 s.

47. Dix Brian. The reconstruction of historic parks and gardens in the context of climate change. From the book *Historische Gärten und Klimawandel*. 2020. DOI: 10.1515/9783110607772-030/

48. Dix Brian. Wykorzystanie archeologii w konserwacji zabytkowych parków i ogrodów. Using archaeology in the conservation of historic parks and gardens. In: *Ochrona Zabytków*. 2016. 69.1 (268). P. 93–103.

49. Majdecki L., Majdecka-Strzeżek A. Historia ogrodów, od starożytności po barok. Warszawa, 2007. Vol. 1. 430 p.

50. Król M.A. Ewolucja regulacji prawnej w zakresie ochrony różnorodności biologicznej w Polsce. *Prawo ochrony środowiska* / red. M. Górski. Warszawa, 2021. 672 p.

51. Ogrody rezydencji magnackich XVIII-XIX wieku w Europie środkowej i wschodniej oraz problemy ich ochrony: materiały z konferencji odbytej w dniach 22–26 maja 1999 roku w Lancucie i Zofiówce. Warszawa: Ośrodek Ochrony Zabytkowego Krajobrazu Narodowa Instytucja Kultury, 2000. 82 p.

52. Rewaloryzacja zabytkowych parków – przykłady działań jednostek samorządu terytorialnego na rzecz zachowania dziedzictwa przyrodniczego województwa łódzkiego. Redakcja naukowa dr Iwona Wiczorek. Narodowy Instytut Samorządu Terytorialnego. Lodz, 2021. 171 p. URL: <https://www.ville-vichy.fr/agir2035/renovation-du-parc-des-sources>.

53. Zachariasz A. Dwór polski – problem rewaloryzacji ogrodów, [w:] *Dwór polski – zjawisko historyczne i kulturowe* / red. L.J. Kajzer. Kielce, 2008. Vol. 7. P. 338–357. URL: <https://odk.pl/dwor-polskizjawisko-historyczne-i-kulturowe-t-9,10255.html/>

54. White Jenifer. Growing with climate change – planning adaptation in parks and gardens. *Conservation Bulletin*. 2008. 57. P. 14–15.

55. White Jenifer. Conserving historic parks and gardens in a changing climate. In: *Gardens & landscapes in historic building conservation* / ed. By Marion Harney. Chichester: John Wiley & Sons Ltd. 2014. P. 207–218.

REFERENCES

1. Bondar, Yu.A., Abesinova, N.P., Nikitina, E.N., Sakharov, A.F. (1982). *Landshaftna rekonstruktsiia miskykh sadiv i parkiv* [Landscape reconstruction of city gardens and parks]. Kyiv, Budivelnik, 60 p.

2. Bondar, Yu.A., Salatysh, A.K., Sadovenko, Ya.L. (1974). *Vosstanovlenye starynnikh landshaftnykh parkov* [Restoration of ancient landscape parks]. Kyiv, 124 p.

3. Buksha, I.F., Buksha, M.I., Kuzyovych, V.S. (2008). *Zastosuvannya peredovykh vymiriuvalnykh i kompiuternykh tekhnolohii u sadovo-parkovomu hospodarstvi* [Application of advanced measuring and computer technologies in horticulture]. *Naukovyj visnyk Nacional'nogo lisotekhnichnogo universytetu Ukrainy: zbirnyk naukovo-tehnichnyh prac'* [Scientific bulletin of the National Forestry University of Ukraine: collection of scientific and technical works]. Lviv, Issue 18.7, pp. 46–53.

4. Vegeza, L.V., Bilyk, O.V., Ishchuk, L.P. (2008). *Istorychna dovidka, suchasnyi stan ta problemy zberezhennia Synytskoho dendroparku na Cherkashchyni* [Historical background, current state and conservation problems of the Sinytsky Arboretum in Cherkasy Region]. *Starovynni parky i botanichni sady: problemy ta perspektyvy funkcionuvannya: materialy III Mizhnarodnoi' naukovo'i konferencii' prysvjacheno'i 215-richchju parku «Oleksandrija»* [Ancient parks and botanical gardens: problems and prospects of functioning: materials of the 3rd International scientific conference dedicated to the 215th anniversary of the "Alexandria" park]. Bila Tserkva, pp. 34–37.

