

ISSN 2077–4893 (Print)
ISSN 2077–4915 (Online)

АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ ЖУРНАЛ



4•2023

Виходить чотири рази на рік

ЗАСНОВНИКИ

**Інститут агроекології і природокористування
Національної академії аграрних наук України**

Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України»

**Всеукраїнська громадська організація
«Асоціація агроекологів України»**

АДРЕСА РЕДАКЦІЇ:

вул. Метрологічна, 12, Київ-143, 03143
тел. (044) 522-60-62; e-mail: agroecojournal@ukr.net
<https://journalagroeco.org.ua>

*Журнал внесено до Переліку наукових фахових видань України (категорія «Б»)
згідно з Наказом МОН України від 17.03.2020 № 409
для публікації основних результатів дисертаційних робіт та матеріалів
досліджень вчених теоретичного і практичного характеру з актуальних питань
за спеціальностями: 101 – Екологія; 201 – Агронімія;
091 – Біологія; 051 – Економіка; 205 – Лісове господарство;
204 – Технологія виробництва та переробки продукції тваринництва.*

*Журнал включено до міжнародних інформаційних та наукометричних баз:
Research Bib Journal Database (Японія)
Index Copernicus (Республіка Польща)
Google Scholar (США)
Ulrich's Periodicals Directory (США)*

Пристатейний список літератури продубльовано відповідно до вимог міжнародних систем транслітерації (зокрема, наукометричної бази SCOPUS)

Відповідальність за зміст і достовірність поданих матеріалів та точність наведених даних несуть автори наукових статей.
Редколегія не завжди поділяє думки авторів статей

**Журнал друкується і поширюється через мережу Інтернет
за рішенням вченої ради Інституту агроекології і природокористування НААН
(протокол № 6 від 26 вересня 2023 р.)
Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 23578-13418 ПР від 27.09.2018.**

Підписано до друку 17.05.2023 р. Формат 70×100/16. Друк офсетний.
Ум. друк. арк. 12,9. Наклад 250 прим. Зам. № АЕ-04–23.
Оригінал-макет та друк ТОВ «ДІА». 03022, Київ-22, вул. Васильківська, 45

АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ ЖУРНАЛ

4 • 2023



КИЇВ • 2023

EDITORIAL BOARD

Editor-in-chief

DREBOT O., Doctor of Economic Sciences, Prof., Academician of NAAS

Executive Secretary

SHUMYHAI I., Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher

- | | |
|--|--|
| BUDZANIVSKA I. ,
<i>Doctor of Biological Sciences, Prof. (Ukraine)</i> | SYCHOV M. ,
<i>Doctor of Agricultural Sciences, Prof. (Ukraine)</i> |
| BUSHTRUK M. ,
<i>Candidate of Agricultural Sciences,
Docent (Ukraine)</i> | SOLOMAKHA V. ,
<i>Doctor of Biological Sciences, Prof. (Ukraine)</i> |
| VYSOCHANSKA M. ,
<i>Doctor of Economic Sciences,
Senior Researcher (Ukraine)</i> | TARARIKO O. ,
<i>Doctor of Agricultural Sciences, Prof.,
Academician of NAAS (Ukraine)</i> |
| VOVK N. ,
<i>Doctor of Agricultural Sciences, Prof. (Ukraine)</i> | TERTYCHNA O. ,
<i>Doctor of Biological Sciences,
Senior Researcher (Ukraine)</i> |
| GUDKOV I. ,
<i>Doctor of Biological Sciences, Prof.,
Academician of NAAS (Ukraine)</i> | TKACH Ye. ,
<i>Doctor of Biological Sciences,
Senior Researcher (Ukraine)</i> |
| DEMYANYUK O. ,
<i>Doctor of Agricultural Sciences, Prof.,
Corresponding member of NAAS (Ukraine)</i> | FURDYCHKO O. ,
<i>Doctor of Economic and Agricultural Sciences, Prof.,
Academician of NAAS (Ukraine)</i> |
| DOBRYAK D. ,
<i>Doctor of Economics Sciences, Prof.,
Corresponding member of NAAS (Ukraine)</i> | CHOBOTKO G. ,
<i>Doctor of Biological Sciences, Prof. (Ukraine)</i> |
| ZAITSEV Yu. ,
<i>Doctor of Economic Sciences, Prof. (Ukraine)</i> | SHERSTOBOEVA O. ,
<i>Doctor of Agricultural Sciences, Prof. (Ukraine)</i> |
| KONISHCHUK V. ,
<i>Doctor of Biological Sciences, Prof. (Ukraine)</i> | SHERSHUN M. ,
<i>Doctor of Economic Sciences, Senior Researcher
(Ukraine)</i> |
| KOPIY L. ,
<i>Doctor of Agricultural Sciences, Prof. (Ukraine)</i> | SHKURATOV O. ,
<i>Doctor of Economic Sciences, Prof. (Ukraine)</i> |
| KOSTENKO S. ,
<i>Doctor of Biological Sciences, Prof. (Ukraine)</i> | YUKHNOVSKYI V. ,
<i>Doctor of Agricultural Sciences, Prof. (Ukraine)</i> |
| LESOVOY N. ,
<i>Doctor of Agricultural Sciences, Prof. (Ukraine)</i> | WALAT W. ,
<i>Doctor of Humanities Sciences, Prof. (Poland)</i> |
| MUDRAK O. ,
<i>Doctor of Agricultural Sciences, Prof. (Ukraine)</i> | DURSUN S. ,
<i>PhD, Prof. (Turkey)</i> |
| NAGORNIUK O. ,
<i>Candidate of Agricultural Sciences, Docent (Ukraine)</i> | KOWALSKA A. ,
<i>Doctor of Engineering and Technical Sciences,
Docent (Poland)</i> |
| PALAPA N. ,
<i>Doctor of Agricultural Sciences,
Senior Researcher (Ukraine)</i> | COELHO PINHEIRO. M. ,
<i>PhD, Prof. (Portugal)</i> |
| PARFENYUK A. ,
<i>Doctor of Biological Sciences, Prof. (Ukraine)</i> | SOBCZYK V. ,
<i>Doctor of Agricultural Sciences, Prof. (Poland)</i> |
| SYMOCHKO L. ,
<i>Candidate of Biological Sciences, Docent (Ukraine)</i> | OKABE Y. ,
<i>Doctor of Economic Sciences, Prof. (Japan)</i> |

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Головний редактор

ДРЕБОТ О.І., д-р екон. наук, проф., акад. НААН

Відповідальний секретар

ШУМИГАЙ І.В., канд. с.-г. наук, ст. досл.

- | | |
|--|--|
| БУДЗАНІВСЬКА І.Г. ,
д-р біол. наук, проф. (Київ) | СИЧОВ М.Ю. ,
д-р с.-г. наук, проф. (Київ) |
| БУШТРУК М.В. ,
канд. с.-г. наук, доцент (Біла Церква) | СОЛОМАХА В.А. ,
д-р біол. наук, проф. (Київ) |
| ВИСОЧАНСЬКА М.Я. ,
д-р екон. наук, ст. досл. (Київ) | ТАРАРІКО О.Г. ,
д-р с.-г. наук, проф., акад. НААН (Київ) |
| ВОВК Н.І. ,
д-р с.-г. наук, проф. (Київ) | ТЕРТИЧНА О.В. ,
д-р біол. наук, старш. наук. співроб. (Київ) |
| ГУДКОВ І.М. ,
д-р біол. наук, проф., акад. НААН (Київ) | ТКАЧ Є.Д. ,
д-р біол. наук, ст. досл. (Київ) |
| ДЕМ'ЯНИЮК О.С. ,
д-р с.-г. наук, проф., чл.-кор. НААН (Київ) | ФУРДИЧКО О.І. ,
д-р екон. і с.-г. наук, проф., акад. НААН (Київ) |
| ДОБРЯК Д.С. ,
д-р екон. наук, проф., чл.-кор. НААН (Київ) | ЧОБОТЬКО Г.М. ,
д-р біол. наук, проф. (Київ) |
| ЗАЙЦЕВ Ю.О. ,
д-р екон. наук, проф. (Київ) | ШЕРСТОБОЄВА О.В. ,
д-р с.-г. наук, проф. (Київ) |
| КОНЩУК В.В. ,
д-р біол. наук, проф. (Київ) | ШЕРШУН М.Х. ,
д-р екон. наук, доцент (Київ) |
| КОПІЙ Л.І. ,
д-р с.-г. наук, проф. (Львів) | ШКУРАТОВ О.І. ,
д-р екон. наук, проф. (Київ) |
| КОСТЕНКО С.О. ,
д-р біол. наук, проф. (Київ) | ЮХНОВСЬКИЙ В.Ю. ,
д-р с.-г. наук, проф. (Київ) |
| ЛІСОВИЙ М.М. ,
д-р с.-г. наук, проф. (Київ) | ВАЛАТ В. ,
д-р педаг. наук, проф. (Республіка Польща) |
| МУДРАК О.В. ,
д-р с.-г. наук, проф. (Вінниця) | ДУРСУН С. ,
д-р філософії, проф. (Туреччина) |
| НАГОРНИЮК О.М. ,
канд. с.-г. наук, доцент (Київ) | КОВАЛЬСЬКА А. ,
д-р інж.-техн. наук, доцент (Республіка Польща) |
| ПАЛАПА Н.В. ,
д-р с.-г. наук, старш. наук. співроб. (Київ) | КОЕЛЬО ПІНЕЙРО М. ,
д-р філософії, проф. (Португалія) |
| ПАРФЕНЮК А.І. ,
д-р біол. наук, проф. (Київ) | СОБЧИК В. ,
д-р с.-г. наук, проф. (Республіка Польща) |
| СИМОЧКО Л.Ю. ,
канд. біол. наук, доцент (Ужгород) | ЙОШІХІКО ОКАБЕ,
д-р екон. наук, проф. (Японія) |

- Мішенін Є.В., Дутченко О.М., Ярова І.Є.**
Еколого-економічна оцінка сталого просторового аграрного землегосподарювання в умовах глобальних кліматичних змін: економіко-математичне моделювання
- Ковалів О.І.**
Алгоритм методологічних аспектів природокористування в Україні як конституційно вмотивовані вимоги сьогодення
- Шаповал В.В., Поліщук І.К., Старовойтова Т.В.**
Біота Біосферного заповідника «Асканія-Нова» імені Ф.Е. Фальц-Фейна НААН
- Шупова Т.В., Конякін С.М.**
Потенційні загрози Каховської катастрофи популяціям птахів різних екологічних груп
- Чорнобров О.Ю., Христецька М.В.**
Лісівничо-екологічні особливості розподілу запасів поваленої мертвої деревини у лісових екосистемах Канівського Придніпров'я
- Подоба Ю.В., Пінчук В.О., Тертична О.В., Мінералов О.І., Дешко В.І.**
Вміст важких металів у дігестаті з побічної продукції птахівництва
- Вознюк Р.Р., Сичов М.Ю.**
Ефективність використання комбікормів із різними рівнями ферментованого соєвого шроту EP500 за вирощування кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) до товарної маси
- Слюсар І.Т., Сербенюк В.О., Сербенюк Г.А., Зосимчук О.А.**
Вплив способів сільськогосподарського використання органогенних ґрунтів на вимивання біогенних речовин у дренажній воді
- Дмитренко О.В., Дем'янюк О.С., Погоріла Л.П., Сви́днюк Н.Л., Рожа В.В., Кирилюк П.М., Романенко В.М.**
Екотоксикологічна оцінка дерново-підзолистого ґрунту за впливу бойових дій
- Годинчук Н.В., Запасний В.С., Мака́рчук О.В., Сера́жим Л.М., Грици́на І.М., Мазур С.О.**
Агроекологічний стан ґрунтів Київського Полісся
- 6 **Mishenin Ye., Dutchenko O., Yarova I.**
Ecological and economic assessment of sustainable spatial land management in the context of global climate change: economic and mathematical modeling
- 15 **Kovaliv O.**
Algorithm of methodological aspects of nature management in Ukraine as constitutionally motivated requirements of today
- 28 **Shapoval V., Polishchuk I., Starovoitova T.**
Biota of the F.E. Falz-Fein Biosphere Reserve «Askania Nova» of NAAS
- 39 **Shupova T., Koniakin S.**
Potential threats of Kakhovka catastrophe to bird populations of different ecological groups
- 53 **Chornobrov O., Khrystetska M.**
Forestry and ecological features of fallen dead wood stocks distribution in forest ecosystems of Kaniv Dnieper region
- 65 **Podoba Y., Pinchuk V., Tertychna O., Mineralov O., Deshko V.**
Content of heavy metals in the digestate from poultry by-products
- 73 **Vozniuk R., Sychov M.**
Efficiency of the use of compound foodstuffs with different levels of formulated fermented soya meal EP500 when growing African catfish (*Clarias gariepinus*) to market weight
- 80 **Slyusar I., Serbeniuk V., Serbeniuk G., Zosimchuk O.**
Influence of methods of agricultural use of organic soils on leaching biogenic substances into drained waters
- 89 **Dmytrenko O., Demyanyuk O., Pohorila L., Svydnyiuk N., Rozha V., Kyryliuk P., Romanenko V.**
Ecotoxicological assessment of soddy-podzolic soil under the influence of hostilities
- 97 **Hodynchuk N., Zapasnyi V., Makarchuk O., Serazhim L., Hrytsina I., Mazur S.**
Agroecological state of soils in Kyiv Polissia

Дребот О.І., Лазаренко В.І. Оцінка передумов розвитку органічного сільського господарства	108	Drebot O., Lazarenko V. Assessment of the preconditions for the development of organic agriculture
Лавренюк О.А. Аналіз систем конкурентоспроможності лісового комплексу України	116	Lavreniuk O. Analysis of competitiveness systems of forest complex of Ukraine
Мудрак О.В., Морозова Т.В. Застосування мікрокосмів для екологічно аргументованого добору біопаливних культур	123	Mudrak O., Morozova T. Application of microcosms models for ecologically based selection of biofuel crops
Карачинська Н.В., Парфенюк А.І., Ліщук А.М. Деструкція решток трансгенних рослин картоплі (<i>Solanum tuberosum</i> L.) за впливу ґрунтового мікробіому	134	Karachinska N., Parfenyuk A., Lishchuk A. Destruction of transgenic potato plants (<i>Solanum tuberosum</i> L.) remnants under the influence of soil microbiome
Гунчак М.В., Зайцев Ю.О., Шапран С.В. Біологічний метод захисту яблуні проти зеленої (<i>Aphis pomi</i> Deg.) та сірої (<i>Dysaphis devectora</i>) яблуневих попелиць в умовах Західного Лісостепу України	141	Hunchak M., Zaitsev Yu., Shapran S. Biological method of apple tree protection against green (<i>Aphis pomi</i> Deg.) and grey (<i>Dysaphis devectora</i>) apple aphids in the conditions of Western Forest-Steppe of Ukraine
Щетина С.В. Домінуючі види шкідників редиски (<i>Raphanus sativus</i> (L.) <i>convar. radícula</i> (Pers.) Sazon.) у Правобережному Лісостепу України	149	Shchetina S. Dominant species of radish (<i>Raphanus sativus</i> (L.) <i>convar. radícula</i> (Pers.) Sazon.) pests in the Right Bank Forest Steppe of Ukraine
Улянич О.І., Остапенко Н.О. Вплив органо-мінеральних та біологічних добрив на врожайність часнику озимого (<i>Allium sativum</i>) за умов їх внесення краплинним зрошенням	158	Ulianych I., Ostapenko N. Influence of organic-mineral and biological fertilizers on the yield of winter garlic (<i>Allium sativum</i>) under the conditions of their application by drip irrigation
Стародуб В.І., Ткач Є.Д., Шавріна В.І. Визначення ефективності та інтенсивності фітотоксичного впливу гербіцидів у посівах озимих зернових культур	165	Starodub V., Tkach Ye., Shavrina V. Determination of the efficiency and intensity of the phytotoxic effect of herbicides in winter cereal crops
Душко П.М., Шумигай І.В. Вплив систем удобрення на продуктивність рослин сої (<i>Glycine max</i> L.)	175	Dushko P., Shumyhai I. Influence of fertilization systems on the productivity of soybean plants (<i>Glycine max</i> L.)
Шкатула Ю.М., Барський Д.О., Забарний О.С. Фотосинтетична діяльність посівів ячменю озимого (<i>Hordeum vulgare</i> L.) залежно від мінерального живлення та біостимуляторів	181	Shkatula Yu., Barskyi D., Zabarnyi O. Photosynthetic activity of winter barley crops (<i>Hordeum vulgare</i> L.) depending on mineral nutrition and biostimulators
НЕКРОЛОГ	190	OBITUARY
Пам'яті В.А. Соломахи		In memory of V. Solomakha
Реферати	192	Abstract
Відомості про авторів	202	Information about the authors
Правила для авторів	205	Rules for the authors

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА СТАЛОГО ПРОСТОРОВОГО АГРАРНОГО ЗЕМЛЕГОСПОДАРЮВАННЯ В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНИХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН: ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

Є.В. Мішенін¹, О.М. Дутченко², І.Є. Ярова³

¹Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)

²Сумський коледж економіки та торгівлі (м. Суми, Україна)

³Сумський державний університет (м. Суми, Україна)

e-mail: eugeniy_mishenin@yahoo.com; ORCID: 0000-0003-1597-3270

e-mail: o.dutchenko@gmail.com; ORCID: 0000-0002-3515-104X

e-mail: zhs813@ukr.net; ORCID: 0000-0001-9840-131X

У цій статті зосереджено увагу те, що ступінь антропогенного (екодеструктивного) впливу на стан сільськогосподарського виробництва є основним критерієм оцінки розвитку сталого просторового землекористування при певних еколого-економічних обмеженнях. Мета дослідження полягає у моделюванні еколого-економічної оцінки трансформації територіально-просторового аграрного землекористування на різних рівнях господарювання з урахуванням дії антропогенних (екодеструктивних) чинників для забезпечення сталого управління земельними ресурсами в умовах глобальних кліматичних змін. Так, методологію територіально-просторового аналізу ефективності трансформації сучасного сільськогосподарського землекористування, використання земельно-ресурсного потенціалу спрямовано на визначення його цілісної оцінки як системно-комплексного явища. У роботі запропоновано економіко-математичну модель для розрахунку оптимальної структури посівних площ шляхом розміщення сільськогосподарських культур між виробничими структурами різного рівня господарювання з урахуванням їх чутливості до дії окремого екодеструктивного (антропогенного) чинника. Розміщення сільськогосподарського виробництва на основі представленої моделі передбачає перерозподіл виробництва окремих видів продукції з урахуванням мінімізації економічних збитків від антропогенних (екодеструктивних) чинників, зокрема, промислового забруднення атмосфери. Розглянуто можливості кількісної оцінки економічних наслідків зміни клімату в системі сільськогосподарського землекористування. Доведено, що оцінка економічних збитків від кліматичних змін у системі сталого сільськогосподарського землекористування потребує розробки системи вартісних нормативів, що кореспондують із вхідними кліматичними параметрами. Наведено натуральні показники та регіональні коригувальні коефіцієнти виробництва сільськогосподарської продукції у разі підвищення середньорічної температури повітря на один градус, з диференціацією по регіонах України. Представлено алгоритм економічної оцінки впливу зміни термічного режиму атмосфери на ефективність галузі рослинництва. У дослідженні встановлено, що застосування у довгостроковому прогнозуванні оцінок залежності продуктивних показників сільського господарства від кліматичних чинників є необхідним елементом сталого управління аграрною сферою.

Ключові слова: антропогенний чинник, забруднення, економічний збиток, сільськогосподарське землекористування, територіально-просторовий розвиток.

ВСТУП

Збільшення небажаних та незворотних екодеструктивних процесів, антропогенних чинників у навколишньому середовищі, а саме активізація небезпечних геофізичних процесів, зміна клімату, забруднення атмосфери та земельних ресурсів обумов-

лює трансформацію територіально-просторового землекористування, що вимагає системного урахування еколого-економічних чинників у механізмах сталого управління агрогосподарюванням.

Практична реалізація сталого територіально-просторового землекористування з урахуванням дії антропогенних чин-

ників в умовах кліматичних змін потребує удосконалення процесів економіко-математичного моделювання агроекологічної результативності сільськогосподарського землекористування на різних ієрархічних рівнях господарювання (глобальному, національному, регіональному, локальному).

Мета статті полягає у моделюванні еколого-економічної оцінки трансформації територіально-просторового аграрного землегосподарювання на різних рівнях господарювання з урахуванням дії антропогенних (екодеструктивних) чинників для забезпечення сталого управління земельними ресурсами в умовах глобальних кліматичних змін.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Проведений аналіз засвідчив, що теоретико-методичні основи збалансованого територіально-просторового аграрного землегосподарювання, ефективного розміщення сільськогосподарського виробництва в умовах посилення деградаційних процесів є важливою проблемою регіональної економіки, економіки земельних ресурсів та сільського господарства, а також екологічної економіки природокористування у контексті методології сталого розвитку.

Загальна методологія дослідження еколого-економічних проблем використання земельно-ресурсного потенціалу, ефективного функціонування регіональних аграрних земельно-господарських систем в умовах антропогенних (екосистемних) змін знайшли відображення в наукових працях, зокрема, О. Дорош [1], Є. Купінець [2], О. Фурдичка [3; 4], А. Третьяка [5], О. Шкуратова [6].

Проблемам деградації сільськогосподарських земель та еколого-економічної оцінки їх наслідків (у т. ч. методами економіко-математичного моделювання) присвячено праці вітчизняних та зарубіжних учених, зокрема: Д. Добряка [7], Д. Бабміндра [8], Є. Бутенко, Р. Харитоненко [9; 10], С. Ігнацевича [11], Qi, X., Wang, R.Y. [12], Ramankutty, N., Mehrabi, Z. [13].

До того ж, аналіз наукових здобутків щодо розв'язання еколого-економічних проблем просторового аграрного землекористування свідчить, що теоретико-методичні основи та прикладні аспекти структурно-територіальної організації сільськогосподарських земель на різних ієрархічних рівнях господарювання потребують поглиблення у напрямі більш системного урахування екодеструктивних чинників у контексті глобальних кліматичних змін. Це вимагає застосування економіко-математичного моделювання щодо еколого-економічної оцінки результативності територіального аграрного землекористування на основі використання показників економічного збитку залежно від рівня дії антропогенного (екодеструктивного) чинника.

Слід також констатувати, що у вітчизняній аграрній науці домінує просторова концепція розвитку сільських територій [14–17]. Саме ця концепція і потребує застосування методології економічних збитків [16], яку саме ми і реалізували в цьому дослідженні.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Методологію територіально-просторового аналізу ефективності та результативності трансформації сучасного сільськогосподарського землегосподарювання, використання земельно-ресурсного потенціалу (капіталу) спрямовано на визначення його цілісної оцінки як системно-комплексного явища, яке досліджується і моделюється одночасно за такими напрямками, зокрема: ресурсним, еколого-економічним (зменшення економічного збитку від антропогенних чинників), територіальною оптимізацією структури посівних площ та ін.

Моделювання територіально-просторового підвищення ефективності сільськогосподарського землекористування є методичним підходом, що дає можливість вивчати особливості трансформації результативності агрогосподарювання з позиції зменшення та запобігання економічних збитків від дії антропогенних чинників в умовах глобальних кліматичних змін.

Теоретико-методологічною основою дослідження є провідні положення теорії сталого розвитку, регіональної економіки сільського господарства, а також розробки вітчизняних і зарубіжних учених із проблем оцінки економічних збитків від дії антропогенних чинників в аграрній сфері. В цьому дослідженні використовувалися такі основні наукові методи: *монографічний* — для вивчення й узагальнення чинників та процесів, що визначають особливості оцінки економічних збитків від екодеструктивних чинників у сільському господарстві; *абстрактно-логічний* — для визначення ґрунтовних положень оцінки економічного збитку у сфері землекористування; *системно-структурний* — для виявлення ключових положень, які визначають еколого-економічну основу структурної організації регіонального землекористування; *методи порівняння та аналізу* — для формування висновків і пропозицій щодо еколого-економічної оптимізації територіальної організації посівних площ на різних рівнях господарювання.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У цьому дослідженні зосереджено увагу на те, що ступінь антропогенного впливу на стан сільськогосподарського землекористування є основним критерієм оцінки сценарію розвитку збалансованого землегосподарювання при певних еколого-економічних обмеженнях. Від результатів еколого-економічної оцінки екодеструктивності землекористування [18] значною мірою залежать подальші дії особи, що ухвалює рішення відносно стратегії, наприклад, щодо структуризації посівних площ.

Еколого-економічна оцінка впливу глобальних кліматичних змін на ефективність сільськогосподарського землекористування. Представлено економіко-математичну модель, яку побудовано для розрахунку оптимальної структури посівних площ шляхом розміщення сільськогосподарських культур між виробничими структурами різного рівня господарювання з урахуванням їх сприйнятливості до дії

окремого досліджувального екодеструктивного (антропогенного) чинника.

Для запису моделі в математичному вигляді введено такі позначення:

- x_{kj} — обсяг виробництва j -ї продукції рослинництва в k -й зоні, ц;
- C_{kj} — вартісна оцінка одиниці j -ї продукції в k -й зоні, грн/ц;
- a_{fjk} — норма витрат f -го ресурсу виробництва j -ї продукції k -й зоні;
- b_{fk} — обсяг ресурсів f -го виду в k -й зоні;
- Q_j — необхідний обсяг виробництва j -ї продукції;
- y_{hj} — питомих натуральний показник зниження врожайності j -ї культури зумовлений дією окремого екодеструктивного (антропогенного) чинника у розрахунку на одиницю його прояву. Якщо це, наприклад, забруднення атмосфери, то маємо ц/га на 0,1 умовних мг/м³;
- S_{kj} — посівна площа j -ї сільськогосподарської культури у k -й зоні, га;
- R_k — рівень дії екодеструктивного (антропогенного чинника) у k -й зоні.

Для антропогенного чинника як забруднення атмосфери, цей параметр розраховується за формулою:

$$R_k = \sum_{i=1}^l q_{ki} \cdot A_i, \quad (1)$$

де q_{ki} — середньорічна концентрація i -ї забруднюючої речовини в повітрі k -ї зони; A_i — коефіцієнт відносної агресивності i -го інгредієнта для сільського господарства.

Цей рівень антропогенного чинника вимірюється в умовних мг/м³.

P_{fj} — вміст f -го ресурсу в одиниці j -ї продукції (наприклад, вміст кормових одиниць у центнері вівса, ячменю, сіна, соломи тощо); n — загальна кількість виробничих галузей (видів продукції); r — кількість зон (об'єктів розміщення).

Математичний запис моделі розміщення сільськогосподарського виробництва з умови мінімізації економічного збитку

від окремого антропогенного чинника виглядає так:

$$C = \sum_{j=1}^n \cdot \sum_{k=1}^r C_{kj} \cdot x_{kj} - \sum_{j=1}^n \cdot \sum_{k=1}^r y_{hj} \cdot C_{kj} \cdot S_{kj} \cdot R_k \rightarrow \max \quad (2)$$

Еколого-економічні обмеження такі:

1. Обмеження, яке показує, що витрати ресурсів j -го виду на виробництво всієї рослинницької продукції в k -й зоні не повинні перевищувати наявного їх обсягу:

$$\sum_{j=1}^n a_{fjk} \cdot x_{jk} \leq b_{fk} \quad (3)$$

2. Обмеження, яке гарантує необхідний асортимент виробництва рослинницької продукції:

$$\sum_{k=1}^r x_{jk} \geq Q_j \quad (4)$$

3. Обмеження, яке показує, що обсяг кормових ресурсів, одержуваних від рослинництва (без урахування покупних кормів), має забезпечувати потребу в них тваринницьких галузей:

$$\sum_{j=1}^n p_{fj} \cdot x_{jk} - \sum_{j=n+1}^m a_{fjk} \cdot x_{jk} \geq 0 \quad (5)$$

4. Обмеження, яке означає, що величина економічних збитків від дії антропогенного чинника не може бути більшою за виробництво валової продукції:

$$\sum_{j=1}^n y_{hj} \cdot C_{kj} \cdot S_{kj} \cdot R_k \leq \sum_{j=1}^n C_{kj} \cdot x_{kj} \quad (6)$$

5. Обмеження, яке показує, що виробництво будь-якого продукту не може бути від'ємним:

$$x_j > 0 \quad (7)$$

6. Обмеження, що показує обов'язковість наявності досліджуваного антропогенного чинника хоча в одній із зон розміщення виробництва. В іншому випадку

введення обмеження щодо мінімізації економічних збитків не має сенсу:

$$R_k > 0 \quad (8)$$

Удосконалення індикативних планів розміщення сільськогосподарського виробництва на базі описаної вище економіко-математичної моделі передбачає перерозподіл виробництва окремих видів продукції на різних рівнях агрогосподарювання.

Якщо це антропогенний чинник — забруднення атмосфери, ґрунтів, то доцільно цю модель застосовувати на таких рівнях:

1. Між сільськогосподарськими підприємствами, розташованими у зоні дії антропогенного чинника щодо екологічно чистих територій, у межах однієї чи кількох агропромислових районних формувань.

2. Між господарствами агропромислового об'єднання (адміністративного району) у межах однієї промислово забрудненої зони.

3. Між виробничими структурами окремого сільськогосподарського підприємства.

Використання запропонованого підходу для оптимізації розміщення сільськогосподарського виробництва на вищому організаційному рівні (наприклад, між агропромисловими формуваннями областей та регіонів) має значні труднощі.

По-перше, тому, що одночасний розрахунок рівня забруднення атмосферного повітря над значною площею, вимагатиме збору та обробки величезного масиву вихідної інформації за джерелами викидів. По-друге, необхідність додаткового обліку економічних, ґрунтових, кліматичних та інших відмінностей у сільськогосподарському виробництві регіонів зробить модель громіздкою та малоефективною.

Практичне застосування запропонованого методу — вдосконалення розміщення посівних площ дасть змогу за мінімальних витрат досягти значного зниження негативних наслідків промислового забруднення атмосферного повітря, підвищуючи цим економічну ефективність сільськогосподарського виробництва.

Можливості кількісної оцінки економічних наслідків зміни клімату в системі сільськогосподарського землекористування. Оцінка економічних збитків від кліматичних змін у системі сільськогосподарського землекористування потребує розробки системи вартісних нормативів, що кореспондують із вхідними кліматичними параметрами. Отже, процес адаптації сільського господарства до глобальних кліматичних змін має бути спрямовано на встановлення кількісних значень взаємозв'язку чинників середовища та об'єктів сільського господарства [19]. Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі основні завдання:

- обґрунтування необхідних компонентів інформаційної системи об'єкта, значимих із погляду встановлення взаємозв'язку з кліматичним комплексом;
- статистичне відстеження виділених параметрів з урахуванням чинника часу;
- побудова на базі отриманих масивів статистичної інформації рівнянь регресії та їх аналіз;
- розробка статистичних моделей та отримання на їх основі питомих нормативів впливу клімату на функціонування сільськогосподарського виробництва;
- апробація системи нормативів шляхом укрупненої еколого-економічної оцінки збитків внаслідок стійких змін клімату.

Теоретичною основою для виконання цих досліджень є відомі закономірності залежності зростання, розвитку та продуктивності сільськогосподарських культур від чинників довкілля.

До основних чинників належать світло, тепло, волога і повітря, тому що вони безпосередньо впливають на рослини. Додаткові чинники (вітер, хмарність, туман та ін.) відіграють другорядну роль, непряму роль, коригуючи дії основних чинників. Провідні метеорологічні чинники впливають на всі організми впродовж усього періоду їхнього життя і на всій території їхнього зростання, тоді як додаткові, — переважно в окремі періоди та на обмежених територіях.

У зв'язку з викладеним вивчення впливу клімату на сільськогосподарське виробництво складається переважно з оцінки:

- термічних та частково світлових ресурсів вегетаційного періоду та його окремих частин;
- умов зволоження (опадів, вологість ґрунту та повітря) вегетаційного періоду та його окремих частин.

В агрометеорології існує велика кількість показників, що характеризують зв'язок «клімат — сільське господарство»: пльовіотермічний коефіцієнт (ПТК) І.Є. Бучинського [7], показник посушливості Н.В. Бова, коефіцієнт зволоження Н.М. Іванова та ін. У наших дослідженнях, як кліматичний чинник, використовувався гідротермічний коефіцієнт зволоження (ГТК) Г.Т. Селянінова [16]:

$$ГТК = \frac{R}{0,1\sum T}, \quad (9)$$

де R — сума опадів у період вегетації з температурою повітря вище 10°C , мм; $0,1\sum T$ — сума температур за той самий період, $^{\circ}\text{C}$.

Вибір ГТК обумовлений насамперед тим, що він є комплексним, що враховує як термічні ресурси, і умови зволоження вегетаційного періоду. Крім того, наразі у міжнародному масштабі ГТК є найчастіше використовуваним критерієм погоднокліматичних умов у сільському господарстві. Результативними ознаками, що впливають на формування врожайності та характеризують економічні умови сільськогосподарського виробництва, є такі чинники: внесення органічних добрив на 1 га ріллі, постачання мінеральних добрив на 1 га ріллі та фондозабезпеченість.