5. Wilhelm-Shwadchak, O.K., Zhirnov, A.D. (1997). *Starovynni parky Zakhidnoi Ukrainy ta problemy yikh zberezhennia ta vidnovlennia* [Ancient parks of Western Ukraine and problems of their preservation and restoration]. *Problemy landshaftnoi' arhitektury, urboekologii' ta ozelenennja naselenykh misc': materialy Pershoho mizhnarodnogo seminaru «Problemy landshaftnoi' arhitektury ta sadovo-parkovogo budivnytstva»* [Problems of landscape architecture, urban ecology and greening of populated areas: materials of the First International Seminar "Problems of Landscape Architecture and Garden and Park Construction"]. Lviv, UkrDLTU, Vol. 1, pp. 6–11.

6. DBN A.2.2-3-2012. *Sklad, poriadok rozroblennia, pohodzhennia ta zatverdzhennia proektnoi dokumentatsii dlia budivnytstva* [DBN A.2.2-3-2012. Composition, procedure for development, approval and approval of project documentation for construction].

7. Denisova, H.V. (2011). *Istoryko-arkhitekturni aspekty stvorennia ta formuvannia palatsovo-parkovykh kompleksiv Lvivshchyny* [Historical and architectural aspects of the creation and formation of palace and park complexes of the Lviv region]. *Naukovyj visnyk NUBiP Ukrainy. Lisivnytstvo i dekoratyvne sadivnytstvo* [Scientific bulletin of NUBiP of Ukraine. Forestry and decorative horticulture]. Issue 164, part 2, pp. 48–52.

8. Dudin, R.B. (2001). *Dereva-dovhozhyteli starovynnykh parkiv* [Long-lived trees of ancient parks]. *Naukovyj visnyk: zbirnyk naukovo-tehnichnyh prac'* [Scientific Bulletin: a collection of scientific and technical works]. Lviv, UkrDLTU, Issue 11.4, pp. 29–32.

9. Dudin, R.B., Bagatska, O.M. (2012). Osnovni napriamy rekonstruktsii starovynnykh ta suchasnykh parkovykh kompleksiv [The main areas of reconstruction of ancient and modern park complexes]. *Agrobiologija [Agrobiology]*. Bila Tserkva, Issue 8(94), pp. 74–78.
10. Dudin, R.B. (2012). Fitotsenotychna stratehiia rozvytku starovynnykh parkiv Lvivshchyny [Phytocenotic strategy for the development of ancient parks of the Lviv region]. *Mezhdunarodnye chtenija, posvjashhenne 110-letiju so dnja rozhdenija doktora biologicheskikh nauk, professora L.I. Rubcova: materialy konferencii [International readings dedicated to the 110th anniversary of the birth of Professor L. I. Rubtsov: conference materials]*. Kyiv, Molyar S.V., pp. 133–137.
11. Dudin, R.B., Rogovskyi, S.V., Krupa, N.M. (2021). Konservatsiia, restavratsiia ta rekonstruktsiia sadovo-parkovykh ob'ektiv [Conservation, restoration and reconstruction of garden and park objects]. *Lviv, New world – 2000*, 258 p.
12. Zhirnov, A.D., Melnychuk, Y.V., Vilhelm, O.K. (1996). Vidnovlennia istorychnykh ob'ektiv landshaftnoi arkhitektury: navchal'no-metodychnyj posibnyk z kursovogo ta dyplofnogo proektuvannja [Restoration of historical objects of landscape architecture: educational and methodological guide for coursework and diploma]. *Lviv*, 44 p.
13. Ilyinskaya, N.A. (1984). Vosstanovlenye ystorycheskykh ob'ektiv landshaftnoi arkhitektury [Restoration of historical objects of landscape architecture]. *Lviv, Building and construction*, 151 p.
14. Klymenko, Y.O., Kuznetsov, S.I. (2014). Kompleksna otsinka parkovykh nasadzen: metodychni pidkhody i rekomendatsii [Comprehensive assessment of park plantings: methodical approaches and recommendations]. *Kyiv*, 66 p.
15. Klymenko, Yu.O., Kuznetsov, S.I., Chernyak, V.M. (1996). Starovynni parky Ukrainy zahalnodержавного значення. Polissia i Lisostep: dovidnyk [Ancient parks of Ukraine of national importance. Polissia and Forest Steppe]. *Ternopil, Mandrivets*, 105 p.
16. Klymenko, Yu.O. (2011). Polemichni zapytannia heobotanichnogo parkoznavstva [Polemical questions of geobotanical park science]. *Naukovyj visnyk Nacional'nogo lisotehnichnogo universytetu Ukraïny: zbirnyk naukovykh i tekhnichnykh prac' [Scientific Bulletin of the National Forestry University of Ukraine: a collection of scientific and technical works]*. *Lviv, RVV NLTU of Ukraine*, Issue 21.9, pp. 25–33.
17. Klymenko, Yu.O. (1999). Tendentsii zminy derevnoi roslynosti kyivskykh parkiv, stvorenykh na bazi lisiv iz sosny zvychnoi [Trends of changes in tree vegetation of Kyiv parks created on the basis of pine forests]. *Introdukciya roslyn [Introduction of plants]*. no. 2, pp. 110–117.
18. Kopylova, T.V., Rumiankov, Yu.O., Porokhniava, O.L., Muzyka, H.I., Zayachuk, V.Ya., Vegera, L.V. (2024). Dendroflora ta landshaftna organizaciya arboretumu im. V.V. Pashkevycha Nacional'nogo dendrologichnogo parku «Sofii'vka» [Dendroflora and landscape organization of the arboretum named after, V.V. Pashkevych of Sofiyivka National Dendrological Park]. *Scientific Bulletin of UNFU. Issue 34(3)*, pp. 30–37. DOI: 10.36930/40340304
19. Kosenko, I.S. (2007). Natsionalnyi dendrologichnyi park «Sofii'vka» [Sofiyivka National Dendrological Park]. *Kyiv, Akadempriodyka*, 198 p.
20. Kosenko, I.S., Ishchuk, L.P., Bilyk, O.V., Vegera, L.V. (2006). Istoriia budivnytstva, suchasnyi stan i problemy zberezhenia maietku Dakhovskyykh na Cherkashchyni [History of construction, current state and problems of preservation of the Dakhovsky estate in Cherkasy region]. *Starovynni parky i botanichni sady – naukovi centry zberezhenia bioriznomanittja ta ohorona istoriko-kul'turnoi' spadshhyny: materialy Mizhnarodnoi' naukovoï konferencii' [Ancient parks and botanical gardens – scientific centers of biodiversity conservation and protection of historical and cultural heritage: materials of the International scientific conference]*. *Kyiv*, pp. 99–102.
21. Oleksiichenko, N.O., Gatalska, N.V. (2012). Kryterii kompleksnoi otsinky suchasnoho stanu ta zberezhenosti istorychnykh parkiv na terytorii Tsentralnoprydniprovskoi vysochynnoi oblasti [Criteria for comprehensive assessment of the modern state and preservation of historical parks in the territory of the Central Dnieper Upland Region. Forestry and horticulture]. no. 2. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/licgoc_2012_2_10
22. Kuznetsov, S.I., Klymenko, Yu.O. (2003). Parkoznavstvo yak biolohichna osnova parkobudivnytstva [Park science as the biological basis of park construction]. *Introdukciya roslyn [Introduction of plants]*. no. 1–2, pp. 131–141.
23. Kucheryavyi, V.P. (2005). Ozelenennia naselenykh mist [Landscaping of populated areas]. *Lviv, World*, 456 p.
24. Kucheryavyi, V.P., Dudin, R.B., Levus, T.M., Melnychuk, S.M. (2013). Pryntsyepy rekonstruktsii ta landshaftnoho oblashtuvannia parku kultury ta vidpochynku im. M. Chekmana u Khmelnytskomu [Pryntsyepy rekonstruktsii ta landshaftnoho oblashtuvannia Parku Kultury ta vidpochynku im. Chekmana u Khmelnytskomu]. *Naukovyj visnyk Nacional'nogo lisotehnichnogo universytetu Ukraïny: Landshaftna arhitektura i suchasnist' [Scientific bulletin of the National Forestry University of Ukraine: Landscape architecture and modernity]*. Issue 23(9), pp. 121–126.
25. Kucheryavyi, V.P. (2008). Sady i parky Lvova [Gardens and parks of Lviv]. *Lviv, World*, 360 p.
26. Kucheryavyi, V.P. (1981). Zelena zona mista. [Green zone of the city]. *Kyiv, Scientific thought*, 248 p.
27. Kucheryavyi, V.P., Dudin, R.B., Levus, T.M. (2014). Teoretychni aspekty rekonstruktsii parku Pereni u misti Vynohradovi Zakarpatskoi oblasti [Theoretical aspects of the reconstruction of the Pereni park in the city of Vynohradov, Transcarpathian region]. *Naukovyj visnyk Nacional'nogo lisotehnichnogo universytetu Ukraïny: zbirnyk naukovykh i tekhnichnykh prac' [Scientific bulletin of the National Forestry University of Ukraine: collection of scientific and technical works]*. Issue 24.4, pp. 9–14.
28. Kucheryavyi, V.P., Dudin, R.B., Levus, T.M. (2006). Osoblyvosti rekonstruktsii, restavratsii ta kon-