З проведеного аналізу можна зробити висновок, що погоднокліматичні умови вегетаційного періоду мають значний вплив на врожайність сільськогосподарських культур. Слід також зазначити, що, наприклад, підвищення ГТК у різних регіонах може мати як позитивний (підвищувати), і негативний (знижувати) вплив на врожайність однієї й тієї самої культури. Це пов'язано, насамперед із відмінностями у природнокліматичних умовах регіонів,

і навіть із соціально-економічними умовами сільськогосподарського виробництва (культурою землеробства). Отримані коефіцієнти регресії до гідротермічного коефіцієнта дають можливість визначити питомі показники зміни врожайності сільськогосподарських культур при варіації ГТК. Однак цей показник доволі складно застосовувати у питаннях прогнозування. Тому для укрупнених оцінок впливу глобальних змін клімату на сільське господарство є доцільним використання питомих показників змін урожайності від середньорічної температури повітря. Для цього були проведені розрахунки зміни гідротермічного коефіцієнта зі збільшенням (зниженням) середньорічної температури на один градус (при незмінній сумі опадів). За основу було прийнято середні багаторічні показники клімату: сума температур за період із $T > 100^\circ\text{C}$; сума опадів у період із $T > 100^\circ\text{C}$; тривалість періоду з $T > 100^\circ\text{C}$ [7].

Укрупнену економічну оцінку впливу глобальної зміни клімату (у частині температурного режиму атмосфери) на сільське господарство (галузь рослинництва) запропоновано проводити за формулою:

$$E_{kp} = \Delta T_k \sum_{j=1}^n y_{ikj} \cdot S_{kj} \cdot C_{kj}, \quad (10)$$

де E_{kp} — економічна оцінка наслідків впливу змін клімату на рослинництво в k -му регіоні; ΔT_k — прогнозована зміна середньорічної температури повітря в k -му регіоні; y_{ikj} — питомі показники зміни врожайності j -ї культури в k -му регіоні за зміни середньорічної температури повітря на 1°C , ц/га/°C; S_{kj} — посівна площа j -ї сільськогосподарської культури в k -му регіоні в прогнозованому періоді, га; C_{kj} — ціна j -ї продукції рослинництва у k -му регіоні, грн/ц.

Розраховується за формулою:

$$\Delta T_k = T_{fk} - T_{nk}, \quad (11)$$

де T_{fk} і T_{nk} — фактичне, за результатами багаторічних спостережень, та прогнозоване значення середньорічної температури повітря по k -му регіону, °C.

Для виявлення регіональних особливостей впливу клімату на сільськогоспо-

дарське виробництво весь масив вихідної інформації був розбитий на такі групи областей, відповідно до геоморфологічної та геологічної будови України:

I. Житомирська, Київська, Чернігівська та Сумська обл. (Поліська низовина).

II. Дніпропетровська, Запорізька, Полтавська та Черкаська обл. (Придніпровська низовина).

III. Миколаївська, Одеська, Херсонська обл. та АР Крим (Причорноморська низовина).

IV. Волинська та Рівненська обл. (Волинська височина).

V. Кіровоградська та Вінницька обл. (Придніпровська височина).

VI. Луганська, Донецька та Харківська обл. (Донецька височина).

VII. Івано-Франківська, Тернопільська та Хмельницька обл. (Подільська височина).

VIII. Закарпатська, Львівська та Чернівецька обл. (Українські Карпати).

Досліджувалися такі чинники, що впливають на врожайність сільськогосподарських культур та продуктивність тварин: середньорічна температура повітря, °C; середньорічна сума опадів, мм; постачання мінеральних добрив на 1 га ріллі, кг; внесення органічних добрив на 1 га ріллі, т; фондозабезпеченість, тис. грн/100 га угідь.

Отримані коефіцієнти регресії дали змогу визначити питомі показники зміни врожайності сільськогосподарських культур у разі підвищення середньорічної температури повітря на один градус, з диференціацією по регіонах. На їх основі було визначено середні для України питомі натуральні показники зміни виробництва різних видів продукції сільського господарства та розраховано регіональні поправочні коефіцієнти, що враховують агрокліматичні особливості сільськогосподарського виробництва. Розрахунок проводився за такою формулою:

$$K_{kj} = \frac{y_{ij}}{y_{ikj}}, \quad (12)$$

де K_{kj} — регіональні поправочні коефіцієнти, що враховують особливості виробниц-

Питомі натуральні показники та регіональні коригувальні коефіцієнти виробництва сільськогосподарської продукції у разі підвищення середньорічної температури повітря на один градус

Показники	Види продукції					
	зернові	буряк цукровий	льон-довгунець	соняшник	картопля	овочі
Питомі натуральні показники, ц/га (y_{ij})	2,34	28,6	0,57	1,33	16,0	17,1
Поліська низовина	0,85	0,96	-0,96	0,62	0,78	-0,29
Придніпровська низовина	-1,35	-0,60	—	-0,86	-1,11	-0,35
Причорноморська низовина	-0,53	-1,03	—	-1,77	-0,51	2,63
Волинська височина	-1,57	1,12	-1,02	—	1,63	-0,86
Придніпровська височина	1,14	-1,30	—	1,24	1,41	-0,44
Донецька височина	-0,55	—	—	0,50	-0,54	1,43

тва j -ї продукції рослинництва; y_{ij} – питомі натуральні показники (усереднені по Україні) зміни врожайності j -ї культури, за умови варіації середньорічної температури повітря на один градус, ц/га; y_{tkj} – питомі натуральні показники зміни врожайності j -ї культури в k -му регіоні, за підвищення середньорічної температури на 1°C , ц/га.

Результати розрахунків питомих натуральних показників та регіональних поправочних коефіцієнтів зміни виробництва сільськогосподарської продукції за підвищення температури повітря на один градус наведено у *табл.*

Економічну оцінку впливу глобальних змін клімату на сільське господарство запропоновано проводити за формулою:

$$E_{ce} = \sum_{k=1}^r E_{kp}, \quad (13)$$

де E_{kp} – економічна оцінка наслідків впливу зміни термічного режиму атмосфери на рослинництво k -го регіону, грн.

Розрахунок економічної оцінки впливу зміни термічного режиму атмосфери на ефективність галузі рослинництво проводиться за формулою:

$$E_{kp} = \Delta T_k \cdot \sum_{j=1}^n y_{ij} \cdot S_{kj} \cdot C_{kj} \cdot K_{kj}, \quad (14)$$

де ΔT_k – прогнозована зміна середньорічної температури повітря в k -му регіоні, $^\circ\text{C}$; y_{ij} – питомі натуральні показники зміни врожайності j -ї культури за зміни серед-

ньорічної температури повітря на 1°C ; S_{kj} – посівна площа j -ї сільськогосподарської культури в k -му регіоні в прогнозованому періоді, га; C_{kj} – ціна j -ї продукції рослинництва у k -му регіоні, грн/ц; K_{kj} – регіональні коригувальні коефіцієнти.

Практична реалізація представленого методичного підходу до економічної оцінки впливу глобальних змін клімату на сільське господарство дасть змогу обґрунтувати рекомендації щодо формування системи дій, які б дозволили уникнути або, принаймні, зменшити негативні кліматичні наслідки. Застосування у довгостроковому прогнозуванні оцінок залежності продуктивних показників сільського господарства від кліматичних чинників є необхідним елементом сталого управління аграрною сферою.

ВИСНОВКИ

Запропоновано моделювання територіально-просторового підвищення ефективності сільськогосподарського землекористування є методичним підходом до оцінки особливості трансформації результативності агрогосподарювання з позиції зменшення та запобігання економічних збитків від дії антропогенних (екодеструктивних) чинників в умовах глобальних кліматичних змін.

Запропоновано економіко-математичну модель, яка передбачає перерозподіл виробництва окремих видів продукції з ура-

хування мінімізації економічних збитків від антропогенних (екодеструктивних) чинників, зокрема, промислового забруднення атмосфери.

Оцінка економічних збитків від кліматичних змін у системі сільськогосподарського землекористування передбачає застосування натуральних показників та регіональних коригувальних коефіцієнтів

виробництва сільськогосподарської продукції в разі підвищення середньорічної температури повітря на один градус, із диференціацією по регіонах України.

Подальші дослідження потребують практичної реалізації представленого алгоритму економічної оцінки впливу зміни термічного режиму атмосфери на ефективність галузі рослинництва.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дорош О.С. Економіко-екологічні засади розвитку землекористування сільських територій. *АгроСвіт*. 2012. № 20. С. 2–5.
2. Купінець Л.Є., Жавнерчик О.В. Екологічна безпека аграрного землекористування: теорія і механізми забезпечення. Одеса: ІПРЕЕД НАНУ, 2016. 316 с.
3. Фурдичко О.І. Агроекологія: моногр. Київ: Аграр. наука, 2014. 400 с.
4. Фурдичко О.І. Наукові основи сталого розвитку агроєкосистем України. Т. 1: Екологічна безпека агропромислового виробництва: моногр. Київ: ДІА, 2013. 704 с.
5. Третяк А.М. Управління земельними ресурсами та землекористуванням: базові засади теорії, інституціоналізації, практики: моногр. Біла Церква: ТОВ «Білоцерківдрук», 2021. 227 с.
6. Шкуратов О.І. Організаційно-економічні основи екологічної безпеки в аграрному секторі України: теорія, методологія, практика: моногр. Київ: ТОВА «ДКС-Центр», 2016. 356 с.
7. Добряк Д., Недашківська Т. Теоретико-методологічні засади визначення втрат, спричинених обмеженнями (обтяженнями) у сільськогосподарському землекористуванні. *Землепорядний вісник*. 2012. № 5. С. 28–31.
8. Бабміндра Д. Визначення економічної оцінки шкоди (збитків) від деградації земель. *Землепорядний вісник*. 2008. № 2. С. 40–44.
9. Бутенко Є.В., Харитоненко Р.А. Застосування економіко-математичних моделей для оптимізації орних земель із проявом деградаційних процесів. *Землеустрій, кадастр і моніторинг земель*. 2018. № 1. С. 81–87.
10. Харитоненко Р.А., Бутенко Є.В. Оцінка впливу деградаційних процесів на продуктивний потенціал сільськогосподарських земель: моногр. Київ: НУБіП України, 2019. 204 с.
11. Ігнацевич С.П. Економіко-математична модель господарювання в системі регулювання рівня забруднення грантів. *Економічний дискурс*. 2018. Вип. 3. С. 89–97.
12. Qi X., Fu Y., Wang, R.Y. et al. Improving the sustainability of agricultural land use: An integrated framework for the conflict between food security and environmental deterioration. *Applied Geography*. 2018. Vol. 90. P. 214–223. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2017.12.009>.
13. Ramankutty N., Mehrabi Z., Waha K. et al. Trends in Global Agricultural Land Use: Implications for Environmental Health and Food Security. *Annual Review of Plant Biology*. 2018. Vol. 3. 34 p.
14. Газуда Л.М., Готько Л.М., Лалакулич М.Ю. Розвиток сільських територій: моногр. Ужгород: Вид-тво ФОП Сабов А.М., 2015. 204 с.
15. Третяк А.М. Територіально-просторове планування: базові засади теорії, методології, практики: моногр. Біла Церква: ТОВ «Білоцерківдрук», 2021. 142 с.
16. Мішенін Є.В., Сотник І.М., Мішеніна Н.В., Галиця І.О. Теорія еколого-економічного аналізу: навч. посіб. / за ред. Є.В. Мішеніна. Суми: СумДУ, 2014. 246 с.
17. Yarova I.Y., Mishenina N.V. and Piznyak T.I. Spatial analysis of forest reproduction of resource potential: ecological and economic aspects. *Marketing and Innovation Management*. 2018. Vol. 1. P. 406–418. DOI: <http://doi.org/10.21272/mmi.2018.1-32>.
18. Kirichenko K. Analysis of the efficiency of use of agricultural land in Kharkiv region. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*. 2019. Vol. 5(3). P. 63–76. DOI: <https://doi.org/10.51599/are.2019.05.03.05>.
19. Zhao X., Calvin K., Wise M. et al. The Critical Role of Conversion Cost and Comparative Advantage in Modeling Agricultural Land Use Change. Purdue University, West Lafayette. In: Global Trade Analysis Project (GTAP). 2019. URL: <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/download/9179.pdf>.

REFERENCES

1. Dorosh, O.S. (2012). Ekonomiko-ekolohichni zasady rozvytku zemlekorystuvannia silskykh terytorii [Economic and environmental principles of rural land use development]. *AhroSvit — Agrarian World*, 20, 2–5 [in Ukrainian].
2. Kupinets, L.Ie. & Zhavnerchik, O.V. (2016). *Ekolohichna bezpeka ahraryho zemlekorystuvannia: teoriia i mekhanizmy zabespechennia* [Environmental safety of agrarian land use: theory and mechanisms of ensuring]. Odessa: IPREED NANU [in Ukrainian].

3. Furdychko, O.I. (2014). *Ahroekolohiia: monohrafiia [Agroecology: monograph]*. Kyiv: Ahrar. nauka [in Ukrainian].
4. Furdychko, O.I. (2013). *Naukovi osnovy staloho rozvytku ahrooekosystem Ukrainy. T. 1: Ekolohichna bezpeka ahropromyslovoho vyrobnytstva: monohrafiia [Scientific basis for sustainable development of agroecosystems in Ukraine. Volume 1: Ecological safety of agricultural production: monograph]*. Kyiv: DIA [in Ukrainian].
5. Tretiak, A.M. (2021). *Terytorialno-prostorove planuvannia: bazovi zasady teorii, metodolohii, praktyky: monohrafiia [Territorial-spatial planning: basic principles of theory, methodology and practice: monograph]*. Bila Tserkva [in Ukrainian].
6. Shkuratov, O.I. (2016). *Orhanizatsiino-ekonomichni osnovy ekolohichnoi bezpeky v ahrarynomu sektori Ukrainy: teoriia, metodolohiia, praktyka: monohrafiia [Organisational and economic foundations of environmental safety in the agricultural sector of Ukraine: theory, methodology, practice: monograph]*. Kyiv: TOVA [in Ukrainian].
7. Dobriak, D. & Nedashkivska, T. (2012). Teoretyko-metodolohichni zasady vyznachennia vtrat, sprychynnykh obmezheniamy (obtiazheniamy) u silskohospodarskomu zemlekorystuvanni [Theoretical and methodological principles of determining losses caused by restrictions (encumbrances) in agricultural land use]. *Zemlevporiadnyi visnyk — Land Management Bulletin*, 5, 28–31 [in Ukrainian].
8. Babmindra, D. (2008). Vyznachennia ekonomichnoi otsinky shkody (zbytkiv) vid dehradatsii zemel [Determination of economic assessment of damage (losses) from land degradation]. *Zemlevporiadnyi visnyk — Land Management, Bulletin*, 2, 40–44 [in Ukrainian].
9. Butenko, Ye.V. & Kharytonenko, R.A. (2018). Zastosuvannia ekonomiko-matematychnykh modelei dlia optymizatsii ornnykh zemel iz proiavom dehradatsiinykh protsesiv [Application of economic and mathematical models for optimisation of arable land with degradation processes]. *Zemleustrii, kadastr i monitorynh zemel — Land management, cadastre and land monitoring*, 1, 81–87 [in Ukrainian].
10. Kharytonenko, R.A. & Butenko, Ye.V. (2019). *Otsinka vplyvu dehradatsiinykh protsesiv na produktyvnyi potentsial silskohospodarskykh zemel: monohrafiia [Assessment of the impact of degradation processes on the productive potential of agricultural land: monograph]*. Kyiv: NUBiP [in Ukrainian].
11. Ihnatsevych, S.P. (2018). Ekonomiko-matematychna model hospodariuvannia v systemi rehuliuвання rinvnia zabrudnennia hrentiv [An economic and mathematical model of management in the system of regulating the level of pollution of grants]. *Ekonomichniyi dyskurs — Economic discourse*, 3, 89–97 [in Ukrainian].
12. Qi, X., Fu, Y., Wang, R.Y. et al. (2018). Improving the sustainability of agricultural land use: An integrated framework for the conflict between food security and environmental deterioration. *Applied Geography*, 90, 214–223. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2017.12.009> [in English].
13. Ramankutty, N., Mehrabi, Z., Waha, K. et al. (2018). Trends in Global Agricultural Land Use: Implications for Environmental Health and Food Security. *Annual Review of Plant Biology*, 3, 34 [in English].
14. Hazuda, L.M., Hotko, L.M. & Lalakulych, M.Yu. (2015). *Rozvytok silskykh terytorii: monohrafiia [Development of rural areas: monograph]*. Uzhhorod [in Ukrainian].
15. Tretiak, A.M. (2021). *Terytorialno-prostorove planuvannia: bazovi zasady teorii, metodolohii, praktyky: monohrafiia [Territorial-spatial planning: basic principles of theory, methodology and practice: monograph]*. Bila Tserkva [in Ukrainian].
16. Mishenin, Ye.V. (Ed.), Sotnyk, I.M., Mishenina, N.V. & Halytsia, I.O. (2014). *Teoriia ekoloho-ekonomichnoho analizu: navchalnyi posibnyk [Theory of ecological and economic analysis]*. Sumy: SumDu [in Ukrainian].
17. Yarova, I.Y., Mishenina, N.V. & Piznyak, T.I. (2018). Spatial analysis of forest reproduction of resource potential: ecological and economic aspects. *Marketing and Innovation Management*, 1, 406–418. DOI: <http://doi.org/10.21272/mmi.2018.1-32> [in English].
18. Kirichenko, K. (2019). Analysis of the efficiency of use of agricultural land in Kharkiv region. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*, 5 (3), 63–76. DOI: <https://doi.org/10.51599/are.2019.05.03.05> [in English].
19. Zhao, X., Calvin, K., Wise, M. et al. (2019). The Critical Role of Conversion Cost and Comparative Advantage in Modeling Agricultural Land Use Change. Purdue University, West Lafayette. In: Global Trade Analysis Project (GTAP). URL: <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/download/9179.pdf> [in English].

Стаття надійшла до редакції журналу 27.08.2023

АЛГОРИТМ МЕТОДОЛОГІЧНИХ АСПЕКТІВ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ ЯК КОНСТИТУЦІЙНО ВМОТИВОВАНІ ВИМОГИ СЬОГОДЕННЯ

О.І. Ковалів

*Інститут агроєкології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: okovaliv@ukr.net; ORCID: 0000-0003-4908-7963*

Із врахування вимоги існуючого воєнного стану і потреб післявоєнного відновлення України, осмислено і узагальнено, конституційно вмотивований алгоритм методологічних аспектів землеріснокористування, особливо в агросфері. Підтверджено потребу в розмежуванні прав двох різних об'єктів власності на «землю», а саме: — на «земельну ділянку» (межу) як об'єкт цивільних прав; і — на «землю та її природні ресурси» як природні об'єкти права власності Українського народу, які знаходяться в межах таких ділянок. Встановлено, що злочинна підміна чинної конституційної земельної норми «користування» — неконституційним чинником «поширення» сприяє самотравному використанню природних ресурсів як об'єктів чужої власності. Рекомендовано системний механізм для реалізації схвалених проєктних рішень архітектурно-будівельного і землевпорядного впорядкування в усьому геопросторі держави, формуючи збалансоване землекористування — з позиції загальнонаціональних інтересів та інтересів місцевих громад. Доведено, що застосування цього механізму усуне будь-які перепони і заперечення при першорядній ідентифікації й сертифікації всіх природних об'єктів (існуючі й реабілітаційні), які мають природно-заповідну, природоохоронну, водорегульовальну, оздоровчу, рекреаційну, історико-культурну та іншу цінність. Обґрунтовано необхідність виведення з інтенсивного використання ділянок в агроландшафтах, що підлягають залуженню, залісненню та мають природоохоронне значення. Встановлено, що головну роль як чинник розвитку територій відіграють господарюючі суб'єкти відповідного функціонального призначення, а також логічна фінансова підтримка їх. Передбачено організувати понад 250 тис. (бажано понад 500 тис.) нових приватних сімейних фермерських та селянських господарств (родові, сімейні маєтки), створюваних молодими сім'ями (пріоритетне право надається — учасникам бойових дій (воїнам — переможцям) і їхнім родинам), переважно, без найманих працівників, загальною площею майже 10 млн га малих масивів орних земель та інших (4–5 млн га) прилеглих угідь.

Ключові слова: право, Конституція України, земля, природні ресурси, господарювання, архітектурно-будівельне і землевпорядне впорядкування.

ВСТУП

Всім відомо, що відповідно до чинної Конституції України (КУ) — земля та її природні ресурси (стисло «земля») є природними об'єктами абсолютного права власності Українського народу — всіх громадян України (ч. 1 ст. 13) та — основним національним багатством, що де-юре перебуває під особливою охороною держави (ч. 1 ст. 14) [1].

Надважливо також усвідомлювати сутність конституційно правового алгоритму землеріснокористування, який однозначно декларує те, що «Кожний громадя-

нин має право користуватися природними об'єктами права власності народу відповідно до закону» (ч. 2 ст. 13 КУ), якого (закону), на жаль, поки що немає дотепер... Тут ключовий імператив — лише «користуватися», а не «володіти» і не «розпоряджатися»... Водночас громадянами, юридичними особами та державою набувається і реалізується право власності на земельні ділянки (землю) як на об'єкти цивільних прав (ч. 2 ст. 14 КУ) для здійснення законного землекористування (господарювання) — відповідними природними об'єктами загальнонаціональної власності, що знаходяться в їхніх межах.

Однак, щоб безкарно «володіти» чужими природними ресурсами як, начебто, об'єктами приватної власності, незважаючи на те, що «Земля є власністю Українського народу та основним національним багатством», «законотворці» по-шулерськи замінили конституційну норму щодо права лише «користуватися» природними об'єктами права власності народу (ч. 2 ст. 13 КУ) — іншим неконституційним словом «поширення». Дослівно: «Право власності на земельну ділянку поширюється в її межах на поверхневий (грунтовий) шар, а також на водні об'єкти, ліси і багаторічні насадження, які на ній знаходяться, якщо інше не встановлено законом та не порушує прав інших осіб» (ст. 79 ЗКУ та ст. 373 ЦКУ).

Саме така діяльність разом із відсутністю конституційно вмотивованого закону про право користування природними об'єктами і дієвої системи національного кадастру та обліку їх «порушує права інших осіб» (всіх громадян України), створюючи олігархічні передумови безкарного та корупційного привласнення основного капіталу нації, погіршуючи його якісний стан, особливо відновлюваних природних ресурсів — в агросфері...[2].

На жаль, нині додалися — ще й зовнішня воєнна агресія «рашизму» й окупація частини території України. Руїнуються, забруднюються, засмічуються, знищуються природні ресурси як природні об'єкти права власності Українського народу — основне національне багатство, включаючи довкілля, а також ландшафти, водні джерела і цілі природні екосистеми тощо... Жахливий кризовий демографічний стан, у т. ч. через масштабну евакуацію і міграцію населення [3].

Ці антиконституційні й антигуманні дії та наслідки, що унеможливають і зцементовують антинаціональне управління й регулювання земельних відносин і природокористування, підсилює також надумана «приватна власність» на землі сільськогосподарського призначення (з 1 липня 2021 р.), які де-юре є об'єктами загальнонаціональної власності, а також «надана»

(з 1 січня 2024 р.) протиправна можливість придбати їх фізичними та юридичними особами (резиденти) в одні руки — до 10 000 га угідь...

Отже, завдаються непоправні збитки Українському народу як єдиному повноправному власнику землі та її природних ресурсів, а головне унеможливується вільний і рівноправний доступ простих працелюбних громадян, у т. ч. воїнів-переможців, — до можливого конкурентного господарювання, зокрема на землях сільськогосподарського призначення...

Відомо, що цивілізовані держави із найвищою загальнонаціональною відповідальністю перед Богом, власною совістю, попередніми, нинішніми та майбутніми поколіннями, вшановують, забезпечують і винагороджують своїх воїнів-захисників, особливо учасників бойових (воєнних) дій, в т. ч. шляхом безперешкодного (пільгового) наділення земельних ділянок (землі) для особистого (сімейного) використання (володіння) — за відповідним господарським призначенням (житлового і дачного будівництва, підприємництва, ведення особистого селянського і фермерського сільського, лісового, рибного та іншого господарства)...

На превеликий жаль, ці та інші питання (проблеми), що для нас є наразі надважливими, — органи державної влади і місцевого самоврядування — не розв'язують і, навіть, не пропонують шляхи — з їх розв'язку...

Осмилюючи, одержані нами в першому півріччі 2023 р., результати аналізу та синтезу нормативно-правових, екологічних і економічних аспектів основних методичних засад (методів і способів) як науково-практичних передумов природокористування в Україні, особливо аграрній сфері, що узгоджуються із здобутими в 2022 р. теоретичними знаннями, які ґрунтуються на чинних земельних нормах Конституції України [4; 5] і проявляють механізмами для виправлення антиконституційного стану на правовій основі. Беручи до уваги наявні негативні наслідки, спричинені також війною, та можливі шляхи їх ліквідації, виникає потреба узагальнити наявні

напрацювання і розкрити методологію як систему дієвих кроків (заходів) здійснення землеприродокористування, що є конституційно вмотивованими та комплексно враховують вимоги подальшого розвитку України під час воєнного і післявоєнного стану, зокрема в аграрному секторі та в сільській місцевості.

Мета роботи — здійснити осмислене узагальнення конституційно вмотивованого алгоритму методологічних аспектів землеприродокористування як методів і механізмів, що узгоджуються із законами живої і неживої природи та суспільства, враховуючи вимоги існуючого воєнного і післявоєнного стану в Україні, особливо в агросфері.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Методологічні чинники здійснення землеприродокористування в Україні як аспекти суб'єктності і об'єктності права власності й господарювання знаходяться в полі наукових досліджень, — як економістів, — так і юристів...

У нинішніх умовах енергетичних викликів людства і організації суспільних відносин та пов'язаних із ними екологічних й економічних проблем, триває пошук нових напрямів економічної науки, які б могли краще пояснити природу змін, що відбуваються в суспільстві. Адже криза економічної теорії має неправові корені й наочно проявляється в реальній господарській практиці та віддзеркалюється фактичними втратами в добробуті людей...

Існуючий стан підтверджує нерозривність економічного буття людини від навколишнього природного середовища та законів його розвитку. У цьому зв'язку доречним нагадати твердження основоположника фізіократизму Франсуа Кене, який розглядав суспільство як частку світобудови, підпорядковану законам природи [6].

До того ж, новий погляд методології на засади і принципи раціонального природокористування через нові механізми, особливо через взаємозв'язки і взаємо-

впливи людини та енергетичних процесів у живих екосистемах на землі, повинен базуватися на законах живої і неживої природи та суспільства [7], що, за нашими обґрунтуваннями і висновками, — має цілковито узгоджуватися також із чинними, особливо земельними, нормами Основного Закону України.

На такі самі загальні потреби вказував відомий вчений В.Л. Мунтян [8].

Обґрунтовуючи, вже на сучасному етапі, потребу — в розробці та впровадженні в законодавство України нової юридичної моделі земельного ладу в Україні відповідно до Конституції України, В.В. Носік наголошує на тому, що *«Восьмирічна російсько-українська війна породжує нові виклики для Українського народу як власника землі і для держави як конституційного суб'єкта з охорони землі та її природних ресурсів, оборони і захисту національного суверенітету у межах її території. Ці виклики пов'язані з пошуком відповідей на питання, які у довоєнний період розбудови української державності у правовій доктрині, законотворчості і законотворенні, у суспільній і професійній свідомості та правосвідомості сприймалися як філософські, науково-теоретичні, абстрактні, політичні, декларативні поняття, які, на думку багатьох вчених-юристів, економістів, практиків, політиків, не мають практичного значення, а відтак не знаходили свого законодавчого вираження і практичного застосування»* [9].

Удосконаленню державного управління розвитком аграрного сектору економіки та сільських територій України присвячено багато праць вчених економістів-аграрників, зокрема Я.М. Гадзало і Ю.Я. Лузан науково доводять необхідність термінового прийняття законодавчого акта про державну аграрну політику та пришвидшення повноцінного відновлення діяльності Міністерства аграрної політики та продовольства України з принципово оновленими функціями й повноваженнями, яке разом із місцевими органами державного управління має бути відповідальним за реалізацію політики держави в аграрній сфері [10].

Обґрунтовуються й різні шляхи економіко-фінансового супроводу реформ. Наприклад, О.М. Бородіна із колегами пропонують створити Фонд розвитку сільських територій як фінансовий інструмент держави у переведенні сільського господарства і сільських територій на засади сталого розвитку [11].

Запропоновано також різноманітні шляхи післявоєнного покращання демографічної ситуації в Україні [12] та багато іншого.

Ми навели лише незначну частину напрямів наукових досліджень, оскільки впевнені, що в Україні є й інші вчені та педагоги в галузі економіки й права, котрі намагаються добросовісно додати свій фаховий внесок у розбудову незалежної та суверенної держави Україна, проте жодна з них не базується на декларованих засадах, особливо «конституційного земельного прагматизму»...

Нагомість, наші дослідження, що теоретично й методологічно ґрунтуються на багатогранному і водночас комплексному баченні мають чітко окреслений конституційно вмотивований характер. Зокрема вважається, що повноцінна реалізація методологічних засад, функціональна сутність яких базується на законах природи та суспільства, особливо конституційної формули: *«Держава забезпечує захист прав усіх суб'єктів права власності і господарювання, соціальну спрямованість економіки»* (ч. 4. ст. 13 КУ) [1] підсилить прогнозований економічний, екологічний і соціальний ефекти розвитку держави на користь всіх громадян України, в т. ч. в сільській місцевості, завдяки застосуванню особливих механізмів (методів) — правового алгоритму формування сталих землекористувань як цілісних господарських одиниць, зокрема на землях сільськогосподарського призначення [13].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

З моменту прийняття Декларації про державний суверенітет України (1990), особливо — з часу ухвалення Конституції

України (1996), вимагалось першочергово: провести делімітацію і демаркацію кордону; поіменно реєстрацію всіх громадян України — як засновників держави і як співвласників землі та її природних ресурсів (природних об'єктів — основного національного багатства); здійснити облік і взяти на повноцінний баланс власника (громадян України) природні об'єкти (ресурси) всіх категорій, забезпечуючи роботу повноцінно функціонуючого Національного кадастру їх (природних ресурсів як природних об'єктів), у т. ч. Державного кадастру ґрунтів в агроландшафтах України (Державний кадастр агросфери України); моніторингу і контролю... Для цього мала бути створена відповідна позавідомча Національна земельна установа України як загальнонаціональний інститут («Національна земельна комора України» чи «Національний земельний банк України» або «Національний банк основного національного багатства України» чи «Український національний земельний банк даних»), на кшталт Національного банку України. Водночас мала функціонувати багатогранна позавідомча Національна геоінформаційна система (в оцифрованому геопросторі України — Національної земельної комори України), в основі якої повинні були б функціонувати (в автоматичному режимі) кадастрові (з фіксацією природних об'єктів і їхніх економіко-правових, екологічних, функціонально-господарських та інших властивостей), реєстраційні (земельних ділянок — меж простору і пов'язаних із ними (ділянками) об'єктів нерухомості (будівлі, споруди) як об'єктів цивільних прав і обов'язків, а також інші загальнонаціональні системи [4].

Адже, центральним аспектом конституційної сутності права власності «на землю» є розмежування такого права на два різні «об'єкти» і «суб'єкти» — також за функціональною чинністю, незалежно від категорії землі, а саме:

- на землю (надра, ґрунти, водні та інші природні ресурси) як на природні об'єкти права власності Українського народу (ч. 1 ст. 13 КУ) — основне національне

багатство, яке перебуває під особливою охороною держави (ч. 1 ст. 14 КУ), що є основним природним (земельним) капіталом нації — всіх громадян (загальнонаціонального суб'єкта власності), і не може бути предметом купівлі-продажу та не підлягає відчуженню будь-ким, на користь будь-кого і в будь-який спосіб, а лише предметом «користування»;

- на земельні ділянки (межі замкнутого геопростору) чи межі конкретних родовищ (їхніх частин), які визначені в процесі набуття і реалізації права власності на них (тимчасового чи довготермінового користування конкретними межами) громадянами, юридичними особами, або державою (ч. 2 ст. 14 КУ) як на об'єкти цивільних прав власності, в межах яких набувається право користування природними об'єктами права власності Українського народу відповідно до закону, — що й є земельним капіталом їхніх власників і, навпаки, можуть бути предметом купівлі-продажу, оренди, застави тощо.

До того ж, нами доведено, що вартісна величина природного об'єкта не може бути меншою від вартісної величини (оцінки, ціни) на земельну ділянку, в межах (просторі) якої знаходиться відповідний природний об'єкт.

Для законного здійснення «користування» (ч. 2 ст. 13 КУ) конкретним(и) природним(и) об'єктом(ами) (ресурсом(ами)), що розташований(ні) в межах конкретного геопростору, «набувається і реалізується» (ч. 2 ст. 14 КУ) громадянами, юридичними особами та державою право власності — лише на відповідну межу(і) (земельної ділянки чи родовища — його частини) як на описаний геопростір, що є об'єктом цивільних прав, котрий може змінювати (купуватися і продаватися) свого власника — відповідного суб'єкта (громадян України) господарювання (користування).

На такій базі необхідно було синхронно законодавчо і на практиці також визнати статус кожного громадянина України (розам — Український народ), що є живим і має лише єдине громадянство (вимога

ст. 4 КУ), — «співзасновником» держави «Україна» як «республіки» (вимога ст. 5 КУ) і повноправним «співвласником» землі та її природних ресурсів — основного національного багатства (перші частини ст. 13 і 14 КУ) [4].

На превеликий жаль, такого фундаментального комплексу економіко-правових потреб як основи конституційно вмотивованих прав українців з моменту прийняття Конституції України (1996) не реалізовано — дотепер...

Через відсутність справжньої земельної реформи, особливо в агросфері, яка була підмінена трансформацією колгоспно-радгоспних земельних відносин на основі колективної форми власності на землю маємо існуючий стан прогресивного домінування (довоєнне, під час війни, і напевно після війни) на теренах України інтересів трансконтинентального монопольного олігархічного агробізнесу — над натуральними (селянськими) господарствами, який зумовив експортну гонитву як сировинну експансію в рослинництві декількох зернових й олійних культур, включаючи кукурудзу, соняшник (олію), сою, ріпак, а також, зважаючи на конституційно проголошений «європейський» курс розвитку України (в Європі переважають сімейні фермерські господарства)...

Таке непрогнозоване безглуздя перетворило переважну більшість селян-пайовиків на віртуальних орендодавців. Замість селянських чи фермерських господарств, на зразок європейських, з'явилися непередбачувані й непрогнозовані великі за розміром бізнес-структури на орендній основі, зокрема агрохолдинги, які вільно експлуатують ґрунти (природні ресурси), здійснюючи корпоративні торги, в т. ч. земельними активами [14].

Як наслідок, через безпощадну експлуатацію унікальних українських чорноземів, в погоні за наживою, виснажуються і піддаються ерозії ґрунти, безповоротно знижується їхня природна родючість та руйнується водорегуляторна здатність, забруднюється і деградує довкілля, зовсім зникають природні ландшафти разом із

рідкісною рослинністю, водними джерелами, звірями, птахами й комахами. Практично неможливо знайти в більшості оброблюваних ґрунтах, де інтенсивно застосовуються неорганічні (хімічні) засоби підживлення і захисту рослин, — не те щоб дощового черв'яка, але й зникає та прискорено деградує жива корисна мікробіота (бактерії, віруси, мікроскопічні гриби та інші мікроорганізми) — фундаментальна ланка ґрунтоутворення і колообігу речовин у природі.

Найжахливішим результатом, як беззаперечним свідком відсутності справжньої реформи в Україні, — стали новітні «краєвиди», де серед кукурудзяно-соняшникових та інших промислових монокультурних плантацій, дедалі рясніше бовваніють мертві помешкання селян, зруйновані залишки «реформованих» колгоспних садіб, сумують занедбані людські цвинтарі, недоглянуті криниці — колиска цілющої питної води, прадавні утоптані шляхи... Нищівного впливу на прилеглі території завдають величезні комплекси з промислового вирощування свиней і птиці. Руйнуються скіфські кургани, правікові могили — зникає історична і генетична українська пам'ять.

До наявних проблем тепер додалися — ще й зовнішня воєнна агресія «рашизму» й окупація Російською Федерацією — Криму й частини території Сходу і Півдня України. Внаслідок смертоносної війни проти України відбулася (продовжує відбуватися), жахлива руїна життєдіяльності всіх громадян України, їхнього життєвого фізичного й матеріального простору, будівель, споруд, інфраструктури та іншого майна, знищуються (руйнуються, забруднюються, зникають...) природні ресурси як природні об'єкти права власності Українського народу — основне національне багатство, включаючи довкілля, а також ландшафти, водні джерела і цілі природні екосистеми тощо.

Отже, завдаються непоправні збитки Українському народу як єдиному повноправному власнику землі та її природних ресурсів.

Нами доведено, що безболісний вихід із такого існуючого стану, можливий за умов звершення земельної реформи (нова парадигма) [15] на основі законів живої і живої природи та суспільства, які узгоджуються з вимогами (імперативами) чинних земельних норм Конституції України.

До того ж, нами обґрунтовано (вперше) те, що ключову роль у нашому «звершенні» відіграватимуть сформовані когнітивні земельно-економічні (КЗЕ) закони [16], які спрямовуватимуть реальні механізми неухильного дотримання конституційних прав громадян України на гідне життя, розвиваючи здорове й демократичне громадянське суспільство, в якому системно формуються збалансовані державний, місцеві й, головне, — сімейні бюджети. Для цього, вимагається першочергово й невідкладно імплементувати конституційні права власності Українського народу на землю та її природні ресурси як абсолютне право на «природні об'єкти», здійснюючи повноцінну інституалізацію чинних земельних норм Основного Закону України у системному взаємозв'язку з його іншими нормами (ст. 1, 2, 3, 4, 5, 13, 14, 41 КУ).

У такому правовому ключі раціональне природокористування, пов'язано з людською життєдіяльністю в різних сферах, здійснюється лише за умов безпосереднього «користування» землею та її природними ресурсами як природними об'єктами (ч. 2 ст. 13 КУ) на конституційно правовій основі, і яка (діяльність) спрямовується на забезпечення зростаючих потреб суспільства.

Однак, реальний стан природокористування і факти життєдіяльності в різних сферах українського економічного простору вказують на зворотне... Зовсім не прогнозуються наслідки такої «діяльності» — на далеку перспективу.

Досліджуючи сучасну українську політичну економічну та ідеологічну багатоманітність пошуку шляхів становлення України як суверенної і незалежної, демократичної, соціальної, правової держави, ми також дійшли до однозначного висновку, що «ключ» до успіху в досягненні гармонії

життєдіяльності й одержання повноцінних благ криється (лежить) саме в майстерності й правдивості розв'язання алгоритму стосовно функціональної ролі в часі й просторі «основного національного багатства України» і самої суті взаємозв'язків і взаємовпливів людини та енергетичних процесів, особливо у живих екосистемах на українській землі, які виступатимуть методологічною основою, що даватиме відповідні еколого-економічні ефекти [5].

В іншому разі, очевидним видаються деформованими і незбалансованими існуючі «ринкові відносини», передусім їхня структура, які слугують причиною того, що складова рентоузгоджувального доходу (прибутку) від природних чинників певним чином «розчиняється» у фінансових потоках. Вважається, що дефіцит національних регулюючих механізмів взаємовпливу загального і конкретного (цілого й одиничного) і, як наслідок, незбалансованість усієї національної системи економічних відносин у країні, зумовили гіпертрофований розвиток певних не виробничих кланів — посередницьких, наглядових, чи фінансових структур як напівлегальних, а також до виникнення штучної їх монополії та нелегального контролю товарних і фінансових потоків. Ця монополія використовується, в т. ч. тіншовими структурами для максимізації свого доходу шляхом диктату в сфері цінової політики і, зокрема для перерозподілу на свою користь природно-ресурсної ренти, яка де-юре належить Українському народу.

Надважливою потребою для виходу з такого стану є реальні механізми щодо здійснення природокористування з позицій національних інтересів, особливо на землях сільськогосподарського і лісогосподарського призначення, до яких мають відношення всі громадяни України як власники свого основного національного багатства і як основні споживачі продуктів, в одержанні яких головну роль відіграють чинники енергії — Сонця, ґрунту, води й повітря і сам фотосинтез, а не лише праця і приватна власність на земельні ділянки [14].

Тому, повноцінне пізнання й уявлення ролі та функцій усіх природних об'єктів в часі й просторі, враховуючи наведений спектр їхніх характеристик, з позиції конституційно декларованих прав усіх суб'єктів таких земельних відносин і природокористування в Україні — є надважливими передумовами для правового державотворення і відновлення історичної справедливості.

Саме, філософія нової парадигми звернення земельної реформи в Новій Україні має практичну цінність, оскільки побудована на пріоритетному праві як безкомпромісній довірі використання основного національного капіталу нації за цільовим функціональним призначенням, що об'єктивно оцінюватиметься і знаходитиметься на загальнонаціональному балансі власника, — лише дбайливими громадянами-господарями, які водночас є співвласниками землі та її природних ресурсів — основного національного багатства і безперешкодно ставатимуть (у процесі звернення реформи) повноправними власниками земельних ділянок, споживачами продуктів і продукції та активними членами місцевих громад, на території яких розміщуватимуться їхні ділянки (межі) [5].

Надважливим механізмом (інструментом) безболісного виправлення (усунення) припущених службових помилок і корупційних фальшувань у процесі здійснюваної так званої «земельної реформи» в Україні, — є імплементація (проявлення — де-факто) чинних конституційних земельних норм. Зокрема, потребує доконаного розмежування права двох різних об'єктів власності на «землю», а саме — на «земельну ділянку» (межу) як об'єкт цивільних прав (на що підписували договори оренди, в т. ч. агрохолдинги) і — на землю та її природні ресурси як природні об'єкти права власності Українського народу, які знаходяться в межах таких ділянок, запроваджуючи законом правовий механізм «користування», який (закон) потрібно невідкладно прийняти...

Адже, через так зване «законодавче» шулерство — шляхом підміни в Земельному

(ст. 79) [17] і Цивільному (ст. 373) [18] кодексах України чинної конституційної земельної норми «користування» (ч. 2 ст. 13 КУ) — неконституційним чинником «поширення», — до цього часу самоправно використовуються, в т. ч. агрохолдингами, — природні ресурси. Враховуючи факт такого антиконституційного трюку і керуючись чинною нормою Конституції України як нормою прямої дії, — ніхто не зобов'язаний одержувати згоду від таких «землекористувачів», коли надаватиметься, в т. ч. й воінак-переможцям, «земля» як природний об'єкт чужої власності в користування, оскільки ніхто не позбавляв націю цього конституційного права (володіння користування і розпорядження). Навпаки, у разі вчинення супротиву такої правовій дії, негайно припиняється із «суспільних мотивів» (ст. 41 КУ) право власності на набуто «межу» так званого «земельного паю» (без визначення його меж у натурі), що сформований як об'єкт власності — в надуманій антиконституційній «колективній власності на землю»...

Цей самий механізм також діятиме в процесі реалізації схвалених проєктних рішень архітектурно-будівельного і землепорядкового впорядкування в усьому геопросторі держави, формуючи збалансоване землеприродокористування — з позиції загальнонаціональних інтересів та інтересів місцевих громад. Застосування такого механізму усуне будь-які перепони і заперечення також при першорядній ідентифікації й сертифікації всіх природних об'єктів (існуючі й реабілітаційні), які мають природно-заповідну, природоохоронну, оздоровчу, рекреаційну, історико-культурну та іншу цінність. Справедливо діятиме, окреслене конституційне право в процесі визначення (виведення з інтенсивного використання) всіх ділянок в агроландшафтах, тих, що підлягають залуженню, залісненню та мають ґрунтоводоохоронне значення тощо. До того ж, до всіх об'єктів встановлюються адекватні (безапеляційні) регламенти (вимоги) з подальшого їх використання й охорони (господарювання) [2].

Головну роль як чинник відповідальної фінансової підтримки в процесі формування і становлення всіх таких українських господарюючих суб'єктів (за цільовим функціональним призначенням природокористування) виконуватиме Бюджет Національної земельної установи України разом і за участю працездатних громадян, які самостійно вирішуватимуть, у який спосіб здійснювати свою комфортну життєдіяльність на відповідній території, а також бюджети місцевих громад базового рівня. Для цього функціонуватимуть прозорі чинники й механізми наповнення та видатки місцевих бюджетів, величини яких узгоджуватимуться з макроекономічними показниками держави, в т. ч. під час формування Державного бюджету України...

Водночас, оскільки істотна частина доходу від експлуатації природних ресурсів як економічного потенціалу нації на сьогодні не надходить — ні до державного, — ні до місцевих бюджетів, а інша — безсистемно «проїдається», передбачено відповідне інституціональне врегулювання (спрощення) надто складних, багатоаспектних та міжгалузевих проблем із формування та перерозподілу всіх видів можливого одержання прибутків (доходів) у процесі прозорі позакорупційної життєдіяльності громадян України — на рентоузгоджувальній основі та узгоджено із зовнішнім світом правопорядком.

До того ж, усі організаційно-правові механізми мають функціонувати не лише в усіх галузях економіки з врахуванням тенденцій розвитку природно-ресурсної і природоохоронної сфер та приватної ініціативи як інноваційної й рушійної сили зростання, але й повинні стимулюватися шляхом запровадження загальнонаціонального інструменту повноцінного вилучення непозиченої частки загальнонаціональної рентоузгоджувальної складової, яка має прозоро спрямовуватися за напрямками і за важливістю дії синергетичного ефекту, в т. ч. на зростання сімейних, місцевих та державного бюджетів.

Передбачається, що щорічне поповнення коштами бюджету Національної зе-

мельної установи України, функціональна діяльність якого в автоматичному режимі кореспондуватиметься з алгоритмом Національного банку України, — синхронно стимулюватиме зростання економіки України завдяки обіговим коштам, що знаходитимуться в оперативному управлінні. Отже, здійснення запропонованої національної регуляторної політики виконуватиме також одну із важливих функцій — поповнення сукупного національного багатства держави.

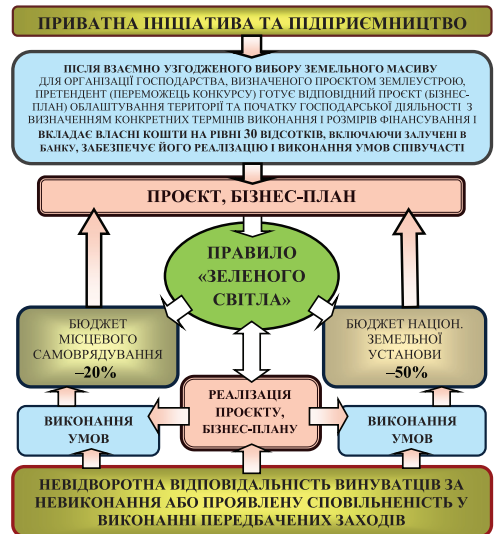
Такий системний підхід дає можливість законно й відповідально (без ручного диктату чиновників) на конкурентній основі користуватися в межах «земельної ділянки» як уособленої господарської одиниці певними природними об'єктами на платній основі за встановленими регламентами, — з метою сталого і збалансованого здійснення: рільництва, садівництва, житлового, промислового та громадського будівництва, лісівництва, транспорту, зв'язку, енергетики, гірничо-видобувної промисловості, оборони, водно-господарської, природно-заповідної, природоохоронної, оздоровчої, рекреаційної історико-культурної та іншої діяльності.

Для цього нами запропоновано й відкриті механізми з моделювання та швидкої реалізації заходів, особливо, — в частині фінансової повноцінної й гарантованої загальнонаціональної підтримки, для ініціативної української молоді з облаштування простору і умов їхньої комфортної життєдіяльності в рідному природному середовищі як нового цивілізованого й інноваційного історико-культурного власного розвитку. Вбачаємо, що така повсюдна усвідомлена заінтересованість стане справжньою рушійною силою національного становлення Нової України.

Основною умовою у реалізації ініціатив конкретних фізичних осіб як головного «рушія» під час одержання такої підтримки виступатимуть співучасті — місцевих громад і Національної земельної установи (відділень), а також невідворотна відповідальність винуватців за невиконання або проявлену сповільненість реалізації кон-

кретних заходів, передбачених проектом (бізнес-планом) облаштування території та початку господарської діяльності, термінів і розмірів фінансування, визначених відповідним проектом.

Зауважимо, що надважливим інтересом для місцевої громади буде участь у такому заході та вкладення лише п'ятої частини коштів за рахунок свого бюджету у вигляді надання кредиту молодому ініціативному члену громади, оскільки реалізації ним проекту в частині облаштування власного господарства, водночас забезпечуватиме розвиток території ради в гармонії з функціонуванням екосистеми загалом. Тому після тристороннього остаточного схвалення напрацьованих пропозицій (у термін до одного місяця з моменту прийняття їх до розгляду), претендент (переможець конкурсу) забезпечує його фінансування із розрахунку вкладання власних коштів на рівні 30% (включаючи залучені в банку), а також у триденний термін одержує дешеві довготермінові кредити від співучасників — Національної земельної установи України — 50% і місцевої громади — 20% (рис.) [15].



Логічна схема співучасті в організації сімейного господарства в сільській місцевості

Примітка: розроблено автором.

Важливо, що в системі «звершення» такої національної програми, місцеві бюджети громад базового рівня будуть повноцінно наповнюватися в результаті функціонування і розвитку підприємництва (в межах і за межами населених пунктів) та будуть еквівалентними за їхньої активності й ініціативності, а також за рахунок надходжень від податку на об'єкти нерухомості (90%), в т. ч. на всі земельні ділянки (межі), вартість яких постійно зростатиме.

Для звершення земельної реформи в Україні передбачається розроблення і прийняття відповідних національної програми та законів. Основним рушієм з їх реалізації має бути, як окреслено нами вище, — фінансове супроводження, детальні механізми якого будуть передбачені спеціальними методологічними засадами нової парадигми звершення земельної реформи в Україні.

За результатами наших прогнозних досліджень, передбачається в Україні організувати понад 250 тис. (бажано понад 500 тис.) нових приватних сімейних фермерських та селянських господарств (родові, сімейні маєтки), створюваних молодими сім'ями (пріоритетне право надається — учасниками бойових дій (воїнів-переможців) і їхніми родинами), переважно, без найманих працівників, загальною площею майже 10 млн га малих масивів орних земель та інших (4–5 млн га) прилеглих угідь.

Водночас, близько 10 млн га високоцінних і високотоварних великих масивів ріллі можуть використовувати різноманітні господарства (переважно з найманими працівниками), — лише способами, що узгоджуються з вимогами загальнонаціонального інтересу та інтересів місцевих територіальних громад, де розташовані орендовані земельні ділянки...

Наведені лише окремі аспекти бажаного врегулювання земельних відносин і природокористування в Україні, вказують на необхідність введення існуючого землекористування в чинне конституційне поле, і адекватну законодавчу базу.

Головне, що такий процес має носити радикально-примусовий характер і ґрун-

туватися на відповідних організаційно-правових і економічно-вмотивованих принципах, підкріплених вдосконалим законодавством, і плануватись не менше ніж на 25 років [19].

ВИСНОВКИ

Осмілене узагальнення конституційно вмотивованого алгоритму методологічних аспектів землеприродокористування як методів і механізмів, із врахуванням вимоги існуючого воєнного і післявоєнного стану в Україні, особливо в агросфері, підтвердило дієвість повноцінної імплементації (проявлення) чинних конституційних земельних норм як норм прямої дії, що пропонувано і безболісно сприяти усунення (виправлення) припущених помилок у процесі здійснюваної так званої «земельної реформи» в Україні.

Керуючись нормами Конституції України як нормами прямої дії і, забезпечуючи суспільні інтереси, вимагається вилучати із «суспільних мотивів» (ст. 41 КУ) земельні ділянки в тих «землекористувачів», які не бажатимуть здійснювати конституційно вмотивоване природокористування, особливо стосовно «набутих прав» власності в антиконституційний спосіб на земельну ділянку (межу), в т. ч. на так званій «земельний пай» (без визначення його меж в натурі), що сформований — в надуманій «колективній власності на землю».

Такий самий механізм як чинник справедливості має застосовуватися для реалізації схвалених проектних рішень архітектурно-будівельного і землевпорядкування усього геопростору держави, формуючи збалансоване землеприродокористування — з позиції загальнонаціональних інтересів та інтересів місцевих громад. Передбачено, що застосування такого механізму усуне будь-які перепони і заперечення також при першорядній ідентифікації й сертифікації всіх природних об'єктів (існуючі й реабілітаційні), які мають природно-заповідну, природоохоронну, оздоровчу, рекреаційну, історико-культурну та іншу цінність. Окреслене конституційне право, справедливо діятиме, особливо, в процесі

визначення (виведення з інтенсивного використання) всіх розораних ділянок в агроландшафтах, що підлягають залуженню, залісненню та мають ґрунтоводоохоронне значення тощо. До того ж, до всіх об'єктів встановлюються адекватні (безапеляційні) регламенти (вимоги) з подальшого їх використання й охорони.

Надважлива увага за формування конституційно вмотивованого сталого землекористування як алгоритму методологічних аспектів, що узгоджуються із законами живої і неживої природи та суспільства, враховуючи вимоги існуючого воєнного і післявоєнного стану в Україні, особливо в агросфері, має приділятися новостворюваному приватним сімейним фермерським і селянським господарствам (родові, сімейні маєтки), створюваних молодими сім'ями (пріоритетне право надається — учасникам бойових дій (воїнам — переможцям) і їхнім родинам), переважно, без найманих працівників.

Головну роль відповідальної довгострокової фінансової підтримки в процесі формування і становлення всіх українських

сімейних господарюючих суб'єктів (за цільовим функціональним призначенням природокористування) виконуватиме Бюджет Національної земельної установи України разом і за участю працездатних громадян, які самостійно вирішуватимуть, — в який спосіб здійснювати свою комфортну життєдіяльність на відповідній території, а також бюджети місцевих громад базового рівня. Для цього вимагається запровадження загальнонаціонального інструменту повноцінного вилучення непозиченої частки загальнонаціональної рентоузгоджувальної складової прибутку (доходу) за використання землі та її природних ресурсів як природних об'єктів — в усіх сферах господарювання (природокористування), яка має прозоро спрямовуватися за проектними напрямками і за важливістю дії синергетичного ефекту заінтересованості всіх їхніх учасників.

Вбачаємо, що така усвідомлена заінтересованість стане справжньою рушійною силою загальнонаціонального післявоєнного становлення Нової України.

ЛІТЕРАТУРА

1. Конституція України. *Відомості Верховної Ради України*. 1996. № 30.
2. Ковалів О.І. Особливі передумови подальшого розвитку ринкових земельних відносин в агроландшафтах України. *Збалансоване природокористування*. 2019. № 2. С. 164—172. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.2.2019.184177>.
3. Як через війну скоротилось населення України та що з цим робити: розповідає експерт. URL: <https://suspipline.media/354672-ak-cerez-vijnuskorotilos-naselenna-ukraini-ta-so-z-cim-robiti-grozprovidae-ekspert/> (дата звернення: 22.09.2023).
4. Ковалів О.І. Синтез правових аспектів як методологічних засад землеприродокористування, що ґрунтуються на чинних земельних нормах Конституції України. *Збалансоване природокористування*. 2023. № 1. С. 18—27. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.1.2023.278534>.
5. Ковалів О.І. Синтез еколого-економічних аспектів як методологічних засад Конституційно вмотивованого землеприродокористування в сучасній Україні. *Агроекологічний журнал*. 2023. № 2. С. 16—28. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2023.283693>.
6. Кене Ф. Избранные экономические произведения. Москва: Соэзгиз, 1960. 551 с.
7. Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера. Москва: Айрис-пресс, 2004. 576 с.
8. Мунтян В.Л. Актуальність екологізації земельного законодавства України. *Право України*. 2012. № 7. С. 28—32.
9. Носік В. Захист права власності на землю як основне національне багатство Українського народу: виклики воєнного стану та проблеми їх подолання. *Міжнародно-правова оцінка російської воєнної агресії в Україні та захист фундаментальних прав людини*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ, 16 лип. 2022 р.). Київ, 2022. С. 79—83.
10. Гадзало Я.М., Лузан Ю.Я. Удосконалення державного управління розвитком аграрного сектору економіки та сільських територій України. *Економіка АПК*. 2020. № 11. С. 6—18. DOI: <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202011006>.
11. Бородіна О.М., Прокопа І.В., Киричук С.В., Яровий В.Д. Фонд розвитку сільських територій як фінансовий інструмент просторової справедливості в землекористуванні та сталому сільському розвитку. *Облік і фінанси*. 2020. № 3. С. 122—130. DOI: [https://doi.org/10.33146/2307-9878-2020-3\(89\)-122-130](https://doi.org/10.33146/2307-9878-2020-3(89)-122-130).
12. Як після війни можна покращити демографічну ситуацію в Україні? URL: <https://suspipline>.

media/363098-ak-pisla-vijni-mozna-pokrasiti-demograficnu-situaciju-v-ukraini-rozpovidae-zastupnik-ministra-socpolitiki/ (дата звернення: 22.09.2023).

13. Ковалів О.І. Сутність конституційної формули захисту прав усіх суб'єктів права власності і господарювання в процесі користування природними об'єктами чужої власності. *Збалансоване природокористування*. 2019. № 4. С. 87–100. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.4.2019.199082>.
14. Ковалів О.І. Особливості земельних відносин та природокористування в інтересах Українського народу. *Ефективна економіка*. 2015. № 8. URL: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=4251>.
15. Ковалів О.І. Звернення земельної реформи в Україні: нова парадигма моногр. Київ: ДІА, 2016. 416 с.
16. Ковалів О.І. «Когнітивна земельна економіка» — основний ключ до звернення земельної реформи

в Україні як нової парадигми. *Ефективна економіка*. 2021. № 6. URL: http://www.economy.nauka.com.ua/pdf/6_2021/10.pdf.

17. Земельний кодекс України № 2768-III від 25 жовтня 2001 року. *Відомості Верховної Ради України* (ВВР). 2002. № 3–4. С. 27. URL: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/2768-14>.
18. Цивільний кодекс України № 435-IV від 16 січня 2003 року. *Відомості Верховної Ради України* (ВВР). 2003. № 40–44. С. 356. URL : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/435-15/page>.
19. Ковалів О.І. Засади трансформації існуючого землеробства в інтересах українських сімейних (фермерських) господарів, в тому числі воїнів-переможців. *Інноваційні екологічнобезпечні технології рослинництва в умовах воєнного стану: матеріали II Всеукраїнського науково-практичного конференції* (м. Київ, 31 серп. 2023 р.). Київ, 2023. С. 89–93.

REFERENCES

1. Konstytucja Ukrainy [The Constitution of Ukraine]. (1996). *Vidomosti Verkhovnoi Rady — Information of the Supreme Council of Ukraine*, 30 [in Ukrainian].
2. Kovaliv, O.I. (2019). Osoblyvi peredumovy podalshohgo rozvytku rynkovykh zemelnykh vidnosyn v aghrolandshaftakh Ukrainy [Special prerequisites for further development of market land relations in agricultural landscapes of Ukraine]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannja — Balanced Nature Management*, 2, 164–172. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.2.2019.184177> [in Ukrainian].
3. Yak cherez viinu skorotylos naselennia Ukrainy ta shcho z tsym robyty: rozpovidaie ekspert [How the population of Ukraine decreased due to the war and what to do about it: the expert tells]. (2023). URL: <https://suspiine.media/354672-ak-cerez-vijnu-skorotylos-naselennia-ukraini-ta-so-z-cim-robiti-rozpovidaieekspert/> [in Ukrainian].
4. Kovaliv, O.I. (2023). Syntez pravovykh aspektiv jak metodologichnykh zasad zemle-pryrodo-korystuvannja, shho gruntujutsja na chynnykh zemelnykh normakh Konstytuciji Ukrainy [Synthesis of legal aspects as methodological foundations of land-nature-use, based on the current land norms of the Constitution of Ukraine]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannja — Balanced Nature Management*, 1, 18–27. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.1.2023.278534> [in Ukrainian].
5. Kovaliv, O.I. (2023). Syntez ekologho-ekonomichnykh aspektiv jak metodologichnykh zasad Konstytucijno vmotyvovanogho zemle-pryrodo-korystuvannja v suchasnij Ukraini [Synthesis of legal aspects as methodological foundations of land-nature-use, based on the current land norms of the Constitution of Ukraine]. *Aghroekologichnyj zhurnal — Agroecological journal*, 2, 16–28. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2023.283693> [in Ukrainian].
6. Kene, F. (1960). *Yzbrannye ekonomycheskye proyvedenyja [Selected economic writings]*. Moscow [in Russian].
7. Vernadskij, V.Y. (2004). *Byosfera u noosfera [Biosphere and noosphere]*. Moscow [in Russian].
8. Muntjan, V.L. (2012). Aktualnistj ekolohizacij zemelnogho zakonodavstva Ukrainy [The relevance of greening the land legislation of Ukraine]. *Pravo Ukrainy — Law of Ukraine*, 7, 28–32 [in Ukrainian].
9. Nosik, V. (2022). Zakhyst prava vlasnosti na zemlju jak osnovne nacionaljne baghatstvo Ukrajinsjkogho narodu: vyklyky vojennoho stanu ta problemy jikh podolannja [Protection of land ownership as the main national wealth of the Ukrainian people: challenges of martial law and problems of overcoming them]. *Mizhnarodno-pravova ocinka rosijjskoi vojennaji aghresiji v Ukraini ta zakhyst fundamentalnykh prav ljudyn: materialy mizhnarodnoji nauково-praktychnoji konferenciji [International legal assessment of Russian military aggression in Ukraine and protection of fundamental human rights: materials of the international scientific and practical conference]*. (pp. 79–83). Kyiv [in Ukrainian].
10. Hadzalo, Ya.M. & Luzan, Yu.Ya. (2020). Udoskonalennia derzhavnoho upravlinnia rozvytkom ahrarnogho sektoru ekonomiky ta silskykh terytorii Ukrainy [Improvement of state management for development of the agricultural sector of the economy and rural territories of Ukraine]. *Ekonomika APK — Ekonomiy of Ukraine*, 11, 6–18. DOI: <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202011006> [in Ukrainian].
11. Borodina, O.M., Prokopa, I.V., Kyryziuk, S.V. & Yarovy, V.D. (2020). Fond rozvytku silskykh terytorii yak finansovy instrument prostorovo spravedyvosti v zemlekorystuvanni ta stalomu silskomu rozvytku [Rural areas development fund as a financial instrument for spatial justice in land use and sustainable rural development]. *Oblik i finansy — Accounting and Finance*, 3, 122–130. DOI: [https://doi.org/10.33146/2307-9878-2020-3\(89\)-122-130](https://doi.org/10.33146/2307-9878-2020-3(89)-122-130) [in Ukrainian].
12. Yak pislia viiny mozna pokrashchyty demografichnu situatsiu v Ukraini? [How can the demographic situation in Ukraine be improved after the war?]. (2023). URL: <https://suspiine.media/363098-ak->

- pislavijni-mozna-pokrasiti-demograficnu-situaciu-v-ukraini-rozpovidae-zastupnik-ministra-socpolitiki/ [in Ukrainian].
13. Kovaliv, O.I. (2019). Sutnist konstytutsiynoyi formuly zakhystu prav usikh sub'yektiv prava vlasnosti i hospodaryuvannya v protsesi korystuvannya pryrodnyimi ob'yektnymi chuzhoyi vlasnosti [The essence of the constitutional formula for the protection of the rights of all subjects of property rights and management in the process of using natural objects of another's property]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannja — Balanced Nature Management*, 4, 87–100. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.4.2019.199082> [in Ukrainian].
 14. Kovaliv, O.I. (2015). Osoblyvosti zemelnykh vidnosyn ta pryrodokorystuvannja v interesakh Ukrajinjskogho narodu [Features of land relations and environmental management in the interests of the Ukrainian people]. *Efektivna ekonomika — Efficient economy*, 8. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=4251> [in Ukrainian].
 15. Kovaliv, O. (2016). *Zvershennia zemel'noi reform v Ukraini: nova paradyhma [Accomplishment of land reform in Ukraine: a new paradigm]*. Kyiv: DIA [in Ukrainian].
 16. Kovaliv, O.I. (2021). «Kognityvna zemelna ekonomika» — osnovnyj kljuch do zvershennja zemel'noji reformy v Ukraini jak novoji paradyghmy [«Cognitive land economy» — the main key to the accomplishment of land reform in Ukraine as a new paradigm]. *Efektivna ekonomika — Efficient economy*, 6. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/6_2021/10.pdf [in Ukrainian].
 17. Zemel'nyy kodeks Ukrainy vid 25.10.2001. No 2768-III [Land Code of Ukraine from October 25th, 2001]. (2002). *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy — Information from the Verkhovna Rada of Ukraine*, 3–4, 27. URL: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/2768-14> [in Ukrainian].
 18. Tsyvilnyy kodeks Ukrainy vid 16.01.2003. No 435-IV [Civil Code of Ukraine from January 16th, 2003]. (2003). *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy — Information from the Verkhovna Rada of Ukraine*, 40–44, 356. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/435-15/page> [in Ukrainian].
 19. Kovaliv, O.I. (2023). Zasady transformacii isnujuchogho zemlerobstva v interesakh ukrajinsjkykh simejnykh (fermersjkykh) ghospodariv, v tomu chysli vojinv — peremozhcv [Principles of transformation of existing agriculture in the interests of Ukrainian family (farmers) owners, including warriors — winners]. *Innovacijni ekologhobezpechni tekhnologhiji rosljnyctva v umovakh vojennogho stanu: materialy II Vseukrajins'koyi naukovo-praktychnoyi konferencii [Innovative ecologically safe technologies of crop production in the conditions of martial law: materials of the II All-Ukrainian scientific and practical conference]*. (pp. 89–93). Kyiv [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 20.09.2023

БІОТА БІОСФЕРНОГО ЗАПОВІДНИКА «АСКАНІЯ-НОВА» імені Ф.Е. ФАЛЬЦ-ФЕЙНА НААН

В.В. Шаповал, І.К. Поліщук, Т.В. Старовойтова

*Біосферний заповідник «Асканія-Нова» імені Ф.Е. Фальц-Фейна НААН
(сmt Асканія-Нова, Каховський р-н, Херсонська обл., Україна)
e-mail: shapoval_botany@ukr.net; ORCID: 0000-0003-0443-663X
e-mail: polishchukigor7ascania@gmail.com; ORCID: 0000-0003-3328-2609
e-mail: starovoitovatetana@gmail.com; ORCID: 0000-0003-4243-1311*

У статті наведено загальний огляд біоти Біосферного заповідника «Асканія-Нова» імені Ф.Е. Фальц-Фейна НААН на основі існуючих зведень та актуалізації окремих інвентаризаційних даних. Подано інформацію щодо площі, функціонального зонування та фізико-географічної приуроченості території. Відзначено самобутню, історично визначену інфраструктуру асканійського заповідного комплексу, що істотно відрізняється серед об'єктів природно-заповідного фонду України за рахунок поєднання природних екосистем цілинного типчаково-ковилового степу з насадженнями дендрологічного парку на зрошенні та зоопарку з напіввільним утриманням диких копитних. Наголошено, що подібне сполучення природоохоронних функцій та неоднорідність природно-територіального комплексу визначають високий рівень біорізноманіття, в т. ч. його раритетної компоненти. Отже, означена гетерогенність території заповідника, а також сукцесії природних екосистем, інвазії й супутні наслідки інтродукції вимагають періодичних реінвентаризацій, критичних ревізій, узгоджень і систематизації загальних флористичних та фауністичних зведень території, окремих видових списків у розрізі функціональних зон, уточнень соціологічного статусу видів. Існуючі матеріали щодо різноманіття біоти та переліку рідкісних видів флори і фауни території Біосферного заповідника «Асканія-Нова» зведено в єдиний, цілісний список, що унаочнює повний видовий склад природних і штучних екосистем різних функціональних зон, доводить фактологічну насиченість поточної редакції загального конспекту біоти, забезпечує необхідну кадастрову інформацію й методологічне підґрунтя для оцінки завданих збитків довкіллю внаслідок збройної агресії та окупації території. Наразі біорізноманіття Біосферного заповідника «Асканія-Нова», включно з дендрологічним парком загальнодержавного значення та зоопарком, налічує 2570 видів фітобіоти (сушинні рослини — 1762, мохоподібні — 54, водорості — 285, гриби — 330, лишайники і ліхенофільні гриби — 139) та 2292 види зообіоти (безхребетні — 1945, хребетні — 347). У складі біоти 167 видів флори й 307 видів фауни мають охоронний статус національного, регіонального та міжнародного рангу.