servatsii istorychnoho parku "Vysokyi Zamok" [Features of the reconstruction, restoration and conservation of the historical park "High Castle"]. Starovynni parky i botanichni sady – naukovi centry zberezhennja bioriznomanittja ta ohorona istoryko-kul'turnoi' spadshhyny: materialy Mizhnarodnoi' naukovo'i konferencii' [Ancient parks and botanical gardens – scientific centers of biodiversity conservation and protection of historical and cultural heritage: materials of the International Scientific Conference]. Kyiv, Akadempriodika, pp. 111–114.

29. Kushnir, A.I. (1997). Okhorona, zberezhennia ta vykorystannia unikalnykh pamiatok pryrody v Ukraini [Protection, preservation and use of unique natural monuments in Ukraine]. Lisivnycha nauka ta osvita: stan i perspektyvy rozvytku: materialy Mizhnarodnoi' nauko-vo-praktychnoi' konferencii' [Forest science and education: state and prospects of development. Materials of the International Scientific and Practical Conference]. Kyiv, NAU, pp. 194–196.

30. Kushnir, A.I., Sukhanova, O.A., Kushnir, I.L. (2009). Tekhnolohichni osoblyvosti likuvannia i ozdorovlennia vikovykh ta istorychnykh derev [Technological features of treatment and rehabilitation of old and historical trees]. Kyiv, NUBiP, 48 p.

31. Kucheryavy, V.P., Dudin, R.B., Levus, T.M. (2010). Landshaftna arkhitektura: dovidnyk terminiv [Landscape architecture: a directory of terms]. Lviv, Manuscript Company, 156 p.

32. Lypa, O.L. (1960). Vyznachni sady i parky Ukrainy ta yikh okhorona [Outstanding gardens and parks of Ukraine and their protection]. Kyiv, Kyiv publishing house university, 176 p.

33. Maksymiuk, T.M., Bevs, M.V. (2002). Problemy restavratsii pamiatok sadovo-parkovoi arkhitektury (na prykladi pershoho miskoho sadu XVI-XIX st. – parku im. I.Franka u m. Lvovi) [Problems of restoration of monuments of garden and park architecture (on the example of the first city garden of the 16th-19th centuries – the park named after I. Frank in the city of Lviv)]. Buduiemo inakshe [We build differently]. no. 4, pp. 44–46.

34. Muzyka, H.I., Hrabovyi, V.M. (2014). Metodolohiia zberezhennia ta zbahachennia vysokodekoratyvnykh y ekolohichno efektyvnykh zelenykh nasadzhen v istorychnykh parkakh [Methodology of conservation and enrichment of highly decorative and ecologically effective green spaces in historical parks]. Aktual'ni problemy ozelenennja naselenykh misc': osvita, nauka, vyrobnyctvo, mystectvo formuvannja landshaftu: materialy II Mizhnarodnoi' nauko-vo-praktychnoi' konferencii' [Actual problems of greening of inhabited places: education, science, production, art of landscape formation: Materials of the 2nd International Scientific and Practical Conference]. Bila Tserkva, pp. 76–79.

35. Instrukcija z tehnicnoi' inventaryzatsii' zelenykh nasadzhen' u mistah ta selyshhah mis'kogo typu Ukrainy: zatverdzheno Nakazom Derzhavnogo komitetu budivnytstva, arkhitektury ta zhytlovoi' polityky Ukrainy 24.12.2001 № 226; zarejestrovano v Min'justi Ukrainy 25.02. 2002 r. № 182/6470. [Instructions on the technical inventory of green spaces in the cities and towns of the urban type of Ukraine: approved by the Order of

the State Committee for Construction, Architecture and Housing Policy of Ukraine 12/24/2001 No. 226; registered in the Ministry of Justice of Ukraine on February 25. 2002 No. 182/6470]. 22 p.