Ключові слова: біота, флористичні та фауністичні зведення, реінвентаризація, кадастр, збереження біорізноманіття, рідкісні види.

ВСТУП

Біосферний заповідник «Асканія-Нова» імені Ф.Е. Фальц-Фейна НААН (далі БЗ) має самобутню, історично визначену інфраструктуру та виокремлюється серед об'єктів природно-заповідного фонду України через поєднання природних екосистем цілинного степу зі штучними екосистемами дендрологічного парку на зрошенні та зоопарку з напіввільним утриманням диких копитних. Таке сполучення природоохоронних функцій та неоднорідність

природно-територіального комплексу визначають високий рівень біорізноманіття, в т. ч. його раритетної компоненти.

БЗ розташований у причорноморському регіоні України на території об'єднаної територіальної громади Асканія-Нова селищної ради Каховського р-ну Херсонської обл. За фізико-географічним районуванням України територія БЗ належить до Асканійсько-Подільського району Присівасько-Приазовської низовинної області Причорноморсько-Приазовського краю Південнестепової (сухостепової) підзони

Степової зони. У системі геоботанічного поділу України територію репрезентує Дніпровсько-Азовський округ злакових і полиново-злакових степів та подових лук. Відповідно до зоогеографічного районування територія БЗ належить до Палеарктичної області, Аридної Середземно-Центральноазійської підобласті, Степової провінції, Понтіїського округу, Азово-Чорноморського району, Азово-Чорноморської ділянки річкових долин і морського узбережжя [1–3].

Фауністичний комплекс асканійського заповідного степу (природного ядра БЗ) наразі є одним з найбільш репрезентативних у регіоні. За межами заповідної зони тваринне населення представлено типовими для сучасного антропогенного ландшафту південної частини України комплексами. Загальна площа БЗ становить 33307,0 га, у т. ч. заповідна зона 11054 га, буферна зона 6909 га та зона антропогенних ландшафтів (транзитна) 15344 га. У буферній зоні розміщені дендрологічний парк загальнодержавного значення «Асканія-Нова» площею 167,3 га та зоопарк «Асканія-Нова» площею 75,58 га. БЗ надано у постійне користування три земельні ділянки сумарною площею 11298,8 га. Землі інших землекористувачів та землевласників, що ввійшли до складу БЗ без вилучення, займають 22008,2 га. Отже, більшу частину зон буферної і транзитної репрезентують сільськогосподарські угіддя [2].

Різноманітність біотопів заповідника, сукцесійні зміни природних екосистем, інвазійні процеси й супутні наслідки інтродукції вимагають періодичних реінвентаризацій, критичних ревізій, уточнень та осучаснення загальних флористичних і фауністичних зведень території [3–6 та ін.], окремих видових списків у розрізі функціональних зон, а також верифікації списку рідкісних, вразливих видів та узгоджень їх поточного соціологічного статусу (регіонального, національного й міжнародного).

Метою цієї роботи стало звізнення й актуалізація даних щодо різноманіття біоти та переліку рідкісних видів флори і фауни території БЗ на базі єдиного списку, що

унаочнює загальну картину та виключає «дублі» (види, що зустрічаються у різних функціональних зонах, природних і штучних екосистемах, тому паралельно подаються у різних списках). Незважаючи на беззаперечну гетерогенність території БЗ та практичну необхідність окремих флористичних і фауністичних зведень, списків чи каталогів по різних функціональних зонах, біотопах та інфраструктурних об'єктах БЗ, існує потреба тотального таксономічного зведення й загальної кількісної характеристики біоти БЗ та її соціологічного складника до офіційної бази даних і кадастру установи природно-заповідного фонду.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Останнє узагальнювальне зведення з різноманіття біоти БЗ опубліковано у 1996 р. [4]. На сьогодні найбільш детальну інформацію щодо видового складу флори й фауни БЗ подано у Картці первинного обліку територій та об'єктів природно-заповідного фонду за 2006 р. [3] і Проекті організації території БЗ та охорони його природних комплексів від 2022 р. [2]. Останній документ враховує результати реінвентаризацій флори та фауни БЗ, оприлюднені у спеціальних конспектах [5; 6] і низці інших праць. Однак, за результатами поточних досліджень упорядковано актуальний цілісний список біоти БЗ та здійснено низку уточнень, доповнень, номенклатурних і редакційних змін до окремих таксономічних та охоронних чеклістів.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Актуальний конспект флори судинних рослин природного ядра БЗ складено за матеріалами узагальнень і ревізії флористичних зведень ХІХ–ХХ ст., оригінальних реінвентаризаційних обстежень та опрацювання гербарних колекцій. Збір матеріалу у ході реінвентаризації флори судинних рослин асканійського степу виконано традиційними експедиційно-маршрутними методами. Отримані результати узгоджено з даними класичних «флор», матеріалами

гербарного фонду БЗ (ASCN) та інших колекцій [6]. Номенклатуру дотримано за чеклістом флори судинних рослин України [7] і номенклатурно-таксономічною базою International Plant Names Index (IPNI), у руслі сучасних номенклатурно-таксономічних обробок та згідно з регіональними конспектами і вузькоспеціальними роботами з критико-таксономічного аналізу й типіфікації судинних рослин. Інформацію щодо різноманіття лишайників та ліхенофільних грибів БЗ узагальнено у праці [8]. Результати здійснених інвентаризаційних розвідок та опрацювань по інших групах фітобіоти (мохоподібні, водорості, гриби) базуються на нерегулярних експедиційних обстеженнях, подекуди залишаються застарілими, фрагментарними, потребують упорядкування, критичної переоцінки й сучасної номенклатурно-таксономічної редакції [2].

Інформацію з фауни безхребетних зведено за літературними джерелами, результатами каталогізації ентомологічної колекції С.І. Медведєва та матеріалами поточних обстежень, відображених у звітах про науково-дослідну роботу за програмою «Літопис природи Біосферного заповідника «Асканія-Нова» (2010–2022 рр., т. 28–40). До того ж, для виявлення, збору та обліку комах використовувались загальноприйняті методи ентомологічних досліджень – візуальні спостереження, обліки на маршрутах та ділянках, підрахунки у зразках субстрату і на модельних рослинах тощо [9].

Видовий склад та розповсюдження земноводних визначали обліком на суходолі й оглядом нерестових водойм. Плазунів обліковували маршрутним методом та ділянковим [10]. Під час виконання аналізу орнітофауни залучені архівні матеріали, а також матеріали попередніх досліджень [2; 3; 5]. Сучасні стаціонарні спостереження здійснювались безпосередньо у загонах Великого Чапельського поду та прилеглих угіддях, а також проводились періодичні обстеження усєї території БЗ автомобільним обліковим маршрутом. З огляду на особливості освоєння життєвого простору ссавцями, використовували різні методи

реєстрації їх присутності в біогеоценозі: комахоїдних *Soricidae* та дрібних гризунів *Rodentia* – відловом пастками, виявленям їх решток у харчових залишках сов та соколоподібних, відео- і фотозйомкою; рукокрилих *Chiroptera* – візуальним спостереженням у польоті, оглядом денних схованок, фіксацією спійманих у приміщеннях або загиблих тварин, реєстрацією сигналів ультразвуковими детекторами з різними функціональними можливостями; вивіркових *Sciuridae*, оленевих *Cervidae* та хижих *Carnivora* – дистанційно на стаціонарних маршрутах, оглядом оселищ, за слідами життєдіяльності, опитуванням мисливців тощо [11–13].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Заповідна зона БЗ охоплює природні оселища, що знаходяться під загрозою зникнення і потребують охорони за Резолюцією 4 (1996) Бернської конвенції. Фоновими та найбільшими за площею є категорії E1.2 Perennial calcareous grasslands and basic steppes / Багаторічні трав'яні кальцифітні угруповання та степи та X36 Depressions (pody) of the Steppe zone / Депресії (поди) степової зони. Згідно з результатами останньої тотальної геоботанічної зйомки 1980 р. [14] степи займають 9617,0 га, або 87% площі природного ядра. Це корінні формації *Festuceta valesiacae*, *Stipeta ucrainicae*, *Stipeta capillatae*, *Koelerieteta cristatae* та ін., загальною площею 8461,0 га, а також вторинні рослинні угруповання на перелогах 1965–1968 рр. освоєння, сумарною площею 1156,0 га. Луки становлять 1326,5 га, або 12% загальної площі: корінні формації *Cariceta praecocis*, *Cariceta melanostachyae*, *Poeta angustifoliae*, *Alopecureta pratensis*, *Elytrigieteta pseudocaesia* та ін. (разом 1280,2 га) та похідні фітоценози *Bromopsideta inermis* тощо (всього 46,3 га). Болотну, водну та прибережно-водну рослинність репрезентують формації *Schenoplecteta lacustris*, *Butometeta umbellati*, *Lemmeteta minoris*, *Phragmiteta australis* та ін., приурочені до періодично затоплених та постійно обводнених місцезростань Великого Чапельського

поду (водно-болотне угіддя міжнародного значення, що охороняється за Рамсарською конвенцією). Їх сумарна площа, через гідрогенні флюктуації, істотно варіює (1–1000 га). Чагарники займають усього 4,0 га площі асканійського степу. Загалом, прудомус рослинності налічує 34 корінних та 10 вторинних формацій. До II видання (2009) Зеленої книги України занесено 5 формацій рослинності асканійського степу: ковили української (*Stipeta ucrainicae*), що об'єднує 8 асоціацій, ковили волосистої (*Stipeta capillatae*), у складі 5 асоціацій, ковили Лессінга (*Stipeta lessingiana*), що охоплює 4 асоціації, мигдалю низького (*Amygdaleta nanae*), з 5-ма асоціаціями та карагани скіфської (*Caraganeta scythicae*), що репрезентує єдину асоціацію [2].

За матеріалами узагальнень, критичної ревізії оприлюднених зведень, оригінальних реінвентаризаційних обстежень та опрацювання гербарних колекцій, останній конспект флори судинних рослин природного ядра БЗ налічує 521 вид [6]. До того ж, зі складу флористичного списку вилучено 81 вид, згаданий попередниками, 25 наведено з критичним статусом, 38 зазначено уперше. З урахуванням останніх доповнень загальний обсяг флори судинних рослин асканійського степу сягає 527 видів [2]. До загального списку флори додано сім видів: *Kohlruschia prolifera* (L.) Kunth., *Papaver rhoeas* L., *Cotoneaster* *cf. racemiflorus* (Desf.) K. Koch., *Ulmus pumila* L., *Potentilla neglecta* Baumg., *Malva neglecta* Wallr. та *Scorzonera laciniata* L. Зі складу флори вилучено два види: *Dianthus pseudoarmeria* M. Bieb. та *Vicia olbiensis* Reut. ex Timb.-Lagr. Один критичний вид із категорії застарілих неконкретних вказівок, попередньо вилучений із флористичного списку (*Vicia angustifolia* Reichard), відновлено. Крім того, *Spiraea hypericifolia* L. перевизначено як її гібрид із *S. crenata* L. (*S. × multiflora* Zabel).

За літературними даними інтродукована флора дендрологічного парку «Асканія-Нова» репрезентує 1163 види покритонасінних та голонасінних рослин (651 форму і сорт) [15]. Окрім того, раніше досліджена

спонтанна флора дендропарку включає 484 види судинних рослин [16]. Фактично, зведений список флори дендропарку об'єднує 1559 видів (спонтанна та інтродукована фракції). Нарешті, загальний список флори судинних рослин БЗ налічує 1762 види (табл. 1).

Таблиця 1. Кількісні показники різноманіття фітобіоти БЗ

Систематична група	Дослідні біотопи		Разом
	степ	дендропарк	
Судинні рослини	527	1559 (1163/484)*	1762
Мохоподібні	23		54
Водорості			285
Гриби			330
Лишайники та ліхенофільні гриби	39	126	139
Разом			2570

Примітка: * – інтродукована / спонтанна фракції флори дендрологічного парку.

На території БЗ (цілинний степ та суміжні біотопи) зареєстровано 54 види мохоподібних [17], 139 видів лишайників та ліхенофільних грибів [8 та ін.], 285 видів нижчих водоростей і 330 видів грибів [18]. Отже, загальний обсяг фітобіоти (включно з міко- та ліхенобіотою) БЗ наразі сягає 2570 видів (див. табл. 1).

Сучасний обсяг созологічного елементу флори судинних рослин асканійського степу становить 42 види (8,0% загального об'єму флори). Структура цього переліку така: до Червоної книги України (2021) занесено 19 видів (45,2% загального складу), в т. ч. чотири зникаючих та сім вразливих; до Червоного списку Херсонської обл. (2013) – 22 (52,4%), зокрема два по факту зникаючі та два вразливі; Резолюція 6 (1998) Бернської конвенції налічує один благополучний вид (2,4%); список МСОП (2022) – усього два види (4,8%) зі статусом «вразливий» (VU) та «близький до загрозованих категорій» (NT), по решті – «недостатньо даних» (DD) або «низький рівень занепокоєння» (LC); Європейський Червоний

список [19] — два види (4,8%) з належно високим охоронним статусом (NT).

Варто відмітити, що у складі природної флори БЗ зустрічаються еуендеміки (в абсолютній більшості з національним або регіональним охоронним статусом). У дійсності їх частка незначна — близько 1,3%; за окремими винятками, це таксономічно критичні види, що можуть розглядатись у ранзі окремих еколого-географічних рас: *Achillea micranthoides* Klokov, *Allium scythicum* Zoz, *Astragalus reduncus* Pall., *Gagea novoascanica* Klokov, *Phlomidoides scythica* (Klokov & Des.-Shost.) Czerep., *Polygonum scythicum* Klokov і *Tulipa scythica* Klokov & Zoz. Однак, саме ці види, з огляду на обмеженість ареалу, нечисленність місцезростань та специфічну еколого-ценотичну нішу найбільш вразливі до антропогенної трансформації та військових дій у регіоні.

Значний обсяг раритетного фіторізноманіття БЗ забезпечує інтродукована флора дендрологічного парку «Асканія-Нова» — усього 102 види покритонасінних та голонасінних рослин [2]. Так, до Червоної книги України (2021) занесено 64 види, в т. ч. вісім зникаючих та 27 вразливих; до Червоного списку Херсонської обл. (2013) — 11; Резолюція 6 (1998) Бернської конвенції налічує п'ять видів; список МСОП (2022) — 29 видів, зокрема три зі статусом «такий, що перебуває у критичному стані» (CR), одинадцять «у небезпечному стані» (EN), шість зі статусом «вразливий» (VU) та дев'ять «близький до загрожуванних категорій» (NT); Європейський Червоний список [19] — дванадцять видів: по три зі статусами EN та VU, шість зі статусом NT; до Додатку II (2023) Конвенції CITES включено три види. До того ж, лише дев'ять рідкісних видів, а саме: *Allium regelianum* A. Beck. ex Pjlin, *Rhaponticoides taliewii* (Kleopow) M.V. Agab. & Greuter, *Caragana scythica* (Kom.) Pojark., *Bellevalia sarmatica* (Georgi) Wogonov, *Tulipa gesneriana* L., *T. scythica*, *Stipa capillata* L., *S. lessingiana* Trin. et Rupr. та *S. ucrainica* P. Smirn. — є спільними для флори степу та дендрологічного парку, де культивуються на інтродукційних розсадниках або зростають спонтанно.

Крім того, охоронний статус у БЗ мають два види мохоподібних: *Riccia sorocarpa* Bish. і *Tortula papillosa* Wis. (Червоний список Херсонської обл. (2013)), — вісім видів лишайників: *Cetraria steppae* (Savicz) Kärnef. [= *C. aculeata* (Schreb.) Fr.], *Xanthoparmelia rysssolea* (Ach.) O. Blanco et al. (Червона книга України (2021)), *Acrocordia cavata* (Ach.) R.C. Harris, *Anaptychia ciliaris* (L.) Körb. ex A. Massal., *Chaenotheca trichialis* (Ach.) Th. Fr., *Lecania ephedrae* Elenk., *Peltigera didactyla* (With.) J.R. Laundon, *Usnea hirta* (L.) F.C. Weber ex F.H. Wigg. (Червоний список Херсонської обл. (2013)), — та 22 види грибів: *Agaricus romagnesii* Wasser, *A. tabularis* Pk., *Galeropsis desertorum* Vel., *Morchella steppicola* Zerova, *Polyporus rhizophilus* (Pat.) Sacc. et Dvor., *Xanthoparmelia convoluta* (Krempelh.) Hale (Червона книга України (2021)), *Agaricus augustus* Fr., *A. cupreobrunneus* (J. Schaeff. & Steer) Pilát, *Agrocybe pediades* (Fr.) Fayod [= *A. semiorbicularis* (Bull.) Flayod], *Cortinarius balaustinus* Fr., *C. infractus* (Pers.) Fr., *Cystoderma amianthinum* (Scop.) Fayod [= *C. rugosoreticulatum* (F. Lorinser) Wasser], *Entoloma turbidum* (Fr.) Quél., *E. lividocyanulum* (Kühner) M.M. Moser [= *Leptonia lividocyanula* (Kühner) P.D. Orton], *Lepiota brunneoincarnata* Chodat & C. Martin, *Lepista glaucocana* (Bres.) Singer, *Marasmius collinus* (Scop.) Singer, *Phallus hadriani* Vent. [= *P. imperialis* Schulzer], *Pholiota lenta* (Pers.) Singer, *Pleurotus eryngii* (DC.) Quél., *Psathyrella spadicea* (Schaeff.) Singer, *Rickenella fibula* (Bull.) Raithelh. (Червоний список Херсонської обл. (2013)). Отже, зведений список раритетної фітобіоти БЗ (степ і дендропарк) налічує 167 видів національного, регіонального та міжнародного рангу охорони (табл. 2).

За літературними даними фауна безхребетних тварин БЗ становить 1945 видів (табл. 3). Серед них за різноманіттям та біомасою домінують представники типу членистоногих (*Arthropoda*) — 1677 видів [2]. Найпростіших (*Protozoa*) зареєстровано 73 види; молосків (*Mollusca*) — 17 видів. Загалом, фауністичний комплекс безхребетних природного ядра зберігає

Таблиця 2. Кількість та розподіл видів фітобіоти БЗ з охоронним статусом

Систематична група	Охоронні списки						
	ЧКУ	ЧСХО	Eu RL	IUCN RL	БК	CITES	Разом
Судинні рослини	75 (19/64)*	32 (22/11)	13 (2/12)	31 (2/29)	5 (1/5)	3 (0/3)	135 (42/102)
Мохоподібні		2					2
Гриби	6	16					22
Лишайники	2	6					8
Разом	83	56	13	31	5	3	167

Примітки: * – природне ядро / дендрологічний парк; ЧКУ – Червона книга України (2021: Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України № 111 від 15.02.2021 (zareestrovano v Міністерстві юстиції України 23.03.2021 за № 370/35992) «Про затвердження переліків видів рослин та грибів, що заносяться до Червоної книги України (рослинний світ), та видів рослин та грибів, що виключені з Червоної книги України (рослинний світ)»), ЧСХО – Червоний список Херсонської обл. (2013: Додаток 1 до рішення XXVI сесії обласної ради VI скликання № 893 від 13.11.2013), Eu RL – Європейський Червоний список [19]; IUCN RL – Червоний список МСОП (2022); БК – Резолюція 6 (1998) Бернської конвенції; CITES – Додаток II (2023) Конвенції CITES.

різко виражені зональні ксерофільні риси, хоча за останні десятиліття зазнав певних якісних та кількісних змін, пов'язаних із господарською діяльністю.

Зокрема, спостерігається тенденція втрати позицій низки типових представників корінної фауни типчаково-ковилового степу.

На території БЗ зафіксовано перебування 347 видів хребетних тварин (див. табл. 3). Зведений список риб, земноводних, плазунів та ссавців – комахоїдних (*Erinaceiformes*, *Soriciformes*), рукокрилих (*Vespertilioniformes*), зайцеподібних (*Leporiformes*) і гризунів (*Muriformes*) – включає види, зареєстровані у 1990–2019 рр.; хижих (*Carnivora*) – у 1992–2019 рр. Разом із тим, накопичені за час існування заповідника дані щодо видового представництва хребетних (первинна документація та літературні джерела) потребують подальшого критичного перегляду.

У травні 2022 р. штучні водойми зоопарку зарибнили мальками судака звичайного *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) з метою зменшення чисельності карася, як носія низки захворювань, а влітку – мальками товстолобика білого *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes, 1844), як споживача

Таблиця 3. Видове різноманіття фауни БЗ

Систематична група	Форма (статус) перебування		Разом
	природні популяції	зоопарк (напіввільне та вольєрне утримання)	
Безхребетні	1945	–	1945
Хребетні	279	91	347
Ссавці	34	40	74
Птахи	232	50	260
Плазуни	6	–	6
Земноводні	3	–	3
Риби	4	–	4
Разом	2224	91	2292

фітопланктону, що різко погіршує кисневу забезпеченість ставків та є причиною задухи й мору риб під час «цвітіння». Загалом, різноманіття іхтіофауни цілком залежало від господарської діяльності і мало постійний характер у непересихаючих водоймах, обмежуючись заселеними видами. Із введенням у дію державної зрошувальної системи разом із дніпровською водою розподільчими каналами вглиб зони антропогенних ландшафтів проникла частина

видового складу Каховського магістрального зрошувального каналу. Це різноманіття носило сезонний характер, та й воно було втрачено з ліквідацією внутрішніх водних каналів.

Клас земноводних нині налічує три види — ропуху зелену *Bufo viridis* Laurenti, 1768, часничницю звичайну *Pelobates fuscus* Laurenti, 1768 та жабу озерну *Pelophylax ridibundus* Pallas, 1771. В 1920-х рр. серед земноводних заповідника значилися джерелянки червоночереві *Bombina bombina* Linnaeus, 1761 і жаби істівні *Rana esculenta* Linnaeus, 1758 = *Pelophylaxes culentus* Linnaeus, 1758, яких утримували у «мікрозоопарку» при зоотехнічній лабораторії. В літературних джерелах дані про існування перших суперечливі, а про других, після публікації М.І. Дергунова [20], взагалі не згадували. Обидва види не траплялись, принаймні, останні 40 років.

Видовий склад плазунів, із часу перших повідомлень про них, залишився незмінним. Безпідставно до списку хребетних Є.П. Веденьковим і Є.П. Карпачевською [21] включений полоз жовточеревий *Coluber jugularis* Linnaeus, 1758, якого ніхто з дослідників не відмічав ні в минулому, ні в сучасний період.

За весь час орнітологічних досліджень (понад 175 років) у БЗ було зафіксовано перебування 263 видів птахів [5]. Сучасний список орнітофауни включає види, які були зареєстровані на території заповідника протягом останніх 20 років і налічує 260 видів птахів, з яких 28 утримуються тільки в колекції зоопарку [2].

У списках фауни БЗ ссавці представлені 74 видами, з яких 40 видів утримуються в колекції зоопарку [2] (див. табл. 3).

Загалом, оцінка різноманіття та збереженості фауни ссавців залежна від періоду узагальнення (інвентаризації), меж заповідної території, що у 1921, 1965 та 1984 рр. набувала різних конфігурацій, а також діючих режимів землекористування. Аборигенні види *Equus gmelini* Antonius, 1912 та *Saiga tatarica* Linnaeus, 1766 знищені або зникли у дикому стані у межиріччі Дніпро—Молочна на межі XVIII—XIX ст., тому нара-

зі сайга напіввільно утримується у загонах Великого Чапельського поду, що входить до складу заповідної зони. У 1960-х рр. на території БЗ спонтанно з'явилися сарни європейські *Capreolus capreolus* (Linnaeus, 1758) та кабани дикі *Sus scrofa* Linnaeus, 1758, але без належного дотримання правил полювання з боку суміжних мисливських господарств, перший вид останні 20 років не реєструють, другий спорадично і не кожного року відмічається у буферній зоні. Частина стада оленів благородних *Cervus elaphus* Linnaeus, 1758, яка свого часу залишила загоны Великого Чапельського поду і перебувала на вільному випасі, переміщуючись за межі БЗ, зазнала майже повного знищення браконьєрами. Частину тварин із цього стада повернули до Великого Чапельського поду, де знаходиться локальне угруповання. Акліматизація вивірок звичайних *Sciurus vulgaris* Linnaeus, 1758 у паркових насадженнях не вплинула на видове різноманіття заповідної зони.

Рукокрилі отримали різноманітні схованки завдяки старінню паркових насаджень та розбудові житлових масивів і тваринницьких ферм, тому їх видове різноманіття й чисельність збільшилися. Якщо впродовж 1920–1940 рр. в Асканії-Нова нараховували сім видів [22], то в сучасний період на території заповідника зареєстровано 14 видів, 12 з яких визначені в природі, а два — завдяки ультразвуковому детектору.

Домінують серед кажанів займають нетопир білосмугий *Pipistrellus kuhlii* (Kuhl, 1817) та вечірниця дозирна *Nyctalus noctula* Schreber, 1774. Нині не реєструють масових міграції нетопира малого *Pipistrellus pipistrellus* Schreber, 1775 та вечірниця малої *Nyctalus leisleri* Kuhl, 1817.

Зазнавала змін і корінна фауна ссавців. Так, сліди перебування сліпачка звичайного *Ellobius talpinus* Pallas, 1770 на території нинішнього БЗ губляться наприкінці XIX — початку XX ст. Залишається невідомим, на якому етапі зник хом'як звичайний *Cricetus cricetus* Linnaeus, 1758 і коли з'явилася строкатка степова *Lagurus lagurus* (Pallas, 1773).

Кінець ХХ ст. – початок ХХІ ст. відзначився появою миші курганцевої *Mus spicilegus* Petenyi, 1882. Не підтвердилося існування нориці чагарникової *Pytymus subterraneus* Selys-Longchamps, 1836 та миші польової *Apodemus agrarius* Pallas, 1771, визначених І.Г. Підоплічком за кістковими рештками у погадках хижих птахів. Фантомним видом варто вважати мишака уральського *Sylvaemus uralensis* Pallas, 1811. За весь проміжок часу, охоплений зоологічними дослідженнями, до списку фауни БЗ було включено 11 видів ряду хижих (*Carnivora*). З цього списку видалено горностая *Mustela erminea* Linnaeus, 1758, як вид, що включений у результаті помилкової ідентифікації. Критичний стан місцевої популяції тхора степового *Mustela eversmannii* Lesson, 1827, очевидно, вже є незворотним. Лише спорадичні знахідки слідів життєдіяльності тварин протягом останніх п'яти років дали підставу залишити цей вид у фауністичному списку. Несподівано почала зменшуватись чисельність ховрашків малих *Spermophilus pygmaeus* Pallas, 1778 в типових для них біотопах – з 2014 р. на стаціонарах з обліку цього виду його не реєстрували, але на протипожежних обкосах вид спорадично зустрічається. Зрештою, вид зник із тери-

торії заповідника. З 2001 по 2005 рр. відбулось стрімке скорочення населення бабаків *Marmota bobac* Müller, 1776, у подальшому чисельність зменшувалась поступово, стабілізувавшись у 2012–2015 рр. на рівні двох сімейних ділянок. У 2020 р. популяція бабаків вже не існувала.

У складі сучасного фауністичного списку, созологічний статус мають 25 видів безхребетних (табл. 4): 23 види включено до Червоної книги України (2021), з яких три зі статусом «зникаючий», 11 зі статусом «рідкісний», вісім – «вразливий» та один – «неоцінений»; до Червоного списку Херсонської обл. (2013) – один вид; Резолюція 6 (1998) Бернської конвенції налічує один вид; Європейський Червоний список (2021) – два види зі статусом «вразливий» (VU) та один вид – «відомостей недостатньо» (DD).

Із шести видів плазунів списку фауни БЗ три види занесені до Червоної книги України (2021) зі статусом – «вразливий», Резолюція 6 (1998) Бернської конвенції налічує шість видів, список МСОП (2022) – усього два види зі статусом «близький до загрозованих категорій» (NT), Європейський Червоний список (2021) – два види зі статусом «вразливий» (VU) та «близь-

Таблиця 4. Список видів тварин БЗ з охоронним статусом

Систематична група	Охоронні списки					
	ЧКУ	ЧСХО	Eu RL	IUCN RL	БК	Разом
Хребетні	84	26	45	42	260	282
Ссавці	18 (18/–)*	2 (2/–)	4 (3/1)	13 (1/12)	20 (20/–)	36 (24/12)
Птахи	63 (62/9)	24 (24/1)	39 (38/6)	27 (21/8)	231 (221/31)	237 (221/17)
Плазуни	3	–	2	2	6	6
Земноводні	–	–	–	–	3	3
Риби	–	–	–	–	–	–
Безхребетні	23	1	–	3	1	25
Разом	107	27	45	45	261	307

Примітки: * – природне ядро / зоопарк (колекція); ЧКУ – Червона книга України (2021: Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України № 29 від 19.01.2021 «Про затвердження переліків видів тварин, що заносяться до Червоної книги України (тваринний світ), та видів тварин, що виключені з Червоної книги України (тваринний світ)»), ЧСХО – Червоний список Херсонської обл. (2013: Додаток 1 до рішення ХХVІ сесії обласної ради VI скликання № 893 від 13.11.2013), Eu RL – Європейський Червоний список (2021); IUCN RL – Червоний список МСОП (2022); БК – Резолюція 6 (1998) Бернської конвенції.

кий до загрожуваних категорій» (NT), до списку CITES (2023) — три види.

Созологічний елемент орнітофауни БЗ (див. *табл. 4*) об'єднує 63 види птахів, занесені до Червоної книги України (2021). Найбільша кількість видів належить до Соколоподібних (18 видів), значну частку становлять Сивкоподібні та Гусеподібні (11 та 9 видів відповідно). Загалом, 25 видів мають статус «рідкісний», 21 — «вразливий», 15 — «зникаючий» та 2 — «неоцінений». До Червоного списку Херсонської обл. (2013) включено 24 види, з яких фактично рідкісними для території БЗ є два види хижих птахів. Резолюція 6 (1998) Бернської конвенції налічує 231 вид. До списку МСОП (2022) належить один вид зі статусом «зникаючий» (EN), 14 — зі статусом «вразливий» (VU), 12 — «близький до загрожуваних категорій» (NT), по решті — «низький рівень занепокоєння» (LC). Європейський Червоний список (2021) репрезентують два види зі статусом «зникаючий» (EN), сім — з охоронним статусом «близький до загрожуваних категорій» (NT), 20 — зі статусом «вразливий» (VU), десять — «близький до загрожуваних категорій» (NT), решта — «низький рівень занепокоєння» (LC), до списку CITES (2023) — 42 види. Отже, територія БЗ характеризується значною участю рідкісних видів та відіграє значну роль у їх збереженні, насамперед під час міграцій і зимівель.

До Червоної книги України (2021) занесені 18 видів фауни ссавців БЗ (чотири види зі статусом «зникаючий», три — зі статусом «рідкісний», сім — «вразливий»,

по два — «недостатньо відомий» та «неоцінений»). До Червоного списку Херсонської обл. (2013) включено два види. Резолюція 6 (1998) Бернської конвенції налічує 20 видів. Список МСОП (2022) об'єднує два види зі статусом «вимерлий в природі» (EW), два види — «у критичній небезпеці» (CR), один — зі статусом «зникаючий» (EN), чотири — «вразливий» (VU), три — «близький до загрожуваних категорій» (NT) та один — «відомостей недостатньо» (DD). Європейський Червоний список (2021) містить один вид зі статусом «у критичній небезпеці» (CR), два види — «близький до загрожуваних категорій» (NT) та один — «відомостей недостатньо» (DD). Список CITES (2023) охоплює дев'ять видів.

ВИСНОВКИ

Отже, за результатами узагальнень, уточнень та критичної ревізії інвентаризаційних зведень біорізноманіття БЗ, включно з дендрологічним парком загальнодержавного значення та зоопарком, сучасний склад налічує 2570 видів фітобіоти та 2292 види зообіоти. Созологічну групу репрезентують 167 видів флори та 307 видів фауни, що мають національний, регіональний і міжнародний ранг охорони. Безперечно, подані матеріали потребують уточнень й актуалізації інформації з окремих систематичних груп, однак на сьогодні найбільш точно характеризують вагомий природно-ресурсний потенціал БЗ у частині загального різноманіття біоти та її охоронюваної компоненти.

ЛІТЕРАТУРА

1. Національний атлас України. НАН України, Інститут географії, Державна служба геодезії, картографії та кадастру / за ред. Л.Г. Руденко, Б.Є. Патон. Київ: ДНВП «Картографія», 2007. 435 с.
2. Проект організації території Біосферного заповідника «Асканія-Нова» імені Ф.Е. Фальц-Фейна та охорони його природних комплексів. Затверджено Наказом Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України № 194 від 11.05.2022 р. 2022. 461 с.
3. Картка первинного обліку територій та об'єктів природно-заповідного фонду країни. Херсонська область. Біосферний заповідник «Асканія-Нова» імені Ф.Е. Фальц-Фейна / уклад. І.К. Поліщук. Державний кадастр територій та об'єктів природно-заповідного фонду станом на 01.01.06 р. Київ: Логос, 2006. С. 201–243.
4. Гавриленко В.С., Дрогобыч Н.Е., Полищук И.К. Биота Биосферного заповедника «Аскания-Нова» им. Ф. Э. Фальц-Фейна. *Reservatia naturala «Codrii», Simpoziului jubilar*. Lozova, 1996. P. 129–132.
5. Гавриленко В.С., Листопадський М.А., Поліщук І.К., Думенко В.П. Конспект фауни хребетних тварин Біосферного заповідника «Асканія-Нова». Асканія-Нова: ПП Андреева М. М., 2010. 120 с.

6. Шаповал В.В. Флора судинних рослин асканійського степу. Асканія-Нова: ФОП Андреев О. В., 2012. 195 с.
7. Mosyakin S.L. and Fedoronchuk M.M. Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist / Ed. by S.L. Mosyakin. Kyiv: M.G. Kholodny Institute of Botany, 1999. XXIV. 346 p.
8. Ходосовцев О.Є., Дармостук В.В., Ходосовцева Ю.А. Стан вивченості лишайників та ліхенофільних грибів заповідників та Національних природних парків степової зони України. *Заповідна справа в степовій зоні України* (до 90-річчя створення надморських заповідників) (с. Урзуф, 14–15 берез. 2017 р.). Урзуф, 2017. С. 181–188.
9. Фасулати К.К. Полевое изучение наземных беспозвоночных. Москва: Высш. шк., 1971. 424 с.
10. Руководство по изучению земноводных и пресмыкающихся / за ред. Н.Н. Щербак. Киев, 1989. 172 с.
11. Новиков Г.А. Полевые исследования экологии наземных позвоночных животных. Москва: Сов. наука, 1949. 602 с.
12. Полищук И.К. Опыт оценки населения мелких млекопитающих Биосферного заповедника «Аскания-Нова» погадочным методом. Аскания-Нова: Биосферный заповедник «Аскания-Нова», 2009. 54 с.
13. Полищук И.К. Перші результати використання відеопастки в дослідженнях теріофауни Біосферного заповідника «Асканія-Нова». *Вісті Біосферного заповідника «Асканія-Нова»*. 2021. Т. 23. С. 33–48.
14. Веденьков Е.П. Современное состояние растительности целинной степи «Аскания-Нова», бывшей до 1966 года в хозяйственном использо-
- вании. *Науч.-тех. бюл. УНИИЖ «Аскания-Нова»*. 1985. Ч. 1. С. 38–40.
15. Рубцов А.Ф., Гавриленко Н.О., Слепченко Л.О. та ін. Каталог рослин дендрологічного парку «Асканія-Нова»: довідк. посіб. Асканія-Нова, 2012. 132 с.
16. Гавриленко Н.О., Мойсієнко І.І., Шаповал В.В. Спонтанна флора дендрологічного парку «Асканія-Нова». *Вісті Біосферного заповідника «Асканія-Нова»*. 2008. Т. 10. С. 49–73.
17. Бойко М.Ф. Біорізноманіття Біосферного заповідника «Асканія-Нова»: Мохоподібні. *Актуальні питання збереження і відновлення степових екосистем*: матеріали міжнар. наук. конф., присв. 100-річчю заповідання асканійського степу. Біосферний заповідник «Асканія-Нова»: Асканія-Нова, 1998. С. 7–9.
18. Дудка І.О. Гриби заповідників та національних природних парків Лівобережної України. Київ: Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, 2009. Т. 2. 428 с.
19. Bilz M., Kell S.P., Maxted N. and Lansdown R.V. European Red List of Vascular Plants. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2011. 132 p.
20. Дергунов Н.И. Дикая фауна Аскании-Нова. *Степной заповедник «Чапלי» — «Аскания-Нова»*: сб. М.—Л., 1928. С. 146–182.
21. Веденьков Є.П., Карпачевська Є.П. Сучасний стан фауни хребетних заповідного степу «Асканія-Нова». *Охорона природи на півдні України*. Київ: Наукова думка, 1977. С. 85–91.
22. Браунер А.А. Список млекопитающих заповедника Аскания-Нова. *Вісті Державного степового заповідника «Чаплі»*. Харків, 1928. Т. IV. С. 10–23.

REFERENCES

1. Rudenko, L.Gh. & Paton, B.E. (Eds.). (2007). *Natsionalnyi atlas Ukrainy — National atlas of Ukraine*. Kyiv [in Ukrainian].
2. The State Ecological Academy of Postgraduate Education and Management (2022). *Proiekt orhanizatsii terytorii Biosferneho zapovidnyka «Askaniia-Nova» imeni F.E. Falts-Feina ta okhorony yoho pryrodnykh kompleksiv [The project of organizing the territory of the F.E. Falz-Fein Biosphere Reserve «Askania-Nova» and protection of its natural complexes]*. Kyiv [in Ukrainian].
3. Polishchuk, I.K. (2006). *Kartka pervynnoho obliku terytorii ta ob'ektiv pryrodno-zapovidnoho fondu krainy. Khersonska oblast. Biosfernyi zapovidnyk «Askaniia-Nova» imeni F.E. Falts-Feina. Derzhavnyi kadastr terytorii ta ob'ektiv pryrodno-zapovidnoho fondu stanom na 01.01.06 r. [Card of the primary registration of territories and objects of the nature reserve fund of the country. Kherson region. The F.E. Falz-Fein Biosphere Reserve «Askania-Nova». State cadastre of territories and objects of the nature reserve fund as of January 1, 2006]*. Kyiv [in Ukrainian].
4. Gavrilenko, V.S., Drogobych, N.Ye. & Polishchuk, I.K. (1996). Biota Biosferneho zapovednika «Askaniya-Nova» im. F. E. Falts-Feina [Biota of the F. E. Falz-Feina Biosphere Reserve «Askania-Nova»]. *Reservatia naturela «Codrii», Simpozoului jubilar*. P. 129–132 [in Russian].
5. Havrylenko, V.S., Lystopadskyi, M.A., Polishchuk, I.K. & Dumenko, V.P. (2010). *Konspekt fauny khrebetnykh tvaryn Biosferneho zapovidnyka «Askaniia-Nova» [Synopsis of the fauna of vertebrate animals of the Biosphere Reserve «Askania-Nova»]*. Askaniia-Nova [in Ukrainian].
6. Shapoval, V.V. (2012). *Flora sudynnykh roslin askaniiskoho stepu [Flora of vascular plants of the Ascanian steppe]*. Askania-Nova [in Ukrainian].
7. Mosyakin, S.L. (Ed.) & Fedoronchuk, M.M. (1999). *Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist*. Kyiv [in English].
8. Khodosovtsev, O.Ye., Darmostuk, V.V. & Khodosovtseva, Yu.A. (2017). Stan vyvchenosti lyshainykyv ta likhenofilynykh hrybyv zapovidnykyv ta Natsionalnykh pryrodnykh parkiv stepovoi zony Ukrainy [The state of study of lichens and lichenophilic fungi of reserves

- and National Natural Parks of the steppe zone of Ukraine]. *Zapovidna sprava v stepovii zoni Ukrainy (do 90-richchia stvorennia nadmorskykh zapovidnykiv) [Conservation case in the steppe zone of Ukraine]*. (pp. 181–188). Urzuf [in Ukrainian].
9. Fasulati, K.K. (1971). *Polevoe izuchenie nazemnykh bespozvonochnykh [Field study of terrestrial invertebrates]*. Moskva [in Russian].
 10. Shcherbak, N.N. (Ed.). (1989). *Rukovodstvo po izucheniyu zemnovodnykh i presmykayushchikhsya [A Guide to the Study of Amphibians and Reptiles]*. Kiev [in Russian].
 11. Novikov, G.A. (1949). *Polevye issledovaniya ekologii nazemnykh pozvonochnykh zhivotnykh [Field studies of the ecology of terrestrial vertebrates]*. Moskva: Sov. nauka [in Russian].
 12. Polishchuk, I.K. (2009). *Opyt otsenki naseleniya melkikh mlekopitayushchikh Biosfernogo zapovednika «Askaniya-Nova» pogadochnym metodom [Experience in assessing the population of small mammals in the Askania-Nova Biosphere Reserve using the pellet method]*. Askaniya-Nova [in Russian].
 13. Polishchuk, I.K. (2021). *Pershii rezultaty vykorystannia videopastky v doslidzhenniakh teriofauny Biosfernogo zapovidnyka «Askaniia-Nova» [The first results of using a video trap in studies of teriofauna of the Biosphere Reserve «Askania-Nova»]*. *Visti Biosfernogo zapovidnyka «Askaniia-Nova» — News Biosphere Reserve «Askania-Nova»*, 23, 33–48 [in Ukrainian].
 14. Veden'kov, Ye.P. (1985). *Sovremennoye sostoyaniye rastitel'nosti tselinnoy stepi «Askaniya-Nova», byvshey do 1966 goda v khozyaystvennom ispol'zovanii [The current state of the vegetation of the virgin steppe «Askania-Nova», which was in economic use until 1966]*. *Nauchn.-tekhn. byull. UNIIZH «Askaniya-Nova» — Scientific and technical bulletin of the UNIIH «Askania-Nova»*, 1, 38–40 [in Russian].
 15. Rubtsov, A.F., Havrylenko, N.O., Slepchenko, L.O. et al. (2012). *Kataloh roslin dendrolohichnoho parku «Askaniia-Nova»: dovidkovyi posibnyk [Catalog of plants of the dendrological park «Askania-Nova»]*. Askaniya-Nova [in Ukrainian].
 16. Havrylenko, N.O., Moisiienko, I.I. & Shapoval, V.V. (2008). *Spontanna flora dendrolohichnoho parku «Askaniia-Nova» [Spontaneous flora of the dendrological park «Askania-Nova»]*. *Visti Biosfernogo zapovidnyka «Askaniia-Nova» — News Biosphere Reserve «Askania-Nova»*, 10, 49–73 [in Ukrainian].
 17. Boiko, M.F. (1998). *Bioriznomanittia Biosfernogo zapovidnyka «Askaniia-Nova»: Mokhopodibni [Biodiversity of the Biosphere Reserve «Askania-Nova»: Moss]*. *Aktualni pytannia zberezhennia i vidnovlennia stepovykh ekosystem : materialy mizhnarodnoi naukovoï konferentsii, prysviachenoï 100-richchiu zapovidannia askaniiskoho stepu [Current issues of preservation and restoration of steppe ecosystems: materials of the international scientific conference dedicated to the 100th anniversary of the legacy of the Askania steppe]*. (pp. 7–9). The Biosphere Reserve «Askania-Nova» [in Ukrainian].
 18. Dudka, I.O. (2009). *Hryby zapovidnykiv ta natsionalnykh pryrodnykh parkiv Livoberezhnoi Ukrainy [Mushrooms of reserves and national natural parks of the Left Bank of Ukraine]*. National Academy of Sciences of Ukraine M.G. Kholodny Institute of Botany [in Ukrainian].
 19. Bilz, M., Kell, S.P., Maxted, N. & Lansdown, R.V. (2011). *European Red List of Vascular Plants*. Luxembourg: Publications Office of the European Union [in English].
 20. Dergunov, N.I. (1928). *Dikaya fauna Askanii-Nova [Wild fauna of Askania-Nova]*. *Stepnoy zapovednik «Chapli» — «Askaniya-Nova» — Steppe reserve «Chapli» — «Askania-Nova»*, 146–182 [in Russian].
 21. Vedienkov, Ye.P. & Karpachevska, Ye.P. (1977). *Suchasnyi stan fauny khrebetnykh zapovidnoho stepu «Askaniia-Nova» [The current state of the vertebrate fauna of the protected steppe «Askania-Nova»]*. *Okhorona pryrody na pivdni Ukrainy [Nature protection in the south of Ukraine]*. (pp. 85–91). Kyiv [in Ukrainian].
 22. Brauner, A.A. (1928). *Spysok mlekopytaiushchykh zapovednyka Askaniya-Nova [List of mammals of the Askania-Nova reserve]*. *Visti Derzhavnogo stepovoho zapovidnyka «Chapli» — News of the State Steppe Reserve «Chapli»*, 4, 10–23 [in Russian].

Стаття надійшла до редакції журналу 11.09.2023

ПОТЕНЦІЙНІ ЗАГРОЗИ КАХОВСЬКОЇ КАТАСТРОФИ ПОПУЛЯЦІЯМ ПТАХІВ РІЗНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ ГРУП

Т.В. Шупова, С.М. Конякін

ДУ «Інститут еволюційної екології НАН України» (м. Київ, Україна)
e-mail: tv.raksha@gmail.com; ORCID: 0000-0002-2829-8633
e-mail: ser681@ukr.net; ORCID: 0000-0002-6715-5707

Проведений аналіз опублікованих списків видів птахів для територій, які потрапили під вплив дії Каховської катастрофи: Каховського водосховища, Регіонального ландшафтного парку «Кінбурнська коса», Чорноморського біосферного заповідника, реєстрації в районі дії катастрофи деяких рідкісних видів. Оцінено видовий склад птахів, популяції яких можуть зазнати втрати чисельності внаслідок Каховської катастрофи у коротко- й довготривалій перспективі у регіональних та глобальних масштабах. Птахи, орієнтовно їх статусу перебування та екології, розподілені на три групи ризику: I (82 види) — птахи, що гніздяться в регіоні катастрофи і втратили частину популяції цього року (птахи, які влаштовують гнізда на водній рослинності, не високо на деревах, чагарниках, на землі на берегах та островах); II (69 видів) — птахи, які втрачають біотопи існування у майбутні сезони гніздування внаслідок зміни русла Дніпра, водного режиму та розвитку процесів опустелювання (це лімнофіли, які населяли зарості берегової лінії та острови Дніпра); III (121 вид) — птахи, які втрачають біотопи для годівлі й укриття під час міграції та на зимівлях (постраждає чисельність не лише тих популяцій, які гніздяться в Україні, а і тих, які мігрують з Європи та Азії). 33 види можна віднести до таких, популяції яких майже не постраждали. Каховська катастрофа порушує біотичне різноманіття та цілісність оселищ на значній площі берегів нижньої течії Дніпра, а наслідки її дії будуть довготривалими й мати вплив на мігруючі види птахів у глобальному масштабі. Прогнозується зміна біотопів існування птахів у напрямі деградації водно-болотних угідь та осушення наземних, що призведе до трансформації видового складу птахів регіону.

Ключові слова: екологічна катастрофа, орнітофауна, біотопи існування, природно-заповідний фонд.

ВСТУП

Будь-які військові дії не лише несуть загрози людям, які проживають на територіях збройних конфліктів. Вони є також причиною ризиків для існування тварин і природних систем, а у разі руйнування гідроспоруд, зазвичай страждають не лише водні екосистеми, а і берегові, та острівні. В Україні внаслідок ракетних обстрілів пошкоджено гідроспоруди на Дніпрі, Інгульці, Сіверському Донці, серед яких найжахливіших обсягів зазнала дамба Каховської ГЕС. Негативний вплив на біорізноманіття Каховського водосховища відбувається з січня 2023 р. після пошкодження шарнірних шандорів Каховської ГЕС і осушення мілководних ділянок акваторії та виокремлення водойм від плеса акваторії, що приз-

вело до загибелі низки водних організмів [1]. Однак, на жаль, продовження військових дій призвело до подальших руйнувань із катастрофічним наслідками.

Каховська катастрофа привнесла в життя тваринного світу широкий спектр негативного впливу. Низку її наслідків ми вже отримали одразу після руйнування дамби та осушення донних відкладень. Однак слід очікувати і трансформацію фауністичних комплексів, пов'язану з тимчасовими й довготривалими змінами водного режиму, а в деяких регіонах — з осушенням та дефіцитом вологи.

Внаслідок затоплення після теракту на Каховській ГЕС, окрім територій прилеглих до русла Дніпра біля дамби, постраждали і біотопи приморських територій, дельтових та заплавлених комплексів Дніпра,

його притоки — Інгулець і Вірвовчина, пониззя яких також було затоплено зворотною течією води, що витекла з Каховського водосховища. Зруйновані екосистеми степових та лісових ділянок, які потрапили у зону затоплення, наземні тварини, які існували на цих територіях загинули, в т. ч. ендемічні та червонокнижні. З огляду на карту затоплення територій прилеглих до русла Дніпра, які знаходяться у відкритому доступі [URL: <https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=15UR1jhwW2R9Um2OyN2b4lDNKvci1aMY&ll=46.697776011247264%2C32.74382972838164&z=10>], під час затоплення постраждали обидва береги Дніпра нижче від Каховської дамби, плавні та низинні частини дельти Дніпра у Чорноморському біосферному заповіднику, частина регіонального ландшафтного парку «Кінбурнська коса», водно-болотне угіддя міжнародного значення «Ягорлицька затока».

У зону негативного впливу Каховської катастрофи потрапляє широкий спектр різноманітних біотопів, а відповідно і птахів, які їх населяють. Площа дельти Дніпра сягає 350 км², з них 2/3 припадає на деревні та чагарникові насадження, а 1/3 — на акваторію [2]. Тут розташовані лісостепові ділянки Чорноморського біосферного заповідника: Івано-Рибальчанська, Солонозерна, Волижин ліс, залишки природних Нижньодніпровських піщаних масивів, які належать до геосистем піщаних відкладів (приморських дюн, піщаних кіс, прируслівих арен), і характеризуються, унікальною флорою та фауною [3]. Загалом Нижньодніпровські піски простягаються на 150 км від Каховки до Чорного моря вздовж лівого берега Дніпра у Херсонській та Миколаївській обл., на території Причорноморської низовини, у межах дельтової тераси Древнього Дніпра [4]. Регіональний ландшафтний парк «Кінбурнська коса» включає Кінбурнський півострів та прилеглу кілометрову смугу акваторії Чорного моря та Дніпро-Бузького лиману [5]. Всі означені біотопи потрапляють у зону більшого чи меншого підтоплення.

За результатами висихання акваторії водосховища, знищені біотопи гніздування

та нагулу птахів на узбережжі та островах самого Каховського водосховища [URL: <https://news.obozrevatel.com/society/kahovskogo-vodohranilisha-bolshe-net-rojavilis-svezhie-sputnikovyie-foto.htm>]. Порушення водного режиму може призвести до дефіциту вологи у регіоні, трансформації ландшафтів у бік поновлення аридних степових екосистем, і зникненню водно-болотних угідь.

Мета цієї роботи — оцінити видовий склад птахів, популяції яких зазнають втрати чисельності внаслідок Каховської катастрофи у коротко- й довготривалій перспективі у регіональних та глобальних масштабах.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

На сьогодні жодних досліджень щодо наслідків впливу Каховської катастрофи на орнітофауну не проводилося, оскільки ця територія знаходиться у зоні бойових дій або і є прифронтовою. Ці факти унеможливають збір польових даних і моніторинг складу сучасних орнітокомплексів. Будь-які публікації, присвячені аналізу впливу підризу дамби Каховської ГЕС на птахів відсутні, хоча ця проблема потребує детального вивчення.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для виявлення видів птахів, популяції яких зазнають втрати чисельності внаслідок загибелі молоді, або стресу за результатами змін на звичних територіях гніздування та нагулу, ми провели пошук наукової літератури стосовно списків видів птахів, які існують на окреслених ділянках. Основний матеріал отриманий із низки публікацій, що описують орнітофауну Каховського водосховища [6–8], Регіонального ландшафтного парку «Кінбурнська коса» [5; 9; 10] та Чорноморського біосферного заповідника [2; 11–13]. Види, відмічені лише на узбережжі моря, та морських островах не враховували оскільки вони знаходяться за межами зони катастрофи. Доповнюють цей масив даних статті, присвячені окре-

ним рідкісним видам, для яких у регіоні катастрофи були біотопи важливі для гніздування або міграції [14; 15]. Для видів, інформація щодо яких наявна лише у застарілих літературних джерелах, зустрічі птахів у регіоні за останні 10 років перевірено за електронною базою даних [URL: <https://uabirds.org/>].

Після складення списку видів, з нього були видалені зальотні види, які не часто відвідують регіон катастрофи і стан їх популяцій не залежить від знищених біотопів. Види, які залишились у списку, орієнтовно їх статусу перебування, екології та біотопів існування, були розподілені на три групи ризику:

- I — птахи, що гніздяться в регіоні катастрофи і втратили частину популяції;
- II — птахи, які втратять гніздові біотопи у майбутні сезони гніздування внаслідок зміни русла Дніпра, водного режиму та розвитку процесів опустелювання;
- III — птахи, які втратять біотопи для годівлі й укриття під час міграції та на зимівлях.

Птахи першої групи вже зазнали негативного впливу на чисельність популяцій, оскільки у них у великій кількості загинули пташенята або кладки другого гніздового циклу внаслідок затоплення. До першої групи ми віднесли і тих птахів, які проводили літо на Каховському водосховищі, і змушені були терміново шукати безпечні водойми для нагулу внаслідок осушення акваторії водосховища.

До другої групи потрапляють популяції, які існують на територіях, дещо віддалених від зони затоплення і постраждають у наступні роки, коли їх оселища будуть деградувати внаслідок нестачі вологи у наземних ландшафтах, або зникнення водних біотопів. У подальші роки до цієї групи потраплять і популяції птахів із першої групи. Отже, популяції, що існують по берегах Дніпра та у його плавнях (а це переважно території об'єктів природно-заповідного фонду України), зазнають подвійного негативного тиску на чисельність.

Птахи третьої групи представляють види, які формують у регіоні катастрофи міграційні зграї, або зимуючі скупчення з різних популяцій не лише з України, а і з усього континенту. Ці види отримують цього року стресову міграцію внаслідок нестачі достатньої кількості звичних безпечних місць годівлі й ночівлі і можуть масово загинути під час перельоту та на зимівлі. Зміни ландшафтів вплинуть на формування з часом нових міграційних шляхів, але це може призвести до втрати Україною низки міжнародних ІВА-територій.

Ми аналізували птахів за екологічними групами за класифікацією В.П. Беліка [16], біотопами їх існування, фенологічними характеристиками видів, списками Червоної книги України, Міжнародним та Європейським Червоними списками, охоронними списками Бернської, Боннської, Вашингтонської конвенцій [17; URL: <https://www.iucnredlist.org/>, <https://uncg.org.ua/bernska-konventsija/>, <https://www.cms.int/>, <https://cites.org/eng/>].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Попередній список видів птахів, популяції яких у різні періоди року використовують території, охоплені впливом Каховської катастрофи становив 232 види 21-го ряду. З них 42 види охороняється Червоною книгою України, 12 — Міжнародним Червоним списком, 14 — Європейським Червоним списком, більшість видів охороняється різними міжнародними конвенціями: 224 — Бернською, 119 — Боннською, 34 — Вашингтонською (табл.).

Відповідно виділених нами груп ризику види розподілені так:

I група — 82 види, це птахи, що гніздяться у регіоні катастрофи і постраждали цього року. Переважно це птахи, які влаштовують гнізда на заламах або на стеблах водної рослинності, не високо на деревах, у чагарниках, на землі на берегах та островах;

II група — 69 видів — птахи, які втратять біотопи існування у майбутньому. Це лімнофіли, які населяли зарості берегової лінії

Список видів птахів, пов'язаних із територією Каховської катастрофи

Вид	Статус виду на території катастрофи		Група ризику	Охоронні категорії	Екологічна група
	Каховське водосховище	Дніпро та лиман			
<i>Gavia arctica</i>	—	О	3	ERL; Bk; Bo	L
<i>Podiceps ruficollis</i>	N	М, О	1, 2, 3	Bk	L
<i>Podiceps nigricollis</i>	X	М, О	1, 2, 3	Bk	L
<i>Podiceps grisegena</i>	N	М, О	1, 2, 3	Bk; Bo	L
<i>Podiceps cristatus</i>	N	Н, М, О	1, 2, 3	Bk	L
<i>Pelecanus onocrotalus</i>	—	Н, X	1, 2	Bk; Bo; U	L
<i>Phalacrocorax carbo</i>	N	Н, О	1, 2, 3	Bk	L
<i>Phalacrocorax pygmaeus</i>	I	Н, X	1, 2	Bk; Bo; U	L
<i>Botaurus stellaris</i>	N	Н, М, О	1, 2, 3	Bk; Bo	L
<i>Ixobrychus minutus</i>	N	Н, М	1, 2, 3	Bk; Bo	L
<i>Nycticorax nycticorax</i>	N	Н, М	1, 2, 3	Bk	L
<i>Ardeola ralloides</i>	N	Н, М	1, 2, 3	Bk	L
<i>Egretta alba</i>	N	Н, М	1, 2, 3	Bk; Bo	L
<i>Egretta garzetta</i>	N	Н, М	1, 2, 3	Bk	L
<i>Ardea cinerea</i>	N	Н, М, О	1, 2, 3	Bk	L
<i>Ardea purpurea</i>	N	Н, М	1, 2, 3	Bk; Bo	L
<i>Platalea leucorodia</i>	N	М	1, 2, 3	Bk; Bo; W; U	L
<i>Plegadis falcinellus</i>	I	Н, М	1, 2, 3	Bk; Bo; U	L
<i>Ciconia ciconia</i>	X	М	1, 2, 3	Bk; Bo	D
<i>Ciconia nigra</i>	M	М	1, 2, 3	Bk; Bo; W; U	D
<i>Rufibrenta ruficollis</i>	—	М, О	3	IUCN; ERL; Bk; Bo; W; U	L
<i>Anser anser</i>	N	Н, X, О	1, 2, 3	Bk; Bo	L
<i>Anser albifrons</i>	—	М, О	3	Bk; Bo	L
<i>Anser erythropus</i>	—	М, О	3	IUCN; ERL; Bk; Bo; U	L
<i>Anser fabalis</i>	—	М, О	3	Bk; Bo	L
<i>Cygnus olor</i>	X	Н, М, О	1, 2, 3	Bk; Bo	L
<i>Cygnus cygnus</i>	—	М, О	3	Bk; Bo	L
<i>Cygnus bewickii</i>	—	М, О	3	ERL; Bk; Bo; U	L
<i>Tadorna ferruginea</i>	X	М, X	1, 2, 3	ERL; Bk; Bo; U	L
<i>Tadorna tadorna</i>	—	Н, О	1, 2, 3	Bk; Bo	L
<i>Anas platyrhynchos</i>	N	Н, М, О	1, 2, 3	Bk; Bo	L
<i>Anas strepera</i>	N	Н, М, О	1, 2, 3	Bk; Bo; U	L
<i>Anas acuta</i>	—	Н, М, О	1, 2, 3	Bk; Bo	L
<i>Anas querquedula</i>	N	Н, М, О	1, 2, 3	Bk; Bo	L
<i>Anas chryseus</i>	X	Н, М, О	1, 2, 3	Bk; Bo	L
<i>Netta rufina</i>	—	Н, М, О	1, 2, 3	Bk; Bo; U	L
<i>Aythya ferina</i>	N	Н, М, О	1, 2, 3	Bk; Bo	L
<i>Aythya nyroca</i>	N	Н, М, О	1, 2, 3	IUCN; ERL; Bk; Bo; U	L
<i>Aythya fuligula</i>	I	М, О	1, 2, 3	Bk; Bo	L

Продовження таблиці

Вид	Статус виду на території катастрофи		Група ризику	Охоронні категорії	Екологічна група
	Каховське водосховище	Дніпро та лиман			
<i>Clangula hyemalis</i>	—	М, О	3	Bk; Bo	L
<i>Bucephala clangula</i>	X	М, О	1, 2, 3	Bk; Bo; U	L
<i>Somateria mollissima</i>	—	N, X, О	1, 2, 3	Bk; Bo; U	L
<i>Mergus merganser</i>	М	М, О	3	Bk; Bo	L
<i>Pandion haliaetus</i>	М	М	3	Bk; Bo; W; U	L
<i>Pernis apivorus</i>	К	М	3	Bk; Bo; W	D
<i>Milvus migrans</i>	X	N, М	1, 3	Bk; Bo; W; U	D
<i>Circus cyaneus</i>	—	М, О	3	Bk; Bo; U	C
<i>Circus macrourus</i>	—	М, О	3	IUCN; ERL; Bk; Bo; W; U	C
<i>Circus pygargus</i>	М	М	3	Bk; Bo; W; U	C
<i>Circus aeruginosus</i>	N	N, М	1, 2, 3	Bk; Bo; W	L
<i>Accipiter gentilis</i>	N	М, О	1, 2, 3	Bk; Bo; W	D
<i>Accipiter nisus</i>	—	М, О	3	Bk; Bo; W	D
<i>Buteo lagopus</i>	—	М, О	3	Bk; Bo; W	D
<i>Buteo buteo</i>	М	М, О	3	Bk; Bo; W	D
<i>Hieraaetus pennatus</i>	—	М	3	Bk; Bo; W	D
<i>Aquila pomarina</i>	—	М, О	3	Bk; Bo; W; U	D
<i>Haliaeetus albicilla</i>	N	N, М, О	1, 2, 3	Bk; Bo; W; U	D
<i>Falco cherrug</i>	X	М	3	IUCN; ERL; Bk; Bo; W; U	S
<i>Falco peregrinus</i>	—	М, О	3	Bk; Bo; W; U	S
<i>Falco subbuteo</i>	N, X	N, М, О	1, 2, 3	Bk; Bo; W	D
<i>Falco columbarius</i>	—	М, О	3	Bk; Bo; W	D
<i>Falco vespertinus</i>	X	N, М, О	1, 2, 3	IUCN; ERL; Bk; Bo; W	D
<i>Falco naumanni</i>	—	N, М	1, 3	IUCN; Bk; Bo; W; U	S
<i>Falco tinnunculus</i>	N	N, М, О	1, 2, 3	Bk; Bo; W	S
<i>Perdix perdix</i>	N	N, О	1	ERL; Bk	D
<i>Coturnix coturnix</i>	—	N, М	1	Bk; Bo	C
<i>Phasianus colchicus</i>	N	N, О	1	Bk	D
<i>Grus grus</i>	—	М	3	Bk; Bo; W; U	L
<i>Anthropoides virgo</i>	—	М	3	Bk; Bo; W; U	C
<i>Rallus aquaticus</i>	N	М, О	1, 2, 3	Bk	L
<i>Porzana porzana</i>	N	N, М	1, 2, 3	Bk; Bo	L
<i>Porzana parva</i>	N	N, М	1, 2, 3	Bk; Bo	L
<i>Crex crex</i>	?	N, М	1, 2, 3	Bk	C
<i>Gallinula chloropus</i>	N	N, М	1, 2, 3	Bk	L
<i>Fulica atra</i>	N	N, М, О	1, 2, 3	Bk; Bo	L
<i>Otis tarda</i>	—	М, О	3	IUCN; ERL; Bk; Bo; W; U	C
<i>Pluvialis apricaria</i>	—	М	3	Bk; Bo	L
<i>Charadrius hiaticula</i>	—	М	3	Bk; Bo; U	L