36. Popovych, S.Iu., Korinko, O.M., Klymenko, Yu.O. (2010). Zapovidne parkoznavstvo. Shtuchni obiekty pryrodno-zapovidnogo fondu [Protected park science. Artificial objects of the nature reserve fund]. Ternopil, Educational book, Bohdan, 279 p.

37. Rodichkin, I., Rodichkina, O. (2005). Starovynni maietky Ukrainy [Ancient estates of Ukraine]. Kyiv, Art, 384 p.

38. Rogovsky, S.V. (2010). Napriamy naukovykh doslidzhen u starovynnykh dendroparkakh ta botanichnykh sadakh [Directions of scientific research in ancient arboreta and botanical gardens]. Naukovyj visnyk Nacional'nogo lisotehnichnogo universytetu Ukrainy: zbirnyk nauko-vo-tehnicnykh prac' [Scientific bulletin of the National Forestry University of Ukraine: collection of scientific and technical works]. Lviv, RVV NLTU of Ukraine, Issue 20.8., pp. 11–16.

39. Rohovsky, S.V. (2011). Introduktsiia optyimizatsiia landshaftu Velykoi haliavyny dendroparku «Oleksandriia» [Introductory optimization of the landscape of the Great Lawn of the Oleksandria Arboretum]. Naukovyj visnyk NLTU Ukrainy [Scientific bulletin of the National Forestry University of Ukraine]. Issue 21.05, pp. 72–87.

40. Rogovsky, S., Ishchuk, L., Strutynska, Y., Yarmola, M., Krutislov, A.I. (2023). Pidsumky inventaryzatsii dendroflory ta otsinka stanu nasadzhen parku-pamiatky sadovo-parkovoho mystetstva «Tomylivskiy» [Results of the dendroflora inventory and assessment of the plantations of the Tomylivskiy Park, a monument of landscape art]. Agrobiologija [Agrobiology]. no. 1, pp. 215–229.

41. Rogovsky, S., Ishchuk, L., Zhykhareva, K., Khryk, V. (2023). Analiz proiektnykh propozy-tsii shchodo rekonstruktsii parku-pamiatky sadovo-parkovoho mystetstva mistsevoho znachennia «Tomylivskiy» [Analysis of the project proposals for the reconstruction of the Tomilivskiy park, a memorial of landscape gardening art of local significance]. Agrobiologija [Agrobiology]. no. 2, pp. 214–229.

42. Rubtsov, L.I. (1977). Dereva i kushchi v landshaftnii arkhitekturi: dovidnyk [Trees and shrubs in landscape architecture]. Kyiv, Scientific thought, 272 p.

43. Genik, Ya.V. (2017). Transformatsiini protsesy v lisoparkovykh i parkovykh nasadzheniakh urbanizovanykh ekosystem zakhodu Ukrainy [Transformational processes in forest and park plantations of urbanized ecosystems of western Ukraine]. Naukovyj visnyk NLTU Ukrainy [Scientific bulletin of the National Forestry University of Ukraine]. no. 27(10), pp. 9–15.

44. Shvidenko, A.Y., Danilova, O.M. (2003). Dendrolohiia: pidruchnyk [Dendrology]. Chernivtsi, Ruta, 384 p.

45. Shlapak, V.P., Muzyka, G.I., Vitenko, V.A., Marno, L.I. (2011). Biometrychni pokaznyky vikovykh derevnykh roslyn dendroparku «Sofiivka» ta yikh rozpodil za vikovymi katehoriiami [Biometric indicators

of the age of woody plants of the Arboretum "Sopiiivka" and their distribution by age categories]. *Naukovyj visnyk Nacional'nogo lisotekhnichnogo universytetu Ukrainy: zbirnyk naukovo-tehnichnyh prac'* [Scientific bulletin of the National Forestry University of Ukraine]. Lviv, RNV NLTU Ukraine, Issue 21.5, pp. 8–15.

46. Bogdanowski, J. (1994). *Metoda jednostek i wnetrz architektoniczno-krajobrazowych (jark-wak) w studiach i projektowaniu (podstawowe wiadomoscia). Pomoc dydaktyczna. Wydanie trzecie.* Krakow, 46 p.