Вид	Статус виду на території катастрофи		Група ризику	Охоронні категорії	Екологічна група
	Каховське водосховище	Дніпро та лиман			
<i>Charadrius dubius</i>	N	N, M	1, 2, 3	Bk; Bo	L
<i>Charadrius alexandrinus</i>	—	N, M	1, 2, 3	Bk; Bo; U	L
<i>Eudromias morinellus</i>	—	M	3	Bk; Bo	L
<i>Vanellus vanellus</i>	—	N, M	1, 2, 3	ERL; Bk; Bo	L
<i>Arenaria interpres</i>	I	M	3	Bk; Bo	L
<i>Himantopus himantopus</i>	—	N, M	1, 2, 3	Bk; Bo; U	L
<i>Recurvirostra avosetta</i>	—	N	1, 2	Bk; Bo; U	L
<i>Haematopus ostralegus</i>	N, X	N	1, 2	Bk; U	L
<i>Tringa ochropus</i>	M	M	3	Bk; Bo	L
<i>Tringa glareola</i>	—	M	3	Bk; Bo	L
<i>Tringa nebularia</i>	—	M	3	Bk; Bo	L
<i>Tringa totanus</i>	X	N, M	1, 2, 3	Bk; Bo	L
<i>Tringa erythropus</i>	—	M	3	Bk; Bo	L
<i>Actitis hypoleucos</i>	N	N, M	1, 2, 3	Bk; Bo	L
<i>Xenus cinereus</i>	—	M	3	Bk; Bo	L
<i>Phalaropus lobatus</i>	—	M	3	Bk; Bo	L
<i>Philomachus pugnax</i>	X	M	1, 2, 3	Bk; Bo	L
<i>Calidris minuta</i>	—	M	3	Bk; Bo	L
<i>Calidris ferruginea</i>	—	M	3	Bk; Bo	L
<i>Calidris alpina</i>	—	M	3	Bk; Bo	L
<i>Calidris alba</i>	—	M	3	Bk; Bo	L
<i>Limicola falcinellus</i>	—	M	3	Bk; Bo	L
<i>Lymnocyptes minimus</i>	—	M	3	Bk; Bo	L
<i>Gallinago gallinago</i>	—	M, O	3	Bk; Bo	L
<i>Scolopax rusticola</i>	—	M, O	3	Bk; Bo	D
<i>Numenius arquata</i>	—	M, O	3	IUCN; Bk; Bo; W; U	L
<i>Numenius phaeopus</i>	—	M, O	3	Bk; Bo; U	L
<i>Limosa limosa</i>	—	M	3	IUCN; Bk; Bo	L
<i>Larus ichthyaetus</i>	N, X	N, M	1, 3	Bk; Bo; U	L
<i>Larus minutus</i>	—	M, O	3	Bk	L
<i>Larus ridibundus</i>	N	—	1	Bk	L
<i>Larus cachinnans</i>	N	N, M, O	1, 3	—	L
<i>Chlidonias niger</i>	N	N, M	1, 3	Bk; Bo	L
<i>Chlidonias leucopterus</i>	?	N, M	1, 3	Bk; Bo	L
<i>Chlidonias hybrida</i>	N	I	1	Bk	L
<i>Sterna hirundo</i>	N	N, M	1, 3	Bk; Bo	L
<i>Sterna albifrons</i>	N	N, M	1, 3	Bk; Bo; U	L
<i>Columba palumbus</i>	N	N, M	1	—	D
<i>Columba oenas</i>	—	M	—	Bk	D

Продовження таблиці

Вид	Статус виду на території катастрофи		Група ризику	Охоронні категорії	Екологічна група
	Каховське водосховище	Дніпро та лиман			
<i>Columba livia</i>	—	N, O	—	Bk	S
<i>Streptopelia decaocto</i>	N	N, M	1	Bk	D
<i>Streptopelia turtur</i>	N	N, M	1	Bk	D
<i>Cuculus canorus</i>	N	N, M	1, 2	Bk	L
<i>Asio otus</i>	N	N, M, O	1	Bk; W	D
<i>Asio flammeus</i>	—	N, M, O	1, 2, 3	Bk; W; U	C
<i>Otus scops</i>	N	N	1	Bk; W; U	D
<i>Athene noctua</i>	N	—	—	Bk; W	S
<i>Strix aluco</i>	—	M, O	—	Bk; W	D
<i>Tyto alba</i>	—	O	—	Bk; W	D
<i>Caprimulgus europaeus</i>	N	N, M	1	Bk	D
<i>Apus apus</i>	X	N, M	—	Bk	S
<i>Coracias garrulus</i>	X	N, M	1, 2, 3	IUCN; ERL; Bk; Bo; U	S
<i>Alcedo atthis</i>	N	N, M	1	Bk	L
<i>Merops apiaster</i>	X	Г, М	1	Bk; Bo	S
<i>Upupa epops</i>	N	N, M	1, 3	Bk	S
<i>Jynx torquilla</i>	N	N, M	1	Bk	D
<i>Dendrocopos major</i>	N	N, O	1	Bk	D
<i>Dendrocopos syriacus</i>	N	N	1	Bk	D
<i>Riparia riparia</i>	N, X	N, M	1	Bk	S
<i>Hirundo rustica</i>	N	N, M	1	Bk	S
<i>Delichon urbicum</i>	X	N, M	—	Bk	S
<i>Galerida cristata</i>	—	N, M, O	1	Bk	C
<i>Melanocorypha calandra</i>	—	N, M, O	1	Bk	C
<i>Lullula arborea</i>	?	M	1	Bk	C
<i>Alauda arvensis</i>	N	N, M, O	1	Bk	C
<i>Anthus campestris</i>	—	N, M	1	Bk	C
<i>Anthus trivialis</i>	N	M	1	Bk	D
<i>Anthus pratensis</i>	—	M	1	Bk	C
<i>Anthus cervinus</i>	—	M	1	Bk	C
<i>Motacilla flava</i>	N	N, M	1	Bk	C
<i>Motacilla feldegg</i>	N	—	1	Bk	C
<i>Motacilla citreola</i>	—	N	1	Bk	C
<i>Motacilla alba</i>	N	N, M	1	Bk	L
<i>Lanius collurio</i>	N	N, M	1	Bk	D
<i>Lanius senator</i>	—	M	—	Bk; U	D
<i>Lanius minor</i>	N	N, M	1	Bk	D
<i>Lanius excubitor</i>	—	M	—	Bk; U	D
<i>Oriolus oriolus</i>	N	N Г	1	Bk	D

Вид	Статус виду на території катастрофи		Група ризику	Охоронні категорії	Екологічна група
	Каховське водосховище	Дніпро та лиман			
<i>Sturnus vulgaris</i>	N	N, M	1	—	S
<i>Pastor roseus</i>	—	M	—	U	S
<i>Garrulus glandarius</i>	N	M, O	1	—	D
<i>Pica pica</i>	N	N, O	1	—	D
<i>Nucifraga caryocatactes</i>	—	M	—	Bk	D
<i>Corvus monedula</i>	X	N, O	—	—	S
<i>Corvus frugilegus</i>	X	N, M, O	1	—	D
<i>Corvus cornix</i>	N	N, O	1	—	D
<i>Corvus corax</i>	X	N, O	—	Bk	S
<i>Bombycilla garrulus</i>	—	O	—	Bk	D
<i>Troglodytes troglodytes</i>	—	M, O	—	Bk	D
<i>Prunella modularis</i>	—	M	—	Bk	D
<i>Locustella luscinioides</i>	N	M	1, 2, 3	Bk	L
<i>Locustella fluviatilis</i>	?	N, M	1, 2, 3	Bk	L
<i>Locustella naevia</i>	—	N, M	1, 2, 3	Bk	L
<i>Acrocephalus paludicola</i>	—	M	3	IUCN; ERL; Bk; U	L
<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	N	N, M	1, 2, 3	Bk	L
<i>Acrocephalus agricola</i>	N	N, M	1, 2, 3	Bk	L
<i>Acrocephalus palustris</i>	N	M	1, 2, 3	Bk	L
<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	N	M	1, 2, 3	Bk	L
<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	N	N, M	1, 2, 3	Bk	L
<i>Hippolais icterina</i>	N	N, M	1	Bk	D
<i>Curruca nisoria</i>	N	N, M	1	Bk	D
<i>Sylvia atricapilla</i>	N	N, M	1	Bk	D
<i>Sylvia borin</i>	N	N, M	1	Bk	D
<i>Curruca communis</i>	N	N, M	1	Bk	D
<i>Curruca curruca</i>	N	N, M	1	Bk	D
<i>Phylloscopus trochilus</i>	—	M	—	Bk	D
<i>Phylloscopus collybita</i>	N	M	1	Bk	D
<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	—	M	—	Bk	D
<i>Regulus regulus</i>	—	M, O	—	Bk	D
<i>Ficedula hypoleuca</i>	N	N, M	1	Bk; Bo	D
<i>Ficedula albicollis</i>	N	N, M	1	Bk; Bo	D
<i>Ficedula parva</i>	—	M	—	Bk; Bo	D
<i>Muscicapa striata</i>	N	N, M	1	Bk; Bo	D
<i>Saxicola rubetra</i>	N	N, M	1	Bk; Bo	C
<i>Saxicola rubicola</i>	—	M	1	Bk; Bo	C
<i>Oenanthe oenanthe</i>	?	N, M	1	Bk; Bo	S
<i>Oenanthe pleschanka</i>	—	M	—	Bk; Bo	S
<i>Oenanthe isabellina</i>	—	M	1	Bk; Bo	C

Закінчення таблиці

Вид	Статус виду на території катастрофи		Група ризику	Охоронні категорії	Екологічна група
	Каховське водосховище	Дніпро та лиман			
<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	N	N, M	1	Bk; Bo	D
<i>Phoenicurus ochruros</i>	N	M	1	Bk; Bo	S
<i>Erithacus rubecula</i>	N	M, O	1	Bk; Bo	D
<i>Luscinia megarhynchos</i>	—	M	—	Bk; Bo	D
<i>Luscinia luscinia</i>	N	N, M	1	Bk	D
<i>Luscinia svecica</i>	—	M	3	Bk; Bo	L
<i>Turdus pilaris</i>	N	M, O	1	Bk; Bo	D
<i>Turdus torquatus</i>	—	M	—	Bk; Bo	D
<i>Turdus merula</i>	N	N, M	1	Bk; Bo	D
<i>Turdus iliacus</i>	—	M	—	Bk; Bo	D
<i>Turdus philomelos</i>	N	M	1	Bk; Bo	D
<i>Turdus viscivorus</i>	—	M	—	Bk; Bo	D
<i>Panurus biarmicus</i>	N	N, M, O	1, 2, 3	Bk	L
<i>Aegithalos caudatus</i>	—	N	1	Bk	D
<i>Remiz pendulinus</i>	—	N, M	1, 2, 3	Bk	L
<i>Cyanistes caeruleus</i>	—	N, M, O	1	Bk	D
<i>Parus major</i>	—	N, M, O	1	Bk	D
<i>Sitta europaea</i>	—	O	—	Bk	D
<i>Passer domesticus</i>	N	N, O	1	—	S
<i>Passer montanus</i>	N	N, O	1	Bk	S
<i>Fringilla coelebs</i>	N	N, M, O	1	Bk	D
<i>Fringilla montifringilla</i>	—	M, O	—	Bk	D
<i>Chloris chloris</i>	N	N, M, O	1	Bk	D
<i>Spinus spinus</i>	—	M, O	—	Bk	D
<i>Carduelis carduelis</i>	N	—	1	Bk	D
<i>Acanthis cannabina</i>	N	M, O	1	Bk	D
<i>Acanthis flammea</i>	—	M, O	—	Bk	D
<i>Carpodacus erythrinus</i>	—	M, O	—	Bk	D
<i>Loxia pytyopsittacus</i>	—	M	—	Bk	D
<i>Loxia curvirostra</i>	—	M	—	Bk	D
<i>Pyrhula pyrrhula</i>	—	O	—	Bk	D
<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	N	M, O	1	Bk	D
<i>Emberiza citrinella</i>	N	N, M, O	1	Bk	D
<i>Emberiza schoeniclus</i>	N	N, M, O	1, 2, 3	Bk	L
<i>Emberiza hortulana</i>	N	N, M	1	Bk	D
<i>Emberiza melanocephala</i>	—	N, M	1	Bk; U	D

Примітка: список складений за даними публікацій [2; 5; 7–12; 14–15]. Статус перебування: N – гніздиться, X – відмічений на годівлі у літній період, M – на міграції, O – зимує, I – залітний, ? – статус виду не з'ясований, але він відмічений у гніздовий період, — – вид у списках відсутній; охоронні категорії: IUCN – Міжнародний Червоний список МСОП, ERL – Європейський Червоний список, Bk – Бернська конвенція, Bo – Боннська конвенція, W – Вашингтонська конвенція (CITES), U – Червона книга України; екологічні групи: L – лімнофіл, D – дендрофіл, C – кампофіл, S – склерофіл.

та острови Дніпра, які висохли внаслідок спуску води з водосховища, та висохнуть з часом внаслідок зміни водного режиму русла Дніпра нижче водосховища;

III група — 121 вид — птахи, у яких у регіоні катастрофи проходять міграційні шляхи, або вони тут зимують, і відповідно постраждає чисельність не лише тих популяцій, які гніздяться в Україні, а і тих, які використовують ці території як міграційні шляхи з Європи та Азії.

33 види можна віднести до таких, популяції яких майже не постраждали. Переважно це дендрофіли та склерофіли, які гніздяться досить високо на деревах або будівлях, гнізда яких не були затоплені. До цієї групи ми віднесли також і дендрофілів, які з'являться у регіоні катастрофи на міграції або зимівлі. Ці птахи прив'язані до деревних насаджень і мало залежать від стану водно-болотних угідь. Прилетять до регіону катастрофи вони наприкінці літа, або восени, коли у місцях затоплення вода спаде. Тому вплив Каховської катастрофи на їх популяції буде незначний.

Для птахів, які існують у прибережній зоні та на островах нижньої течії Дніпра найбільшою проблемою є те, що катастрофа на Каховському водосховищі сталася у пік гніздового сезону і має низку наслідків. Найбільшого негативного впливу зазнали птахи лімнофіли (103 види), які використовують навколоводні біотопи (норцеподібні Podicipediformes, лелекоподібні Ciconiiformes, гусеподібні Anseriformes, журавлеподібні Gruiformes, сивкоподібні Charadriiformes, деякі горобцеподібні Passeriformes, окремі представники соколоподібних Falconiiformes та ракшоподібних Coraciiformes). Ці птахи постраждали як від осушення акваторії водосховища, так і від затоплення територій, які знаходились нижче дамби. З одного боку, знищені їх гніздові та кормові стації на водосховищі, підірвана кормова база, оскільки невеличкі водойми у низинах на дні водосховища не забезпечать кормовим ресурсом велику кількість птахів, яка трималась тут раніше. З іншого боку, не льотні пташенята водоплавних птахів не мають можливості

впоратись із швидким напливом великої маси води, яка витікала поблизу дамби, і у більшості загинули. Представники цієї екологічної групи зазнають і пролонговану дію наслідків катастрофи, оскільки втрачають місця гніздування та нагулу у майбутньому.

Для птахів, які селяться у норах берегових обривів (рибалочка *Alcedo atthis*, бджолоїдка *Merops apiaster*, сиворакша *Coracias garrulus*, одуд *Upupa epops*, берегова ластівка *Riparia riparia* тощо), їх затоплення призвело не лише до загибелі молоді, але і дорослих, які залишилися заблокованими водою у своїх гніздах. В аналогічній ситуації опинились і ті птахи, які оселились у дуплах на островах та тих ділянках берегів Дніпра, де висота затоплення сягала понад 1,5 м, у випадку, якщо вони насиджували кладки. Це дятлоподібні: крутиголовка *Jynx torquilla*, дятел великий *Dendrocopos major* та дятел сирійський *Dendrocopos syriacus*, мухоловки: строката *Ficedula hypoleuca*, білошия *Ficedula parva*, сіра *Muscicapa striata*, горихвістка садова *Phoenicurus phoenicurus*, вільшанка *Erithacus rubecula*, синиці: блакитна *Cyanistes caeruleus* та велика *Parus major*, повзик *Sitta europaea*. Специфіка гніздування хижих птахів полягає у тому, що вони мають різноманітних пташенят, які довго перебувають у гнізді, і у червні ще не вилетіли. До групи ризику затоплення потрапили лунь болотяний *Circus aeruginosus*, який будує гнізда в очеретяних заростях, та шуліка чорний *Milvus migrans*, який гніздиться не високо на деревах. У затоплених чагарникових заростях загинули кладки та пташенята другого циклу гніздування горобцеподібних птахів (кропив'янок *Sylvia*, дроздів *Turdus*, в'юркових *Fringillidae*). Однак, дендрофіли, та склерофіли переважно зазнали згубної дії катастрофи у районі високого затоплення, і можна сподіватись, що фонові види поновлять свою чисельність протягом наступного гніздового сезону. Для малочисельних та рідкісних видів, на жаль, поновлення чисельності у разі будь-якого знищення може тривати доволі довго і наслідки його не прогнозовані. Особливу тривогу викликає майбутнє червонокниж-

них видів, популяції яких і за найкращих обставин знаходилися у критичному стані й потребували моніторингу чисельності, розповсюдження та охорони місць гніздування і годівлі.

Для кампофілів, які гніздяться на землі, навіть невеличке підтоплення сухих луків на берегах Дніпра сприяє загибелі кладок та пташенят, і як наслідок спад чисельності місцевих популяцій. У зв'язку зі слабкою захищеністю гнізд та пташенят кампофіли вважаються надто вразливою групою птахів [18–21]. У регіоні катастрофи гніздяться такі види цієї групи: перепілка *Coturnix coturnix*, деркач *Crex crex*, сова болотяна *Asio flammeus*, посмітюха *Galerida cristata*, жайворонок степовий *Melanocorypha calandria*, жайворонок польовий *Alauda arvensis*, плиска жовта *Motacilla flava*, плиска чорноголова *Motacilla feldegg*, чекан лучний *Saxicola rubetra*.

Слід додати, що Каховське водосховище було часткою системи Дніпровських водосховищ, яка мала сформовані та пов'язані один з одним орнітокомплекси [22]. Внаслідок ліквідації акваторії водосховища, осушення донних відкладень, зміни ширини русла Дніпра та висоти води в ньому будуть втрачені території, які використовували водоплавні птахи та пов'язані з ними харчовими ланцюгами хижі, які прилітали у південні регіони на зимівлю, або застосовували їх для годівлі й відпочинку на міграції у більш віддалені регіони. Мігруючі та зимуючі птахи зазнають стресу внаслідок зміни біотопів зимівлі та міграції. Отже, результат Каховської катастрофи відобразиться і на стані популяцій видів усього континенту.

З часом відбудуться зміни біотопів на територіях, які мали штучне зрошення від водосховища. Степова зона України — аридний регіон, у якому баланс вологи різко негативний. Для території степової зони України характерний континентальний тип опадів із максимумом влітку (червень—липень) і мінімумом взимку (січень—лютий). У середньому кількість опадів тут 300–450 мм (мінімум 100 – максимум 500), а випаровування 1000 мм [23]. За 67 ро-

ків існування Каховського водосховища вздовж пов'язаних із ним зрошувальних каналів склались збалансовані специфічні екосистеми, які надавали умови існування птахам різних екологічних груп. Поступово ця система водно-болотних угідь антропогенного походження деградує, а з нею і угіддя для птахів-лімфофілів. У той самий час, доведено, що спеціалізовані степові птахи продемонстрували найбільше зниження чисельності в зрошуваній підзоні сільгоспугідь [24]. Можливо, у таких видів, як журавель степовий *Anthropoides virgo*, дровха *Otis tarda*, хохітва *Tetrax tetrax* та інших з'явиться шанс на відновлення своїх популяцій в Україні на землях, які будуть вилучені із системи зрошувального землеробства.

ВИСНОВКИ

За попереднім прогнозом щонайменше популяції птахів близько 82 видів, які гніздяться на островах та у прилеглих до русла Дніпра біотопах регіону, зазнають цього року падіння чисельності; 69 видів потраплять під пролонгований у часі вплив на чисельність у разі втрати звичних біотопів гніздування та нагулу; понад 100 видів зазнають стресу на міграції та зимівлі цього року, оскільки змушені будуть шукати місця годівлі у нових незнайомих їм територіях. Потенційно можуть постраждати популяції 43 видів, які охороняються на найвищому міжнародному та державному рівнях: 12 видів — Міжнародним Червоним списком, 42 — Червоною книгою України.

Ми прогнозуємо зміну біотопів існування птахів у напрямі деградації водно-болотних угідь та осушення наземних, що призведе до зміни видового складу птахів регіону. Трансформації ландшафтів можуть призвести до втрати Україною низки міжнародних ІВА-територій.

З огляду на обставини, що склалися за результатами Каховської катастрофи актуальним є дослідження сукцесійних процесів екосистем берегів нижньої течії Дніпра та змін угруповань птахів, які їх населяють, і тваринного населення загалом.

Роботу виконано в рамках теми «Оцінка впливу воєнних дій на трансформацію наземних природних екосистем з використанням модельних груп видів-біоіндикаторів

та моніторинг чужорідних видів у флорі та фауні як складової забезпечення біологічної безпеки України». Державний реєстраційний номер: 0123U101039.

ЛІТЕРАТУРА

- Афанасьев С.О. Вплив війни на гідроекосистеми України: підсумки першого року повномасштабного вторгнення Росії (огляд). *Гідробіологічний журнал*. 2023. Вип. 59. № 2. С. 3–19.
- Ардамацкая Т.Б. Роль дельты Днепра в сохранении биоразнообразия птиц водно-болотного комплекса. *Птицы бассейна Северского Донца*. Донецк, 2010. Вип. 11. С. 37–40.
- Москаленко О.Ю. Історія вивчення орнітофауни Нижньодніпровських піщаних масивів. *Вісті Біосферного заповідника «Асканія-Нова»*. 2008. Т. 10. С. 103–111.
- Захарова М.Я., Мойсієнко І.І. Сософіти оселищної Директиви на Нижньодніпровських пісках. *Мережа NATURA 2000 як інноваційна система охорони рідкісних видів та оселищ в Україні: матеріали наук.-практ. семінару. Сер.: «Conservation Biology in Ukraine»* (м. Київ, 15 лют. 2017 р.). Київ, 2017. Вип. 1. С. 25–29.
- Редінов К.О., Петрович З.О. Орнітофауна регіонального ландшафтного парку «Кінбурнська коса» в гніздовий період. *Заповідна справа в Україні*. 2008. Т. 14. Вип. 2. С. 63–67.
- Кістяківський О.Б. Фауна птахів району Каховського водоймища. *Збірник праць Зоологічного музею*. 1957. № 26. С. 20–48.
- Костюшин В.А., Черничко Й.І., Бусел В.А. Весняно-літне населення птахів Біленько-Розумовських плавнів (Каховське водосховище, Запорізька обл.). *Вісник Запорізького національного університету*. 2014. № 1. С. 59–81.
- Бусел В.А. Гнездящиеся птицы острова Гусиный (Каховское водохранилище). *Бранта: Сборник научных трудов Азово-Черноморской орнитологической станции*. 2015. Вип. 18. С. 64–74.
- Петрович З.О., Редінов К.О. Рідкісні види птахів у регіональному ландшафтному парку «Кінбурнська коса». *Науковий вісник Ужгородського університету. Сер.: Біологія*. 2008. Вип. 23. С. 100–104.
- Петрович З.О., Редінов К.О. Сприяння гніздуванню рідкісних птахів в об'єктах природно-заповідного фонду (на прикладі РЛП «Кінбурнська коса»). *Рідкісні й зникаючі птахи Північно-Західного Причорномор'я*. 2011. С. 37–39.
- Ардамацкая Т.Б., Руденко А.Г. Птицы. Позвоночные животные Черноморского биосферного заповедника. *Вестник зоологии*. 1996. Т. 30. Вип. № 1. С. 19–38.
- Ардамацкая Т.Б. Состояние редких видов птиц в низовьях Днепра. *Рідкісні й зникаючі птахи Північно-Західного Причорномор'я*. 2011. С. 7–14.
- Королесова Д.Д., Москаленко Ю.О., Ніточко М.І., Селюніна З.В., Ткаченко П.В. Чужорідні види у фауні Чорноморського біосферного заповідника. *GEO&BIO*. 2019. Вип. 17. С. 48–61.
- Андрющенко Ю.О., Попенко В.М. Чорний лелека на півдні Лівобережної України. *Наукові записки Державного природознавчого музею*. 2017. Вип. 33. С. 11–22.
- Shupova T. and Tytar V. Long-term monitoring of the European roller (*Coracias garrulus*) in Ukraine: is climate behind the changes? *GEO&BIO*. 2022. Vol. 23. P. 154–171.
- Belik V.P. Faunogenetic structure of the Palearctic avifauna. *Entomological Review*. 2006. Vol. 86. P. 15–31.
- Червона книга України. Тваринний світ / за ред. І.А. Акімова. Київ: Глобалконсалтинг, 2009. 471 с.
- Preiss E., Martin J-L. and Debussche M. Consequences of agricultural abandonment on the vegetation and the avifauna in a mosaic of Mediterranean habitats. *Landscape Ecology*. 1997. Vol. 12. P. 51–61.
- Donald P.F., Sanderson F.J., Burfield I.J. and Bommel F.P.J. van. Further evidence of continent-wide impacts of agricultural intensification on European farmland birds, 1990–2000. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2006. Vol. 116 (№ 3–4). P. 189–196.
- Caplat P. and Fonderlick J. Area mediated shifts in bird community composition: a study on a fragmented Mediterranean grassland. *Biodiversity and Conservation*. 2009. Vol. 18 (№ 11). P. 2979–2995.
- Kamp J., Urazaliev R., Donald P.F. and Hölzel N. Post-Soviet agricultural change predicts future declines after recent recovery in Eurasian steppe bird populations. *Biological Conservation*. 2011. Vol. 144. № 11. P. 2607–2614.
- Клестов Н.Л. Формирование околородных орнитокомплексов под влиянием гидростроительства (на примере р. Днепр). Киев: Ин-т зоологии АН УССР, 1991. 69 с.
- Маринич О.М., Лянько А.І., Щербань М.І. Фізична географія Української РСР. Київ: Вища шк., 1982. 268 с.
- De Frutos A., Olea P.P. and Mateo-Tomás P. Responses of medium- and large-sized bird diversity to irrigation in dry cereal agroecosystems across spatial scales. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2015. Vol. 207. P. 141–152.

REFERENCES

- Afanasyev, S.O. (2023). Vplyv viiny na hidroekosystemy Ukrainy: pidsumky pershoho roku povnomasshtabnoho vtorhennia rosi (ohliad) [Hostilities' impact on the Hydroecosystems of Ukraine: results of the first year of the full-scale invasion of Russia (a review)]. *Hydrobiological Journal — Hidrobiolohichniy zhurnal*, 59 (2), 3–19 [in Ukrainian].
- Ardamatskaya, T.B. (2010). Rol deltyi Dnepra v sohranenni bioraznoobraziya ptits vodno-bolotnogo kompleksa [A role of the Dnieper Delta in conservation of waterbirds]. *Pitysi basseyna Severskogo Dontsa — In Birds of Seversky Donets river basin*, 11, 36–40 [in Russian].
- Moskalenko, Yu.O. (2008). Istoriia vyvchennia ornitofauny Nyzhnodniprovskyykh pishchanykh masyviv [The history of ornithological researches in the Lower Dnieper sands]. *Visti Biosferneho zapovidnyka «Askaniia-Nova» — News Biosphere Reserve «Askaniia-Nova»*, 10, 103–111 [in Ukrainian].
- Zakharova, M.Ya. & Moisienko, I.I. (2017). Sozofity oselyshchnoi Dyrektyvy na Nyzhnodniprovskyykh piskakh [Sosophytes of the Habitats Directive on the Nizhny Dnieper sands]. *Merezha NATURA 2000 yak innovatsiina systema okhorony ridkisykh vydiv ta oselyshch v Ukraini: materialy naukovo-praktychnoho seminaru [NATURA 2000 network as an innovative system of protection of rare species and habitats in Ukraine: materials of the scientific and practical seminar. Series: «Conservation Biology in Ukraine»]*. (pp. 25–29). Kyiv [in Ukrainian].
- Redinov, K.O. & Petrovych, Z.O. (2008). Ridkisini vydy ptakhiv u rehionalnomu landshaftnomu parku «Kinburnska kosa» [Regional Landscape Park Kinburnska Kosa in the breeding period]. *Zapovidna sprava v Ukraini — Nature reserves in Ukraine*, 14 (2), 63–67 [in Ukrainian].
- Kistiakivskiy, O.B. (1957). Fauna ptakhiv raionu Kakhovskoho vodoimyshcha [Bird fauna of the Kakhov reservoir area]. *Zbirnyk prats Zoolohichnoho muzeiu — Proceedings of the Zoological Museum AN URSS*, 28, 20–48 [in Ukrainian].
- Kostiushyn, V.A., Chernichko, I.I. & Busel, V.A. (2014). Vesniano-litnie naselennia ptakhiv Bilenko-Rozumovskyykh plavniv (Kakhovske vodoshkovyshche, Zaporizka oblast) [Avifauna of Bilenko-Razumovsky plavni (Kakhovske water reservoir, Zaporizhzhia region) in spring — summer season]. *Visnyk Zaporizkoho natsionalnoho universytetu — Bulletin of Zaporizhzhia National University*, 1, 59–81 [in Ukrainian].
- Busel, B.A. (2015). Gnezdyaschiesya ptitsyi ostrova Gusinyiy (Kahovskoe vodohranilische) [Breeding birds of Husyniy Island (Kakhovske Reservoir)]. *Branta: Sbornik nauchnykh trudov Azovo-Chernomorskoy ornitologicheskoy stantsii — The Transactions of the Azov-Black Sea Ornithological Station «Branta»*, 18, 64–74 [in Russian].
- Petrovych, Z.O. & Redinov, K.O. (2008). Ridkisini vydy ptakhiv u rehionalnomu landshaftnomu parku «Kinburnska kosa» [Rare bird species of the Regional Landscape Park «Kinburnska Spit»]. *Naukoviy visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Seriya: Biologiya — Uzhhorod National University Herald. Series: Biology*, 23, 100–104 [in Ukrainian].
- Petrovych, Z.O. & Redinov, K.O. (2011). Ridkisini vydy ptakhiv u rehionalnomu landshaftnomu parku «Kinburnska kosa» [Promotion of nesting of rare birds in the objects of the nature reserve fund (on the example of RLP «Kinburnska Kosa»)]. *Ridkisini y znykaiuchi ptakhy Pivnichno-Zakhidnoho Prychornomor'ia — In Rare and threatened species of the north-western part of the Black Sea region*, 37–39 [in Ukrainian].
- Ardamatskaya, T.B. & Rudenko, A.G. (1996). Pitysi. Pozvonochnyie zhyvotnyie Chernomorskogo biosferneho zapovednika [Bird Vertebrates of the Black Sea Biosphere Reserve (annotated species listings)]. *Vestnik zoologii — Bulletin of Zoology*, 30, 1, 19–38 [in Russian].
- Ardamatskaya, T.B. (2011). Sostoyanie redkih vidov ptits v nizovyah Dnepra [The status of rare bird species in lower reaches of the Dnieper River]. *Ridkisini y znykaiuchi ptakhy Pivnichno-Zakhidnoho Prychornomor'ia — In Rare and threatened species of the north-western part of the Black Sea region*, 7–14 [in Russian].
- Korolesova, D., Moskalenko, Yu., Nitochko, M., Selyunina, Z. & Tkachenko, P. (2019). Chuzhoridni vydy u fauni Chornomorskoho biosferneho zapovidnyka [Alien species in the fauna of the Black Sea (Chornomorskyi) Biosphere Reserve]. *GEO&BIO*, 17, 48–61 [in Ukrainian].
- Andryushchenko, Yu. & Popenko, V. (2017). Vplyv viiny na hidroekosystemy Ukrainy: pidsumky pershoho roku povnomasshtabnoho vtorhennia rosi (ohliad) [On the Black Stork records in the south of Left-bank Ukraine]. *Naukovi zapysky derzhavnogo pryrodoznavchoho muzeiu — Proceedings of the State Natural History Museum*, 33, 11–22 [in Ukrainian].
- Shupova, T. & Tytar, V. (2022). Long-term monitoring of the European roller (*Coracias garrulus*) in Ukraine: is climate behind the changes? *GEO&BIO*, 23, 154–171 [in English].
- Belik, V.P. (2006). Faunogenetic structure of the Palearctic avifauna. *Entomological Review*, 86, 15–31 [in English].
- Akimov, I.A. (Ed.). (2009). *Chervona knyha Ukrainy. Tvarynnyi svit [Red Data Book of Ukraine Animals]*. Kyiv [in Ukrainian].
- Preiss, E., Martin, J.-L. & Debussche, M. (1997). Consequences of agricultural abandonment on the vegetation and the avifauna in a mosaic of Mediterranean habitats. *Landscape Ecology*, 12, 51–61 [in English].
- Donald, P.F., Sanderson, F.J., Burfield, I.J. & Bommel, F.P.J. van (2006). Further evidence of continent-wide impacts of agricultural intensification on European farmland birds, 1990–2000. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 116 (3–4), 189–196 [in English].

20. Caplat, P. & Fonderflick, J. (2009). Area mediated shifts in bird community composition: a study on a fragmented Mediterranean grassland. *Biodiversity and Conservation*, 18 (11), 2979–2995 [in English].
21. Kamp, J., Urazaliev, R., Donald, P.F. & Hölzel, N. (2011). Post-Soviet agricultural change predicts future declines after recent recovery in Eurasian steppe bird populations. *Biological Conservation*, 144 (11), 2607–2614 [in English].
22. Klestov, N.L. (1991). *Formirovaniye okolovodnykh ornitokompleksov pod vliyaniyem gidrostroytel'stva (na primere r. Dnepr)* [Formation of near-water ornitho-complexes under the influence of hydro construction (on the example of the Dnieper River)]. Kiev [in Russian].
23. Marynych, O.M., Lanko, A.I., Shcherban, M.I. & Shishchenko, P.G. (1982). *Fizychna heohrafiia Ukrainskoi RSR* [Physical geography of the Ukrainian RSR]. Kyiv [in Ukrainian].
24. De Frutos, A., Olea, P.P. & Mateo-Tomás, P. (2015). Responses of medium- and large-sized bird diversity to irrigation in dry cereal agroecosystems across spatial scales. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 207, 141–152 [in English].

Стаття надійшла до редакції журналу 10.08.2023

ЛІСІВНИЧО-ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ ЗАПАСІВ ПОВАЛЕНОЇ МЕРТВОЇ ДЕРЕВИНИ У ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМАХ КАНІВСЬКОГО ПРИДНІПРОВ'Я

О.Ю. Чорнобров¹, М.В. Христецька²

¹Інститут агроєкології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: oleksandr.chornobrov@ukr.net; ORCID: 0000-0001-8251-15732

²Шацький національний природний парк
(с. Світазь, Ковельський р-н, Волинська обл., Україна)
e-mail: shnpp.park@gmail.com; ORCID: 0000-0002-2336-3889

Відмерла деревина є важливим компонентом лісових екосистем, який виконує низку екологічних функцій. Метою статті є вивчити лісівничо-екологічні особливості розподілу запасів поваленої мертвої деревини у лісових насадженнях Канівського Придніпров'я (Лісостеп України). Дослідження проведено за даними матеріалів лісовпорядкування. Установлено, що площа лісових насаджень, у яких під час лісовпорядкування виявлено повалену мертву деревину (захараченість), становила 2550,3 га, або 10,4%, від загальної вкритої лісом площі. Загалом захараченість було виявлено у лісо-станах 18 деревних видів загальним запасом 21255 м³. У насадженнях, де проводився облік захараченості, середній запас поваленої мертвої деревини у розрізі деревних видів становив від 5,0 м³·га⁻¹ до 17,8 м³·га⁻¹, загалом для всіх деревних видів — 8,5 м³·га⁻¹. У насадженнях переважаючих деревних видів — сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) та акації білої (*Robinia pseudoacacia* L.) середній запас захараченості становив 9,1 м³·га⁻¹ і 8,5 м³·га⁻¹, відповідно. У лісових насадженнях середній запас за трофотопами виявився найбільшим у грудях (дібровах) — 8,7 м³·га⁻¹, а найменшим — у борах 5,2 м³·га⁻¹. За гігروتопами середні запаси становили від 5,3 м³·га⁻¹ (сирі умови) до 11,0 м³·га⁻¹ (вологі умови). Захараченість виявлено у 16 з 32 типів лісу, які є у лісовому фонді досліджуваного об'єкта, з середнім запасом від 5,0 м³·га⁻¹ (вологий дубово-сосновий суббір, сирій чорновільховий сугруд) до 18,4 м³·га⁻¹ (вологий заплавної вербово-тополевої сугруд). Загалом середні запаси поваленої відмерлої деревини у лісових насадженнях є низькими, що може бути пов'язано з проведенням лісгосподарських заходів (рубками). Отримані нами дані є важливими для досліджень особливостей формування запасів деревного детриту у типах лісу Середнього Правобережного Придніпров'я України у контексті природоохоронних та захисних функцій мертвої деревини.

Ключові слова: деревний детрит, едатоп, тип лісу, захисні насадження.

ВСТУП

Відмерла деревина є ключовим компонентом лісових екосистем, що забезпечує виконання низки важливих процесів. Лежача мертва деревина, тобто відмерлі повалені дерева, стовбури та гілки дерев або їх фрагменти, які перебувають на поверхні лісової підстилки, є важливим типом деревного детриту у виконанні екосистемних функцій. Адже вона є сприятливим середовищем для природного поновлення мохоподібних, папоротеподібних та трав'янистих рослин [1–4]. Деревний детрит є також первинним місцем оселення

грибів, а також важливим середовищем для проростання насіння деревних порід [3; 5]. Згідно з даними наукових досліджень у деяких випадках природне поновлення лісів повністю залежить від наявності поваленої мертвої деревини [6; 7]. Тому мертва деревина є важливим субстратом для природного поновлення деревних видів, особливо в прохолодному кліматі та суворих умовах бореальних та гірських лісів [5].

Загалом повалені відмерлі дерева, стовбури або їх фрагменти, гілки формують важливі середовища існування та субстрати для значної частки (25%) видів флори і фауни у лісових екосистемах [5]. Саме

різноманітність породного складу відмерлої деревини, розмірів і стадій розкладу її компонентів забезпечують увесь спектр необхідних середовищ існування для збереження біорізноманіття лісів.

Повалена мертва деревина та лісова підстилка знижують випаровування вологи з ґрунту, помітно зменшують поверхневий стік — переводять його у внутрішньогрунтовий, що має важливе водорегулювальне значення [8]. Мертва деревина разом із лісовою підстилкою також сприяє фільтрації поверхневого стоку, що має важливе водозахисне значення [4]. На схилах повалена мертва деревина забезпечує стійкість ґрунтового покриву та самого схилу, запобігає або істотно сповільнює ерозію ґрунту [9].

Враховуючи важливі середовищотвірні та захисні функції мертвої деревини, вона постає важливим об'єктом наукових досліджень, зокрема і у лісах Канівського Придніпров'я у межах Середнього Правобережного Придніпров'я (Лісостеп України). Особливістю зазначеної території є наявність добре збережених природних лісових екосистем із багатим біорізноманіттям та захисних лісових насаджень, які в межах ландшафту розташовані посеред сільськогосподарських угідь. Захисні ліси було створено переважно в яружно-балкових системах для протидії ерозійним процесам, поширення яких набуло загрозливих масштабів у минулому столітті.

Територія Канівського Придніпров'я входить до складу Дніпровського екологічного коридору, в межах якого розташовані території природно-заповідного фонду та об'єкти Смарагдової мережі, які характеризуються особливими біотопно-екотопними характеристиками та в складі яких зберігається значна кількість популяцій зникаючих і рідкісних видів рослин [10]. До таких територій, передусім, належать Канівський природний заповідник, об'єкти Смарагдової мережі Михайлівський (Mykhailivskiy, UA0000256) та Долина р. Рось (Ros river valley, UA0000272).

Розташування в межах зазначеної території Канівсько-Ржищівського яружно-району також викликає інтерес щодо

дослідження функцій поваленої мертвої деревини у протиерозійних захисних лісових насадженнях за участю інтродуцента акації білої (*Robinia pseudoacacia* L.), а також місцевих видів, зокрема, сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) та дуба звичайного (*Quercus robur* L.). Нині актуальним є дослідження відпаду дерев у зазначених насадженнях та формування деревного детриту як важливого структурного елемента лісових екосистем, зокрема і його функціонування у протидії ерозійним процесам.

Саме тому нині важливо вивчити особливості розподілу запасів поваленої мертвої деревини у насадженнях Канівського Придніпров'я та охарактеризувати її природоохоронну й захисну значимість. Вивчення особливостей формування мертвої деревини є також актуальним, адже вона належить до пан'європейських індикаторів ведення лісового господарства на засадах збалансованого розвитку.

Мета роботи — проаналізувати лісівничо-екологічні особливості розподілу запасів поваленої мертвої деревини в лісових насадженнях Канівського Придніпров'я за даними матеріалів лісовпорядкування.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Більшість досліджень лісових екосистем на території Канівського Придніпров'я проведено у межах Канівського природного заповідника. Кількісні та якісні показники деревного детриту у грабових насадженнях природного походження на території зазначеного об'єкта природно-заповідного фонду досліджено у роботі [11]. Водночас, особливості формування деревного детриту у лісових насадженнях, зокрема і захисних, на решті досліджуваної території практично не висвітлено. Вивчення запасів мертвої деревини також проводилося у Придніпров'ї на північ — у Національному природному парку «Голосіївський» (власні дослідження). Еколого-типологічну оцінку лісової рослинності Середнього Придніпров'я висвітлено у роботі [12]. І.В. Соломаха та В.Л. Шевчик вивчали фітосозологічне значення об'єктів Смарагдової мережі Дніп-

ровського екологічного коридору в межах Лісостепу України, зокрема і на території Канівського Придніпров'я [10]. Оскільки в межах досліджуваної території є значна частка захисних лісів, низка вчених займалися вивченням їх лісівничо-екологічних особливостей та меліоративних, зокрема протиерозійних, властивостей. Зокрема, С.М. Дударець і В.М. Малюга досліджували лісівничо-екологічні особливості протиерозійних насаджень дуба звичайного [13] та акації білої [14], сосни звичайної [15]. Лісівничо-таксаційні показники захисних лісових насаджень сосни звичайної на еродованих землях Придніпров'я вивчали В.М. Хрик та ін. [16]. Також у роботі [17] висвітлено меліоративні властивості лісової підстилки дубових протиерозійних насаджень. Однак, формування мертвої деревини та її природоохоронне значення у різних за породним складом захисних лісових насадженнях Канівського Придніпров'я наразі недостатньо досліджено. Роль деревного детриту у протидії ерозійним процесам у межах зазначеної території є невивченою.

Отже, лісівничо-екологічні особливості розподілу запасів мертвої деревини у лісових екосистемах Канівського Придніпров'я досліджені недостатньо, а наукова проблема взаємозв'язку цих особливостей із природоохоронними функціями відмерлої деревини — наразі нерозв'язана. Значна представленість об'єктів Смарагдової мережі у зазначеному регіоні потребує детального вивчення відмерлої деревини у комплексі з дослідженнями екологічних особливостей та стану рослинного покриву.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Досліджувана територія розташована у північній частині Черкаської обл. За фізико-географічним районуванням вона належить до Букринсько-Канівського району Київської височинної області Подільсько-Придніпровського лісостепового краю Лісостепової недостатньо зволоженої зони Східноєвропейської рівнинної ландшафтної країни [18]. За геоботанічним районуванням вона розташована в межах Північного

Правобережно-Придніпровського округу грабово-дубових, дубових лісів, остепнених лук та лучних степів Української лісостепової підпровінції Східноєвропейської лісостепової провінції дубових лісів, остепнених лук і лучних степів Лісостепової підобласті (зони) Євразійської степової області [19]. У геоморфологічному відношенні територія є полого-гористою рівниною з чітко вираженими долинно-балковими зниженнями, характеризується типовими для цієї частини вказаного фізико-географічного району елементами розлогого балкового рельєфу, вкриті з поверхні вилугуваними чорноземами та сірими лісовими ґрунтами. Абсолютні висоти поверхні знаходяться в межах 124–195 м н. р. м. Густота яружно-балкової мережі на Канівщині досягає 0,4 км/км². Яри займають понад 12 тис. га, або 14% площі району. Глибина врізу ярів району Канівських локацій становить у середньому 35–40 м, хоча окремі з них досягають 90 м [20].

Для аналізу типів лісорослинних умов, типів лісу, видового складу деревостанів та запасів відмерлої деревини території дослідження було використано витяг із повидільної бази даних лісівничо-таксаційних показників лісових ділянок колишнього ДП «Канівський лісгосп» матеріалів лісовпорядкування ВО «Укрдержліспроект» [21]. Зазначене підприємство у 2021 р. було реорганізовано та приєднано до філії «Корсунь-Шевченківське ЛГ» ДП «Ліси України». Всього було проаналізовано лісівничо-таксаційні показники вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок загальною площею 24558,6 га на територіях п'яти лісництв: Бучацьке, Канівське, Михайлівське, Софіївське, Степанецьке. Аналіз типів лісорослинних умов і типів лісу було проведено за методиками української школи лісової типології [22; 23] програмними засобами MS Excel 2016.

Для визначення запасів поваленої мертвої деревини було відібрано лісові ділянки з повидільної бази даних лісівничо-таксаційних показників лісових ділянок, на яких під час лісовпорядкування виявлено повалену відмерлу деревину (захарашеність) [21]. Було сформовано таблицю від-

повідних досліджуваних лісових ділянок, обчислено зведені дані площ лісових ділянок та запасів деревного детриту у розрізі деревних видів, типів лісорослинних умов і типів лісу. Середній запас захараченості по деревних видах розраховували шляхом ділення загального запасу детриту на площу лісових насаджень відповідного деревного виду, в яких зосереджено запаси. Середній запас захараченості по типах лісу розраховували окремо шляхом ділення загального запасу детриту на площу лісових насаджень відповідного типу лісу, в яких зосереджено запаси. Аналогічним чином розраховано середні показники для груп трофотопів та гігротопів. Аналіз даних було здійснено за допомогою програмних засобів MS Excel 2016. Під час дослідження як допоміжні інструменти було використано картографічні матеріали Інтернет-ресурсів Google Maps. Застосовано такі методи дослідження: математичні, аналіз, порівняння.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У лісовому фонді досліджуваної території є чотири категорії лісів, серед яких переважають захисні (77,1%), значно менше експлуатаційних (10,4%) і рекреаційно-оздоровчих (7,2%), а найменше — лісів природоохоронного, наукового, історико-культурного призначення (5,3%) (табл. 1).

Середній запас захараченості виявився найвищим у захисних лісах — 8,8 м³·га⁻¹, найнижчим — у рекреаційно-оздоровчих

лісах — 5,1 м³·га⁻¹. В експлуатаційних лісах він становив 5,8 м³·га⁻¹, у лісах природоохоронного, наукового, історико-культурного призначення — 7,6 м³·га⁻¹.

Вкриті лісовою рослинністю лісові ділянки представлено 16 едатопами, що охоплюють усі групи трофності та рівні зволоження, за винятком дуже сухого (табл. 2).

Серед трофотопів переважають сугруди (судіброви) (9632,8 га, 39,23%), та груди (діброви) (8556,8 га, 34,84%), дещо менше суборів (6041,3 га, 24,6%), а найменш поширеними є бори (327,7 га, 1,33%). Серед гігротопів домінують свіжі умови (17447,9 га, 71,04%), значно меншу площі займають сухі (5316,1 га, 21,65%), а інші гігротопи мають незначні площі: вологі (1155,6 га, 4,71%), сирі (525,7 га, 2,14%), мокрі (113,6 га, 0,46%).

Лісові насадження утворено 40 видами деревних порід, серед яких переважає сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.) (9187,3 га, 37,40%), дещо меншу площу займає акація біла (*Robinia pseudoacacia* L.) (6730,5 га, 27,40%) та дуб звичайний (*Quercus robur* L.) (4695,5 га, 19,12%). Значно менші площі мають граб звичайний (*Carpinus betulus* L.) (1191,1 га, 4,85%), береза повисла (*Betula pendula* Roth.) (616,2 га, 2,51%), вільха чорна (*Alnus glutinosa* (L.) Gaerth.) (598,2 га, 2,44%), верба біла (*Salix alba* L.) (336,2 га, 1,37%). Площа насаджень інших деревних видів займають менше 1%. На вкритих лісовою рослинністю лісових ділянках виділено 32 типи лісу (табл. 3).

Таблиця 1. Розподіл площ, запасів деревостанів та захараченості за категоріями лісів

Категорії лісів	Деревостани		Захараченість	
	площа, га	запас, тис. м ³	площа, га	запас, тис. м ³
Захисні ліси	18933,7	3846,430	1975,9	17,456
Рекреаційно-оздоровчі ліси	1773,5	318,660	170,8	0,876
Ліси природоохоронного, наукового, історико-культурного призначення	1305,0	250,760	317,5	2,426
Експлуатаційні ліси	2546,4	570,210	86,1	0,497
Разом	24558,6	4986,060	2550,3	21,255

Примітка: сформовано автором із використанням даних матеріалів лісовпорядкування та результатів обчислень, виконаних автором.

Таблиця 2. Розподіл площі вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок за едатопами

Гіротопи	Трофотопи				Разом
	бори (А)	субори (В)	сугруди, судіброви (С)	груди, діброви (D)	
0	—	—	—	—	—
1	3,0	55,6	2858,4	2399,1	5316,1
2	324,7	5947,0	5327,3	5848,9	17447,9
3	—	38,1	971,4	146,1	1155,6
4	—	0,6	443,5	81,6	525,7
5	—	—	32,2	81,1	113,3
Разом	327,7	6041,3	9632,8	8556,8	24558,6

Примітка: сформовано автором із використанням даних матеріалів лісовпорядкування та результатів обчислень, виконаних автором.

Таблиця 3. Розподіл площі вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок за типами лісу

№ з/п	Назва типу лісу	Індекс типу лісу	Площа, га
1	Сухий сосновий бір	A ₁ -C	3,0
2	Свіжий сосновий бір	A ₂ -C	324,7
3	Сухий дубово-сосновий субір	B ₁ -дC	54,3
4	Сухий еродований дубово-сосновий субір	B ₁ -дCe	1,3
5	Свіжий дубово-сосновий субір	B ₂ -дC	5947,0
6	Вологий дубово-сосновий субір	B ₃ -дC	34,4
7	Вологий запланий тополевий субір	B ₃ -Тз	3,7
8	Сирий дубово-сосновий субір	B ₄ -дC	0,6
9	Суха грабова судіброва	C ₁ -гД	0,4
10	Суха пакленова судіброва	C ₁ -кпД	2858,0
11	Свіжа заплана берестово-пакленова судіброва	C ₂ -бр-кпДз	3,0
12	Свіжа грабова судіброва	C ₂ -гД	16,8
13	Свіжа еродована грабова судіброва	C ₂ -гДе	405,0
14	Свіжий грабово-дубово-сосновий сугруд	C ₂ -г-дC	324,2
15	Свіжа грабово-соснова судіброва	C ₂ -г-сД	4559,6
16	Свіжа заплана судіброва	C ₂ -Дз	18,7
17	Вологий запланий вербово-тополевий сугруд	C ₃ -верТз	335,6
18	Волога грабова судіброва	C ₃ -гД	50,8
19	Вологий грабово-дубово-сосновий сугруд	C ₃ -г-дC	34,2
20	Волога грабово-соснова судіброва	C ₃ -г-сД	550,2
21	Вологий липово-дубово-сосновий сугруд	C ₃ -л-дC	0,6
22	Сирий чорновільховий сугруд	C ₄ -Віл.ч.	419,4
23	Сирий запланий вербово-тополевий сугруд	C ₄ -верТз	24,1
24	Мокрий чорновільховий сугруд	C ₅ -Віл.ч.	32,2
25	Суха грабова діброва	D ₁ -гД	2399,1
26	Свіжа грабова діброва	D ₂ -гД	5848,9
27	Волога грабова діброва	D ₃ -гД	143,9
28	Вологий запланий тополевий груд	D ₃ -Тз	2,2
29	Сирий чорновільховий груд	D ₄ -Віл.ч.	78,8
30	Сира грабова діброва	D ₄ -гД	2,1
31	Сирий запланий тополевий груд	D ₄ -Тз	0,7
32	Мокрий чорновільховий груд	D ₅ -Віл.ч.	81,1
Разом			24558,6

Примітка: сформовано автором із використанням даних матеріалів лісовпорядкування та результатів обчислень, виконаних автором.

Переважають свіжий дубово-сосновий субір (5947,0 га, 24,21%), свіжа грабова діброва (5848,9 га, 23,81%), дещо менші площі займають свіжа грабово-соснова судіброва (4559,6 га, 18,56%), суха пакленова судіброва (2858,0 га, 11,64%), суха грабова діброва (2399,1 га, 9,77%), а інші типи лісу мають незначні площі (менше 5,0%).

Площа лісових насаджень, у яких під час лісовпорядкування виявлено повалену мертву деревину, становила 2550,3 га, або 10,4% від загальної вкритої лісом площі. Загалом захаращеність було відмічено у лісонастах 18 деревних видів. Загальний запас поваленої мертвої деревини у насадженнях сягав 21255 м³ (табл. 4).

Як видно з табл. 4, у досліджуваних лісових насадженнях середній запас поваленої мертвої деревини у розрізі деревних видів становить від 5,0 м³·га⁻¹ (берест, липа дрібнолиста, тополя чорна, ясени — звичайний та зелений) до 17,8 м³·га⁻¹ (верба біла), загалом для всіх деревних видів — 8,3 м³·га⁻¹. Основна частина запасу грубого деревного детриту (75,7%) зосереджена в насадженнях двох деревних видів — акації білої і сосни звичайної, які є переважаючими у лісовому фонді досліджуваного об'єкта. У лісових насадженнях із домінуванням у деревному ярусі сосни звичайної захаращеність виявлено на площі 760,0 га запасом 6900 м³, що сягає 29,8% від загаль-

Таблиця 4. Запаси поваленої мертвої деревини у лісових насадженнях

№ з/п	Переважаючий деревний вид насаджень	Площа насаджень, в яких виявлено захаращеність, га	Загальний запас захаращеності, м ³	Середній запас захаращеності, м ³ ·га ⁻¹
1	Акація біла (<i>Robinia pseudoacacia</i> L.)	1077,3	9192	8,5
2	Берест (<i>Ulmus minor</i> Mill.)	5,2	26	5,0
4	Береза повисла (<i>Betula pendula</i> Roth.)	51,2	476	9,3
4	Верба біла (<i>Salix alba</i> L.)	10,7	190	17,8
5	Вільха чорна (<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaerth)	53,4	383	7,2
6	Граб звичайний (<i>Carpinus betulus</i> L.)	217,7	1432	6,6
7	Дуб звичайний (<i>Quercus robur</i> L.)	270,4	1776	6,6
8	Клен гостролистий (<i>Acer platanoides</i> L.)	15,7	109	6,9
9	Клен ясенелистий (<i>Acer negundo</i> L.)	4,7	47	10,0
10	Липа дрібнолиста (<i>Tilia cordata</i> Mill.)	23,0	115	5,0
11	Осика (<i>Populus tremula</i> L.)	21,1	299	14,2
12	Сосна звичайна (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	760,0	6900	9,1
13	Сосна кримська (<i>Pinus pallasiana</i> (Lamb.) Holmboe)	1,0	15	15,0
14	Тополя канадська (<i>Populus canadensis</i> Moench)	9,8	148	15,1
15	Тополя чорна (<i>Populus nigra</i> L.)	1,3	6	5,0
16	Ялина європейська (<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst.)	0,3	3	10,0
17	Ясен звичайний (<i>Fraxinus excelsior</i> L.)	13,9	70	5,0
18	Ясен зелений (<i>Fraxinus lanceolata</i> Borkh.)	13,6	68	5,0
Разом		2550,3	21255	8,3

Примітка: сформовано автором із використанням даних матеріалів лісовпорядкування та результатів обчислень, виконаних автором.

ної площі насаджень, та 32,5% від загального запасу захаращеності в насадженнях, де проводився облік поваленої мертвої деревини. У насадженнях зазначеного деревного виду середній запас захаращеності становив $9,1 \text{ м}^3\text{-га}^{-1}$. У лісових насадженнях із переважанням акації білої захаращеність відмічено на площі 1077,3 га запасом 9192 м^3 . Отже, частка площі лісових насаджень зазначеного деревного виду від загальної площі насаджень, де здійснювався облік захаращеності становить 42,2%, для запасу відповідна частка — 43,2%. У насадженнях акації білої середній запас захаращеності сягав $8,5 \text{ м}^3\text{-га}^{-1}$.

У лісових насадженнях середній запас поваленої мертвої деревини за трюфотопами найбільшим був у грудях (дівровах) — $8,7 \text{ м}^3\text{-га}^{-1}$, а найменшим — у борах

$5,2 \text{ м}^3\text{-га}^{-1}$, займаючи проміжні значення у суборах — $7,2 \text{ м}^3\text{-га}^{-1}$ і сугрудах (судівровах) — $8,4 \text{ м}^3\text{-га}^{-1}$. За гігротопами у лісових насадженнях разом для всіх деревних видів середні запаси захаращеності були такими: для сухих умов — $9,1 \text{ м}^3\text{-га}^{-1}$, свіжих — $7,8 \text{ м}^3\text{-га}^{-1}$, вологих — $11,0 \text{ м}^3\text{-га}^{-1}$, сирих — $5,3 \text{ м}^3\text{-га}^{-1}$, мокрих — $9,1 \text{ м}^3\text{-га}^{-1}$.

Захаращеність виявлено в лісових насадженнях 16 типів лісу, проте найбільше її за запасом зосереджено у сухій пакленовій судіврові (6499 м^3 , або 30,6%), дещо менше — у свіжій грабовій діврові (5651 м^3 , або 26,6%), значно менше — у свіжій грабово-сосновій судіврові (2989 м^3 , або 14,1%), сухій грабовій діврові (2731 м^3 , або 12,8%) та свіжому дубово-сосновому суборі (2304 м^3 , або 10,8%) а в інших типах лісу її частка є незначною (табл. 5).

Таблиця 5. Розподіл площ лісових насаджень, де виявлено захаращеність, і її запасів за типами лісу

№ з/п	Назви типів лісу	Індекси типів лісу	Площа насаджень, га	Запас захаращеності	
				загальний, м^3	середній, $\text{м}^3\text{-га}^{-1}$
1	Свіжий сосновий бір	A2-С	17,7	92	5,2
2	Свіжий дубово-сосновий субір	B2-дС	316,9	2304	7,3
3	Вологий дубово-сосновий субір	B3-дС	11,9	60	5,0
4	Суха пакленова судіврова	C1-кпД	731,5	6499	8,9
5	Свіжа еродована грабова судіврова	C2-гДе	7,6	46	6,1
6	Свіжий грабово-дубово-сосновий сугруд	C2-г-дС	9,3	92	9,9
7	Свіжа грабово-соснова судіврова	C2-г-сД	403,5	2989	7,4
8	Волога грабова судіврова	C3-гД	0,4	4	10,0
9	Вологий грабово-дубово-сосновий сугруд	C3-г-дС	10,9	88	8,1
10	Вологий запланий вербово-тополевий сугруд	C3-верТз	14,7	270	18,4
11	Сирий чорновільховий сугруд	C4-Віл.ч.	25,2	126	5,0
12	Суха грабова діврова	D1-гД	284,0	2731	9,6
13	Свіжа грабова діврова	D2-гД	683,9	5651	8,3
14	Волога грабова діврова	D3-гД	4,6	46	10,0
15	Сирий чорновільховий груд	D4-Віл.ч.	1,8	18	10,0
16	Мокрий чорновільховий груд	D5-Віл.ч.	26,4	239	9,1
Разом		—	2550,3	21255	8,3

Примітка: сформовано автором із використанням даних матеріалів лісовпорядкування та результатів обчислень, виконаних автором.

За площею насаджень, де проводився облік захаращеності, найбільші частки мають суха пакленова судіброва (731,5 га, або 28,7%) та свіжа грабова діброва (683,9 га, або 27,0%), значно менші — свіжа грабово-соснова судіброва (403,5 га, або 15,8%), свіжа дубово-сосновий субір (316,9 га, або 12,4%) та суха грабова діброва (284,0 га, або 11,1%), а частки решти типів лісу є незначними. Середній запас поваленої мертвої деревини по типах лісу становить від $5,0 \text{ м}^3\cdot\text{га}^{-1}$ (вологий дубово-сосновий субір, сирий чорновільховий сугруд) до $18,4 \text{ м}^3\cdot\text{га}^{-1}$ (вологий заплавний вербово-тополевий сугруд). Для переважаючих типів лісу — свіжого дубово-соснового субору та свіжої грабової діброви середній запас сягав $7,3 \text{ м}^3\cdot\text{га}^{-1}$ і $8,3 \text{ м}^3\cdot\text{га}^{-1}$, відповідно.

Цікавим є розподіл запасів поваленої мертвої деревини у насадженнях переважаючого деревного виду — сосни звичайної за класами віку (табл. 6). Найвищі показники середніх запасів захаращеності виявились у наймолодших (I клас віку) та найстарших насадженнях (IX клас віку) — $15,9 \text{ м}^3\cdot\text{га}^{-1}$ і $14,6 \text{ м}^3\cdot\text{га}^{-1}$, відповідно. Досить низькими вони є у насадженнях VII та VIII класів віку — $7,4 \text{ м}^3\cdot\text{га}^{-1}$ і $5,2 \text{ м}^3\cdot\text{га}^{-1}$, відповідно. Загалом середні запаси поваленої мертвої деревини є дуже низькими

порівняно з середніми запасами рстучих деревостанів.

Автори досліджували запаси мертвої деревини у лісових екосистемах Канівського природного заповідника [11] і встановили, що у 130–140-річних грабових насадженнях природного походження середній запас поваленої мертвої деревини становить $30,6 \text{ м}^3\cdot\text{га}^{-1}$. Згідно з даними власних досліджень у лісових екосистемах НПП «Голосіївський» та НПП «Слобожанський», де здійснювався облік захаращеності під час лісовпорядкування, її середній запас становив $6,7 \text{ м}^3\cdot\text{га}^{-1}$ і $5,6 \text{ м}^3\cdot\text{га}^{-1}$, відповідно. У НПП «Голосіївський» середній запас мертвої деревини у свіжому дубово-сосновому суборі сягав $13,6 \text{ м}^3\cdot\text{га}^{-1}$, у свіжій грабовій діброві — $7,5 \text{ м}^3\cdot\text{га}^{-1}$.

Автори праці [24] досліджували залежність між запасами мертвої деревини та іншими лісівничо-таксаційними показниками насаджень в умовах Польщі за даними пробних площ. Було встановлено, що запас мертвої деревини збільшується з підвищенням родючості лісової ділянки як в експлуатаційних лісах, так і на природоохоронних територіях (національних парках та заповідниках). Вплив вологості був статистично значущим лише для експлуатаційних лісів. Також було визначено, що запас мертвої деревини збільшується з

Таблиця 6. Розподіл площ насаджень сосни звичайної і запасів захаращеності у них за класами віку**

Класи віку (років)	Площа насаджень, га	Загальний запас захаращеності, м^3	Середній запас захаращеності, $\text{м}^3\cdot\text{га}^{-1}$	Середній запас деревостану, $\text{м}^3\cdot\text{га}^{-1}$ *
3 (21–30)	31,2	497	15,9	146
4 (31–40)	126,7	1170	9,2	200
5 (41–50)	189	2036	10,8	263
6 (51–60)	125,1	1192	9,5	329
7 (61–70)	177,2	1310	7,4	349
8 (71–80)	98	508	5,2	372
9 (81–90)	12,8	187	14,6	334
Разом	760,0	6900	9,1	279

Примітка: * середній запас деревостану наведено для усіх насаджень деревного виду відповідного класу віку (незалежно від наявності захаращеності) на території дослідження. ** Сформовано автором із використанням даних матеріалів лісовпорядкування та результатів обчислень, виконаних автором.

віком деревостану для усіх категорій лісів. В експлуатаційних лісах зазначений показник становив від $1,6 \text{ м}^3\text{-га}^{-1}$ (1–20 років) до $9,7 \text{ м}^3\text{-га}^{-1}$ (120–160 років). Схожа залежність була відмічена і для запасу ростучого деревостану, однак лише для експлуатаційних лісів. Запас мертвої деревини у рівнинних умовах у лісах природоохоронних територій ($26,9 \text{ м}^3\text{-га}^{-1}$) значно перевищував показник для експлуатаційних лісів ($4,1 \text{ м}^3\text{-га}^{-1}$), а різниця виявилася статистично значущою [24].

Отже, можна зробити висновок, що одержані нами дані щодо запасів мертвої деревини в лісах Канівського Придніпров'я загалом узгоджуються з результатами інших подібних досліджень. Як і очікувалося, середні запаси мертвої деревини у лісових насадженнях, де проводяться лісогосподарські заходи, зазвичай не перевищують $10,0 \text{ м}^3\text{-га}^{-1}$, і вони є значно нижчими порівняно з лісовими екосистемами, що розвиваються без втручання людини. Згідно з отриманими нами даними виявлено чіткий тренд збільшення середніх запасів захарашеності з підвищенням трофності лісової ділянки, що повністю узгоджується з результатами досліджень [24].

Захарашеність у досліджуваному об'єкті виявлено лише на 10,4% вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок, що є надзвичайно низьким показником. На решті територій, ймовірно, взагалі відсутній повалений грубий деревний детрит, тому його середні запаси загалом для досліджуваного об'єкта є вкрай низькими. Водночас, проаналізовані нами дані матеріалів лісовпорядкування є орієнтовними, що надають лише загальну інформацію про наявність мертвої деревини у лісовому фонді досліджуваного об'єкта. Для проведення більш поглиблених досліджень запасів деревного детриту та особливостей його формування необхідні детальні польові дані.

Нині дискусійним є питання щодо мінімальних запасів деревного детриту у лісових екосистемах [5]. Водночас, більшість науковців вважають, що такі запаси повинні забезпечувати середовища існування для всіх видів, які є залежними від

мертвої деревини у конкретному лісовому насадженні. Очевидно, що низькі запаси деревного детриту не можуть забезпечити повноцінне виконання його функцій у лісовій екосистемі.

На формування запасів деревного детриту у лісових екосистемах впливає низка чинників, серед яких породний склад і запас насаджень, вікова структура деревостанів, інтенсивність і частота стихійних природних явищ (вітровали, вітроломи і сніголоми тощо) у регіоні, вплив біотичних чинників, а також вплив антропогенної діяльності. Лісогосподарська діяльність розглядається як один із важливих чинників, які впливають на запаси деревного детриту.

Проаналізувавши можливий вплив зазначених чинників, вважаємо, що основною ймовірною причиною низьких запасів мертвої деревини у досліджуваному лісовому фонді є вплив лісогосподарської діяльності, а саме проведення вибіркового санітарних рубок та ліквідації захарашеності, а також рубок догляду. Враховуючи, що на досліджуваних територіях переважають саме захисні насадження, а також розташовані об'єкти Смарагдової мережі, лісогосподарські заходи мають проводитися з врахуванням важливого природоохоронного, екологічного та захисного значення мертвої деревини у лісових екосистемах.