47. Dix, B. (2020). The reconstruction of historic parks and gardens in the context of climate change. From the book *Historische Gärten und Klimawandel*. DOI: 10.1515/9783110607772-030/

48. Dix, B. (2016). Wykorzystanie archeologii w konserwacji zabytkowych parków i ogrodów. Using archaeology in the conservation of historic parks and gardens. In: *Ochrona Zabytków*. 69.1 (268), pp. 93–103.

49. Majdecki, L., Majdecka-Strzeżek, A. (2007). *Historia ogrodów, od starożytności po barok.* Warszawa, Vol. 1, 430 p.

50. Król, M.A. (2021). *Ewolucja regulacji prawnej w zakresie ochrony różnorodności biologicznej w Polsce. Prawo ochrony środowiska.* Warszawa, 672 p.

51. *Ogrody rezydencji magnackich XVIII-XIX wieku w Europie srodkowej i wschodniej oraz problemy ich ochrony. Materiały z konferencji odbytej w dniach 22–26 maja 1999 roku w Lancucie i Zofiowce.* Warszawa: Ośrodek Ochrony Zabytkowego Krajobrazu Narodowa Instytucja Kultury, 2000, 82 p.

52. Rewaloryzacja zabytkowych parków – przykłady działań jednostek samorządu terytorialnego na rzecz zachowania dziedzictwa przyrodniczego województwa łódzkiego. Redakcja naukowa dr Iwona Wiczorek. Narodowy Instytut Samorządu Terytorialnego. Lodz, 2021, 171 p. Available at: <https://www.ville-vichy.fr/agir2035/renovation-du-parc-des-sources>.

53. Zachariasz, A. (2008). Dwór polski – problem rewaloryzacji ogrodów, [w:] *Dwór polski: zjawisko historyczne i kulturowe*. Vol. 7, pp. 338–357. Available at: <https://odk.pl/dwor-polskizjawisko-historyczne-i-kulturowe-t-9,10255.html/>

54. White, J. (2008). Growing with climate change – planning adaptation in parks and gardens. *Conservation Bulletin*. no. 57, pp. 14–15.

55. White, J. (2014). *Conserving historic parks and gardens in a changing climate.* In: *Gardens & landscapes in historic building conservation.* Chichester: John Wiley & Sons Ltd, pp. 207–218.

Methodological foundations of preservation and enrichment of highly decorative green spaces in historical parks: review

Krupa N., Oleshko O.

Historic parks highly decorative green spaces protection and enrichment is a crucial task in the cultural heritage and biodiversity preservation since after a great many years of operation, historical parks lose their original appearance and, therefore, need some reconstruction to preserve their uniqueness. There previous studies have proven that historical parks green areas preservation and enhancement requires an integrated approach along with taking into account many aspects. i.e. historical, biological, landscape and social.

Foreign experience suggests including the task of adapting the objects to the modern requirements of the 21st century or taking into account climate change into the historical parks renovation.

Currently, most of the historical parks are in an unsatisfactory state. Hence, the formation of a system of effective methods of preservation and reconstruction of historically valuable landscape park compositions is of particular relevance.

Plants that transform themselves in the process of aging, as well as under the pressure of anthropogenic influence, climatic changes or other factors make the basis of historical parks landscapes. Parks reconstruction involves the implementation of a set of measures aimed at restoration and modernization with which results in improving their functional, aesthetic, ecological and social characteristics, preserve their historical and cultural significance. Running these works requires carrying out a multidisciplinary inventory and landscape assessment not only of introduced species, but of ancient trees of aboriginal breeds as well. It is also worth considering the factor of allelopathic soil fatigue caused by the species longstanding (sometimes even for centuries) cultivation in the same places.

It was concluded that the methodological basis for the preservation, enhancement, maintenance and development of historical parks plant compositions and the creation of highly decorative and ecologically effective plantations on their basis should be based on a three-level structure comprising statistical-analytical, experimental and statistical-modeling studies. Comprehensive studies of the inventory direction are also of great importance.

Key words: methodological foundations, historical park, green areas, historical landscape, park, reconstruction.



Copyright: Krupa H.M., Oleshko O.G. © 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:
Krupa H.M.
Oleshko O.G.

<https://orcid.org/0000-0002-5299-3580>
<https://orcid.org/0000-0001-5263-1347>

Наукове видання

АГРОБІОЛОГІЯ

Збірник наукових праць

№ 1 (187) 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 60¹/₈. Ум.др.арк. 37,4. Тираж 300.

Підписано до друку 24.05.2024 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.