ВИСНОВКИ

Отже, досліджено лісівничо-екологічні особливості запасів поваленої мертвої деревини у лісових насадженнях Канівського Придніпров'я. Захарашеність виявлено у насадженнях 18 з 40 деревних видів, у 16 з 32 типів лісу, які є у лісовому фонді досліджуваного об'єкта. Середній запас поваленої відмерлої деревини у лісових насадженнях ($8,3 \text{ м}^3\text{-га}^{-1}$) є низьким, що може бути пов'язано з проведенням лісогосподарських заходів, під час яких прибираються повалені дерева. Отримані нами дані можуть бути використані під час досліджень особливостей формування запасів деревного детриту у типах лісу Середнього Правобережного Придніпров'я (Лісостеп

України) та його значення у збереженні біорізноманіття. Вони також можуть бути застосовані під час вивчення ролі мертвої

деревини у протидії ерозійним процесам у захисних насадженнях яружно-балкової мережі Канівського Придніпров'я.

ЛІТЕРАТУРА

- Harmon M.E., Franklin J.F., Swanson, F.J. et al. Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. *Advances in ecological Research*. 1986. No 15. P. 133–302. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0065-2504\(03\)34002-4](https://doi.org/10.1016/S0065-2504(03)34002-4).
- Szewczyk J. and Szwagrzyk J. Tree regeneration on rotten wood and on soil in oldgrowth stand. *Vegetatio*. 1991. Vol. 122. No. 1. P. 37–46.
- Hofgaard A. Structure and regeneration patterns in a virgin Picea abies forest in northern Sweden. *Journal of Vegetation Science*. 1993. Vol. 4. P. 601–608.
- Соломаха І.В., Соломаха В.А., Тимочко І.Я., Чорнобров О.Ю. Еколого-економічні функції захисних лісових насаджень у наданні екосистемних послуг: метод. реком. / за ред. О.І. Фурличка. Київ, 2020. 31 с.
- Merganicova K., Merganic J., Svoboda M. et al. Deadwood in Forest Ecosystems. *Forest Ecosystems – More than Just Trees* / Blanco J., Lo Y. (Eds.) IntechOpen. 2012. P. 81–108. DOI: <https://doi.org/10.5772/31003>. URL: <https://www.intechopen.com/books/forest-ecosystems-more-than-just-trees/deadwood>.
- Narukawa Y., Iida S. and Tanouchi H. State of fallen logs and the occurrence of conifer seedlings and saplings in boreal and subalpine old-growth forests in Japan. *Ecological Research*. 2003. Vol. 18. P. 267–277.
- Takahashi M., Sakai Y., Ootomo R. and Shiozaki M. Establishment of tree seedlings and water-soluble nutrients in coarse woody debris in an old-growth Picea-Abies forest in Hokkaido, northern Japan. *Canadian Journal of Forest Research*. 2000. Vol. 30. P. 1148–1155.
- Свириденко В.Є., Бабіч О.Г., Киричок Л.С. Лісівництво: підруч. / за ред. В.Є. Свириденка. Київ: Артстей, 2005. 544 с.
- Stevens V. The ecological role of coarse woody debris: an overview of the ecological importance of CWD in B.C. forests. Res. Br., B.C. Min. For., Victoria, B.C. 1997. Work. 30. 26 p.
- Соломаха І.В., Шевчик В.Л. Фітосозологічне значення об'єктів смарагдової мережі Дніпровського екологічного коридору в межах Лісостепу України. *Біологічні системи*. 2020. Т. 12. Вип. 1. С. 72–83. DOI: <https://doi.org/10.31861/biosystems> 2020.01.072.
- Чорнобров О.Ю., Шевчик В.Л., Соломаха І.В. Кількісні та якісні показники грубого детриту у лісах з домінуванням *Carpinus betulus* L. Канівського природного заповідника. *Агроекологічний журнал*. 2021. № 1. С. 42–53. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2021.227238>.
- Соломаха І.В., Чорнобров О.Ю. Еколого-типологічна оцінка лісової рослинності Середнього Придніпров'я (Лісостеп України). *Агроекологічний журнал*. 2021. № 2. С. 7–18. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2021.234448>.
- Малюга В.М., Дударець С.М. Особливості використання дуба звичайного у протиерозійних лісових насадженнях. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер.: Лісівництво та декоративне садівництво*. 2014. Вип. 198(2). С. 190–197. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnuu_lis_2014_198%282%29__33.
- Малюга В.М., Дударець С.М. Особливості використання робіни псевдоакації у протиерозійних насадженнях. *Лісове і садово-паркове господарство*. 2019. № 15. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/lis/article/view/13146>.
- Малюга В.М., Дударець С.М. Лісівничо-меліоративні властивості сосни звичайної та їх використання у протиерозійних насадженнях. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер.: Лісівництво та декоративне садівництво*. 2015. Вип. 219. С. 168–175. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnuu_lis_2015_219_26.
- Хрик В.М., Левандовська С.М. Лісівничо-таксаційна оцінка захисних лісових насаджень сосни звичайної на еродованих землях Придніпров'я. *Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва*. 2012. № 4. С. 207–211. URL: <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/11618>.
- Крилов Я.І. Меліоративна характеристика лісової підстилки дубових протиерозійних насаджень. *Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України*. 2013. Вип. 23.17. С. 43–48. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnlut_2013_23.17_9.
- Екологічна енциклопедія: у 3 т. / за ред. А.В. Толстоухов. Київ: ТОВ «Центр екологічної освіти та інформації», 2007. Т. 1: А–Е. 432 с.
- Національний атлас України / за ред. Л.Г. Руденка. Київ: ДНВП «Картографія», 2008. 440 с.
- Шевчик В.Л., Борисенко М.М., Соломаха І.В., Соломаха В.А. Особливості використання лісових насаджень Середнього Придніпров'я з участю *Robinia pseudoacacia* як сировинний угіддя для бджільництва. *Агроекологічний журнал*. 2022. № 2. С. 55–63. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2022.263317>.
- Дані з повидільної бази даних лісівничо-таксаційних показників лісових ділянок ДП «Канівський лісгосп». ВО «Укрдержліспроект», 2023.
- Погребняк П.С. Основы лесной типологии. К.: Изд-во АН УССР, 1955. 456 с.

23. Остапенко Б.Ф., Ткач В.П. Лісова типологія. Харків: Вид-во Харків. держ. аграр. ун-ту ім. В.В. Докучаєва, 2002. 204 с.
24. Bujoczek L., Bujoczek M. and Zięba S. How much, why and where? Deadwood in forest ecosystems: The

case of Poland. *Ecological Indicators*. 2021. Vol. 121. 107027. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107027>. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X20309663>.

REFERENCES

1. Harmon, M.E., Franklin, J.F., Swanson, F.J. et al. (1986). Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. *Advances in ecological Research*, 15, 133–302. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0065-2504\(03\)34002-4](https://doi.org/10.1016/S0065-2504(03)34002-4) [in English].
2. Szewczyk, J. & Szwagrzyk, J. (1991). Tree regeneration on rotten wood and on soil in oldgrowth stand. *Vegetatio*, 122 (1), 37–46 [in English].
3. Hofgaard, A. (1993). Structure and regeneration patterns in a virgin Picea abies forest in northern Sweden. *Journal of Vegetation Science*, 4, 601–608 [in English].
4. Solomakha, I.V., Solomakha, V.A., Tymochko, I.Ya, Chornobrov, O.Yu. & Furdychko, O.I. (Eds.). (2020). *Ekolo-ho-ekonomichni funktsii zakhysnykh lisovykh nasadzen u nadanni ekosystemnykh posluh (metodychni rekomendatsii) [Ecological and economic functions of protective forests in the provision of ecosystem services (methodological recommendations)]*. Kyiv [in Ukrainian].
5. Merganicova, K., Merganic, J., Svoboda, M., Blanco, J. & Lo, Y. (Eds.) (2012). Deadwood in Forest Ecosystems. *Forest Ecosystems — More than Just Trees*, 81–108. DOI: <https://doi.org/10.5772/31003>. URL: <https://www.intechopen.com/books/forest-ecosystems-more-than-just-trees/deadwood> [in English].
6. Narukawa, Y., Iida, S. & Tanouchi, H. (2003). State of fallen logs and the occurrence of conifer seedlings and saplings in boreal and subalpine old-growth forests in Japan. *Ecological Research*, 18, 267–277 [in English].
7. Takahashi, M., Sakai, Y., Ootomo, R. & Shiozaki, M. (2000). Establishment of tree seedlings and water-soluble nutrients in coarse woody debris in an old-growth Picea-Abies forest in Hokkaido, northern Japan. *Canadian Journal of Forest Research*, 30, 1148–1155 [in English].
8. Svyrydenko, V.Ye. (Ed.), Babich, O.H., Kyrychok, L.S. (2005). *Lisivnytstvo [Silviculture]*. Kyiv [in Ukrainian].
9. Stevens, V. (1997). The ecological role of coarse woody debris: an overview of the ecological importance of CWD in B.C. forests, 30, 26 [in English].
10. Solomakha, I.V. & Shevchyk, V.L. (2020). Fitosozologichne znachennia ob'ektiv smaragdovoi merezhi Dniprovskoho ekolohichnoho korydoru v mezhakh Lisostepu Ukrainy [Phytosociological significance of Emerald network objects of Dnipro ecological corridor within the boundaries of the Forest-steppe of Ukraine]. *Biologhichni systemy — Biological systems*, 12 (1), 72–83. DOI: <https://doi.org/10.31861/biosystems2020.01.072> [in Ukrainian].
11. Chornobrov, O.Iu., Shevchyk, V.L. & Solomakha, I.V. (2021). Kilkisni ta yakisni pokaznyky hruboho detrytu u lisakh z dominuvanniam *Carpinus betulus* L. Kanivskoho pryrodnoho zapovidnyka [Quantitative and qualitative attributes of dead wood in dominated by *Carpinus betulus* L. forests in Kaniv Nature Reserve]. *Ahroekolohichni zhurnal — Agroecological journal*, 4, 42–53. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2021.227238> [in Ukrainian].
12. Solomakha, I.V. & Chornobrov, O.Yu. (2021). Ekolo-ho-typolohichna otsinka lisovoi roslynnosti Serednoho Prydniprov'ia (Lisostep Ukrainy) [Ecological and typological assessment of forest vegetation of the Middle Dnieper (Forest-steppe of Ukraine)]. *Ah-roekolohichni zhurnal — afroecological journal*, 2, 7–18. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2021.234448> [in Ukrainian].
13. Malyuga, V.M. & Dudarets, S.M. (2014). Osoblyvosti vykorystannia duba zvychainoi u protyeroziynykh lisovykh nasadzheniakh [The peculiarities of the use of oak stands in erosion control plantations]. *Naukovyi visnyk NUBIP Ukrainy. Seria: Lisivnytstvo ta dekoratyvne sadivnytstvo — Scientific Bulletin of NULES of Ukraine. Series: Forestry and park gardening*, 198 (2), 190–197. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnu_lis_2014_198%282%29_33 [in Ukrainian].
14. Malyuga, V.M. & Dudarets, S.M. (2019). Osoblyvosti vykorystannia robinii psevdoakatsii u protyeroziynykh nasadzheniakh [Peculiarities of use black locust in erosion control stands]. *Lisove i sadovo-parkove hospodarstvo — Forestry and landscape gardening*, 15. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/lis/article/view/13146> [in Ukrainian].
15. Maliuha, V.M. & Dudarets, S.M. (2015). Lisivnycho-melioratyvni vlastyvi sosny zvychainoi ta yikh vykorystannia u protyeroziynykh nasadzheniakh [Forestry and reclamation properties of Scots pine and their use in anti-erosion stands]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Seria: Lisivnytstvo ta dekoratyvne sadivnytstvo — Scientific Bulletin of the National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine. Series: Forestry and decorative horticulture*, 219, 168–175. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnu_lis_2015_219_26 [in Ukrainian].
16. Khryk, V.M. & Levandovska, S.M. (2012). Levandovskaia Lisivnycho-taksatsiina otsinka zakhysnykh lisovykh nasadzen sosny zvychainoi na erodovanykh zemliakh Prydniprov'ia [Evaluation of forest protective stands of scotch pine on the eroded lands in Dnieper zone]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu imeni V.V. Dokuchaeva — Bulletin of Kharkiv National Agrarian University named after V.V. Dokuchaev*, 4, 207–211. URL: <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/11618> [in Ukrainian].

17. Krylov, Ya.I. (2013). Melioratyvna kharakterystyka lisovoi pidstylky dubovykh protyeroziinykh nasadzen [Ameliorative characteristics of the forest litter of oak anti-erosion plantations]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho lisotekhnichnoho universytetu Ukrainy — Scientific bulletin of UNFU*, 23.17, 43–48. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvntu_2013_23.17_9 [in Ukrainian].
18. Tolstoukhov, A.V. (Ed.) (2007). Ekolohichna entsyklopediia: u 3 t. [Environmental Encyclopedia: in 3 vol.]. (Vol. 1: A–E). Kyiv [in Ukrainian].
19. Rudenko, L.G. (Ed.). (2008). *Natsionalnyi atlas Ukrainy [National atlas of Ukraine]*. Kyiv [in Ukrainian].
20. Shevchyk, V., Borysenko, M., Solomakha, I. & Solomakha, V. (2022). Osoblyvosti vykorystannia lisovykh nasadzen serednoho prydniprov'ia z uchastiu *Robinia pseudoacacia* yak syrovynnykh uhid dlia bdzhilnytstva [Peculiarities of the Middle Prydniprov'ia forest plantations use with the participation of *Robinia pseudoacacia* as raw material land for beekeeping]. *Ahroeklohichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 2, 55–63. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2022.263317> [in Ukrainian].
21. VO «Ukrderzhlisproekt». (2023). *Dani z povydilnoi bazy danykh lisivnycho-taksatsiinykh pokaznykiv lisovykh dilianok DP «Kanivskiy lishosp» (elektronnyi fail) [Data from the database of forestry indicators of forest plots of the State Enterprise «Kanivskiy Lishosp» (electronic file)]* [in Ukrainian].
22. Pohrebniak, P.S. (1955). *Osnovy lesnoy tipologii [Fundamentals of forest typology]*. Kyiv [in Russian].
23. Ostapenko, B.F. & Tkach, V.P. (2002). *Lisova typolohiia [Forest typology]*. Kharkiv [in Ukrainian].
24. Bujoczek, L., Bujoczek, M. & Zięba, S. (2021). How much, why and where? Deadwood in forest ecosystems: The case of Poland. *Ecological Indicators*, 121, 107027. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107027>. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X20309663> [in English].

Стаття надійшла до редакції журналу 26.08.2023

ВМІСТ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ДІГЕСТАТІ З ПОБІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ ПТАХІВНИЦТВА

Ю.В. Подоба, В.О. Пінчук, О.В. Тертична, О.І. Мінералов, В.І. Дешко

Інститут агроєкології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)

e-mail: 2375797@gmail.com; ORCID: 0000-0003-1000-7946

e-mail: pinchuk_yo@ukr.net; ORCID: 0000-0003-0646-1580

e-mail: olyater@ukr.net; ORCID: 0000-0002-9514-2858

e-mail: mineralovo@gmail.com; ORCID: 0000-0002-6384-1080

e-mail: deshko_v@ukr.net; ORCID: 0000-0002-0219-9311

Визначено вміст важких та інших металів, які мають санітарний статус «шкідливих речовин» у різних національних та європейських стандартах і настановах якості, у побічній продукції птахівництва й продуктів її перероблення — дігестаті з біогазової установки. Обґрунтовано доцільність аналізу хімічного складу органічної сировини за різними етапами технологічного процесу для отримання якісного органічного добрива на основі дігестату з біогазових станцій. Проведено гранулювання твердої фракції дігестату для отримання гранульованого органічного добрива, що дало змогу вдосконалити процес переробки побічних продуктів тваринного походження. Маса гранульованого сухого продукту становить 23,1% від маси нативного дігестату з біогазової станції. Лабораторним аналізом гранульованого дігестату визначено відповідність санітарним нормам щодо органічних добрив, дозволених для застосування у класичному і органічному землеробстві. Встановлено, що відповідно до ДСТУ 4944:2008 масова частка важких металів кадмію, свинцю і кобальту у 285, 342 і 1795 разів відповідно менша за допустиму концентрацію для агрохімікатів в Україні, а міді і цинку — менша у 17 та 19 разів. За міжнародними нормами фактична концентрація кадмію, свинцю та міді менша у 14, 205 і 13 разів за гранично допустимі рівні. Фактичний вміст у % від допустимого значення токсикологічних показників органічної суміші, яку згідно з ДСТУ 7527:2014 дозволено використовувати як добриво у сільському та лісному господарствах, у зелену будівництві та для рекультивації земель, становить: залізо — 4,7%, кадмій — 0,5%, кобальт — 0,4%, марганець — 6,9%, мідь — 3,1%, свинець — 0,2%.

Ключові слова: органічні добрива, пташиний послід, дігестат, побічні продукти птахівництва, ґрунт, Регламент (ЄС) 2019/1009, гранично допустима концентрація.

ВСТУП

Розглядаючи вплив галузі тваринництва на навколишнє природне середовище, необхідно констатувати, що сільськогосподарські підприємства з утримання тварин щороку мають значні обсяги побічних продуктів виробництва.

Практика поводження з побічними продуктами тваринництва переважно базується на внесенні їх у ґрунт після компостування. Однак останнім часом фермери активно вкладали кошти в будівництво комплексів для отримання біогазу з побічних продуктів агровиробництва. Водночас, проблема поводження з побічними продук-

тами не втратила актуальності і перейшла на інший рівень — розробка технологій утилізації або поводження з побічними продуктами біогазових станцій. Дігестат, що утворюється після анаеробного зброджування органічної речовини, є продуктом мікробіологічної трансформації гною і придатний до внесення у ґрунт як органічне добриво за умови його відповідності санітарно-гігієнічним вимогам, зокрема до мікробіологічного складу та вмісту важких металів.

Тому метою досліджень є аналіз вмісту важких металів та інших шкідливих речовин у дігестаті з пташиного посліду згідно з міжнародними і українськими санітарно-гігієнічними нормами, а також обґрунту-

вання граничних санітарно допустимих доз внесення.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Згідно з останніми законодавчими ініціативами [1], вимоги щодо проведення державної реєстрації пестицидів та агрохімікатів не поширюються на дігестат, що утворюється в біогазових установках і використовується як органічне добриво чи покращувач ґрунту. Також цей закон містить визначення поняття дігестату, яке вважаємо за необхідне повністю процитувати із тексту закону [1]: «дігестат, що утворюється в біогазових установках, — залишки сировини, побічних продуктів та відходів тваринного або рослинного походження, в суміші або ні, що утворюються в результаті контрольованого процесу анаеробного зброджування з виділенням біогазу, що відповідає вимогам, встановленим Регламентом (ЄС) 2019/1009 Європейського Парламенту та Ради від 5 червня 2019 р. про встановлення правил розміщення на ринку добрив ЄС». Щодо згаданого вище Регламенту ЄС [2], на який посилається закон [1] як до настанови з якості дігестату, то цей Регламент встановлює вимоги до якості органічних добрив, як до товару, з метою їх комерсyalізації та торгівлі у межах ЄС. Однак у Регламенті (ЄС) 2019/1009 не виділено переліку важких металів та норми окремо для дігестатів, а у загальних розділах про органічні добрива і покращувачі ґрунту нормується вміст таких забруднювачів: кадмій — 1,5 мг/кг (2 мг/кг для покращувачів ґрунту), шестивалентний хром — 2, ртуть — 1, нікель — 50, свинець — 120, неорганічний арсеній — 40 мг/кг [2].

Міжнародна практика використання продуктів біогазових станцій після анаеробного зброджування як органічного добрива або покращувача ґрунту переважно спрямована на внутрішнє споживання для власних потреб, і є аналогічною класичним компостам, що не передбачає обов'язкові дослідження якості та сертифікацію, якщо власник вносить дігестат на поля в межах свого господарства [3]. Од-

нак, низка настанов якості ЄС щодо органічних добрив містять норми добровільної сертифікації, де регламентуються бажані показники механічного, мікробіологічного і хімічного складу. Також, у багатьох країнах світу на основі цих регламентів ISO, розробляються державні настанови з якості органічних добрив із дігестатів біогазових комплексів [4; 5]. Наразі, все зводиться до того, що тільки дігестат високої якості може бути сертифікований як органічне добриво [6; 7].

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Хімічний аналіз перепелиного посліду і рідкого дігестату проведено у Житомирській філії ДУ «Держґрунтохорона», твердої фракції — в Українській лабораторії якості і безпеки продукції агропромислового комплексу Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Визначення масової частки загально-го магнію (Mg), міді (Cu), свинцю (Pb), кадмію (Cd), кобальту (Co), кальцію (Ca), марганцю (Mn), цинку (Zn) та заліза (Fe) згідно з РМ.УЛ.5.4–90 «Визначення вмісту масової частки Ca, Cu, Fe, Mg, Mn, K, Na та Zn в органічних та мінеральних добривах методом атомно-абсорбційної спектроскопії».

Визначення масової частки алюмінію (Al), натрію (N), стронцію (Sr), нікелю (Ni) і хрому (Cr) згідно з РМ.УЛ.5.4–100 «Визначення вмісту елементів (Ag, Al, B, Ba, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Sr, Tl, Zn, Be, Mo, Se, Ti, V, AS, Hg, S, P) методом атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно-зв'язаною плазмою».

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Одним із субстратів для отримання органічних добрив є продукти анаеробного мікробіологічного перетворення органічної речовини пташиного посліду, що відбувається у біогазових установках. Внаслідок метанового бродиння пташиного посліду утворюється рідкий суспендований

продукт (дігестат), склад якого характеризується набутими завдяки діяльності анаеробних мікроорганізмів новими хімічними особливостями.

У міжнародних настановах і регламентах, як основні санітарно-гігієнічні показники щодо дігестатів біогазових комплексів для їх використання як органічних добрив, виділяють мікробіологічні показники і вміст хімічних елементів, які прийнято називати важкими металами. Серед інших показників якості дігестату також встановлюються норми до механічного забруднення (подрібнений пластик, скло, метал — до 3 г/кг мікроскопічних частинок розміром понад 2 мм, загальний вміст з іншими твердими включеннями — до 5 г/кг), наявності насіння бур'янів (до 2-х схожих насінин на 1 л (або 1 кг) дігестату), та до наявності органічних забруднювачів. У зв'язку із високою вартістю лабораторного аналізу органічних забруднювачів, контроль якості дігестату на практиці зводиться до контролю походження та якості сировини. Насіння ж бур'янів упродовж 7 діб переважно втрачають схожість за термічних умов мезофільного процесу під час отримання біогазу [7].

Термін «важкі метали», який пов'язують зі шкідливим впливом хімічних елементів на довкілля і живих організмів [8], використовується для характеристики безпеки окремих сполук цих елементів [9].

В екології цей термін асоціюється з забруднювачами на основі сполук таких елементів періодичної таблиці, як ртуть (Hg), свинець, кадмій, нікель, хром, кобальт, мідь, цинк, миш'як (As), фтор (F), селен (Se) та ін. Використання терміна «важкі метали» раніше пов'язували із виявленням шкідливих впливів на довкілля, які спричиняють метали: кадмій, ртуть і свинець, які є важкими за залізо за атомною масою та за густиною [9]. Однак, згодом термін «важкі метали» став змістовнішим як за кількістю хімічних елементів, так і за тлумаченням. Наразі деякі елементи, які об'єднуються в загальну назву «важкі метали», навіть не є металами, наприклад F і Se, а Cr є легшим Fe і не може назива-

тися важким за фізичними властивостями атому [10]. Такі метали, як Zn, Cu і Cr належать до «важких металів» з ярликом «шкідливих або забруднюючих», проте з точки зору агрономії є мікроелементами живлення рослин. Pb, Cd, Ni і Hg не беруть участі у фізіологічних процесах живлення рослин, але мають здатність до поглинання їх рослинами і накопичення у вегетативних та генеративних органах [6].

З точки зору аграрного виробництва, якщо розглядати ґрунт як субстрат для вирощування сільськогосподарських рослин, основну увагу щодо безпеки окремих хімічних елементів в органічних добривах доцільно акцентувати на тих елементах, що не беруть участі у живленні рослин і не є хімічними агентами, що впливають на фізіологічні процеси рослин. Оскільки переважна більшість важких металів є мікроелементами у живленні рослин, вони потрапляють із ґрунту до складу зерна — далі у корми, гній і дігестат, то виникає питання про доцільність контролю таких важких металів за умови внесення дігестату назад у ґрунт як органічного добрива. Схоже, що такий підхід реалізовано у Регламенті (ЄС) 2019/1009, де обмеження щодо вмісту важких металів стосуються лише Cd, шестивалентного Cr, Hg, Ni, Pb і неорганічного As [2].

Санітарні норми щодо допустимого рівня надходження шкідливої речовини у ґрунт з агрохімікатами, в т. ч. і органічними добривами, у міжнародних і українських настановах якості [2; 11] рекомендовано мінімум 5 (для ЄС) або 7 (для України) чинних показників вмісту хімічних елементів, значення яких наведені у *табл. 1*. В українських нормативах якості органічних добрив, на відміну від європейських, перелік елементів, які підлягають контролю, містить F і Co, проте відсутні Hg, Cr і As.

Методика розрахунків у ДСТУ 4944: 2008 вказує на те, що допустимі концентрації металів в агрохімікатах мають корегуватися залежно від фонових та гранично допустимих концентрацій (ГДК) у ґрунті, що залежить від стійкості ґрунту до за-

Таблиця 1. Обмеження щодо вмісту важких металів у речовинах, що вносяться у ґрунт, мг/кг

Назва важкого металу	Національні стандарти різних країн ЄС [12]	Бажані норми по ЄС з 2025 р., не більше [12]	Обмеження в Україні [11] залежно від дози внесення добрив у ґрунт**		Обмеження в ЄС для комерційного використання [2]***
			3 т/га	1 т/га	
Cd	1–20	2	40	120	1,5
Pb	80–750	300	500	1700	120
Hg	0,6–16	3	н/р*	н/р*	1
Ni	30–300	100	1400	4700	50
Zn	200–3000	1500	7000	25000	н/р*
Cu	75–1000	600	800	2900	н/р*
Cr	75–1000	600	н/р*	н/р*	н/р*
Co	н/р*	н/р*	700	2100	н/р*
F	н/р*	н/р*	3000	9000	н/р*
As	н/р*	н/р*	н/р*	н/р*	40

Примітка: * н/р – не регламентується у настановах якості; ** під обмеження підпадають агрохімікати, що сертифікуються для внесення у ґрунт; *** під обмеження підпадають добрива, що сертифікуються для продажу на ринку ЄС.

бруднення за ґрунтово-кліматичними зонами (Полісся, Лісостеп, Степ). У розрахунках допустимих концентрацій важких металів в агрохімікатах стійкість ґрунту до забруднення відображається коефіцієнтом, який для різних металів і різних ґрунтово-кліматичних зон може приймати значення від 0,11 до 0,83. До того ж, разове надходження шкідливої речовини у ґрунт з агрохімікатом має бути в 10 разів менше за гранично допустимий рівень.

Перелік нормованих показників та їх допустиме значення також може варіювати у галузевих настановах якості залежно від виду органічних добрив, вихідної сировини, напряму використання добрив, дози внесення [2; 7; 12; 13]. Зокрема, у ДСТУ 7527:2014 [13], який стосується безпосередньо біологічного перероблення пташиного посліду, перелік показників розширений до 11 металів і додатково до перелічених (у ДСТУ 4944:2008) містить Fe, Co, марганець (Mn), Pb, стронцій (Sr), Cr трьохвалентний, проте відсутній F.

Польовими дослідженнями із внесенням дігестату як органічного добрива встановлено мінімальні зміни концентрації важких металів у ґрунті навіть за високих доз [14]. Однак наголошено [12], що використання дігестату в органічному зем-

леробстві за фонового вмісту цих важких металів у ґрунті, наближеного до ГДК, необхідно обмежувати. Для ЄС фонові ГДК Cd, Pb, Hg, Ni, Zn, Cu, і Cr становлять: 1 мг/кг, 50, 30, 150, 50 і 100 мг/кг ґрунту. Українські норми ГДК для шкідливих речовин у ґрунті сягають (у мг/кг ґрунту): Cd – 3, Pb – 32, Hg – не регламентовано, Ni – 85, Zn – 100, Cu – 55, Cr – не регламентовано, Co – 50, F – 330.

Джерела надходження важких металів у ґрунт є природними і техногенними. Природним джерелом є гірські породи, на продуктах вивітрювання яких формується ґрунтовий покрив, а до техногенних відносять викиди промислових підприємств і мінеральні добрива. До складу органічного добрива важкі метали можуть надходити із сировиною.

Для отримання якісного органічного добрива на основі дігестату з біогазових станцій доцільно аналізувати хімічний склад органічного субстрату за такими етапами технологічного процесу:

1. Аналіз вихідної сировини для отримання біогазу.
2. Аналіз продукту ферментації – нативний дігестат із біогазової станції.
3. Аналіз продукту переробки твердої фракції дігестату – сухі гранули.

На першому етапі, основне правило управління якістю дігестату полягає у запобіганні його забрудненню шкідливими речовинами. Видалення полутантів проводять шляхом попередньої обробки сировини або у процесі її зброджування. Якщо ефективне видалення полутантів не гарантоване, відповідний матеріал не повинен використовуватися як вихідна сировина у біогазових установках, дігестат яких заплановано вносити у ґрунт [15].

Дігестат з біогазової установки має різноманітний фізико-хімічний склад залежно від низки чинників: походження сировини та її фізико-хімічного складу (гноїй (послід) різних видів тварин і птиці, рослинні рештки та ін.), співвідношення різної сировини в органічній масі, технологічних параметрів процесу виробництва біогазу і способів зневоднення дігестату.

Своєю чергою, хімічний склад сировини залежить від систем утримання і раціону годівлі сільськогосподарських тварин. Зокрема, проведено аналіз пташиного посліду, як сировини для отримання органічного добрива з дігестату, на вміст важких та ін. металів (табл. 2).

У дігестат потрапляють лише ті макрота мікроелементи, які були у вихідній сировині, за виключенням частини С, водню (H_2), кисню (O_2), сірки (S) та N, що випа-

раються з біогазом. При цьому дігестат у нативному вигляді, рідка або тверда фракція після розділення нативного дігестату у сепараторі, не можуть розглядатись як препаративні форми агрохімікатів сталого хімічного складу, оскільки має мінливий склад упродовж року та з року в рік. Нині, ні в Україні, ні на загальноєвропейському, ні на рівні окремих країн ЄС не вимагається державна реєстрація дігестату як добрива. До того ж, існують як національні, так і європейські схеми сертифікації дігестату на його відповідність прийнятим стандартам якості [16].

Тверда і рідка фракції дігестату внаслідок фізико-хімічних властивостей своїх складових дещо розрізняються за вмістом хімічних компонентів.

Рідка фракція дігестату містить більший вміст нітрогену і калію, але переважна кількість органічної речовини і загального фосфору знаходиться у твердій фракції [3].

Масова частка важких та ін. металів у нативному дігестаті з пташиного посліду істотно менша за допустимі норми [13] щодо токсикологічних показників продуктів перероблення пташиного посліду, які можна використовувати як добриво у сільському та лісному господарствах і у зеленому будівництві; для рекультивациі земель, а та-

Таблиця 2. Вміст металів у пташиному посліді за різних систем утримання птиці

Хімічний елемент, одиниці вимірювань	Вміст металу на вихідну вологу	
	у посліді без підстилки	у посліді з підстилкою
Al, мг/кг	0,037±0,002	0,038±0,002
Ca, мг/кг	1,714±0,079	1,732±0,086
Fe, мг/кг	0,028±0,001	0,068±0,003
Mg, мг/кг	0,244±0,012	0,462±0,024
Na, мг/кг	0,083±0,004	0,351±0,021
Mn, мг/кг	0,011±0,001	0,043±0,002
Zn, мг/кг	0,009±0,001	0,036±0,002
Sr, мг/кг	0,003±0,0001	0,005±0,0003
Cu, мг/кг	0,521±0,026	0,723±0,033
Cr, мкг/кг	0,100±0,005	0,200±0,012
Ni, мкг/кг	0,300±0,018	0,900±0,045
Pb, мкг/кг	0,004±0,0007	—
Cd, мкг/кг	0,017±0,004	—

кож як паливо. Аналіз засвідчив, що вміст у дигестаті таких елементів, як Fe, Co, Mn, Cu, менше за допустимі для використання у сільському господарстві норми у 82, 6, 36, 16 разів відповідно. Допустимі значення вмісту металів для використання продуктів перероблення пташиного посліду у лісному господарстві, зеленому будівництві та для рекультивациі земель у декілька разів вищі, ніж для використання у сільському господарстві. Тому згідно з токсикологічними вимогами [13] нативний дигестат із пташиного посліду можна використовувати у сільському господарстві, у лісному господарстві, зеленому будівництві та для рекультивациі земель.

Проведено гранулювання твердої фракції дигестату для отримання гранульованого органічного добрива, що дало можливість вдосконалити процес переробки побічних продуктів тваринного походження. Маса гранульованого сухого продукту становить 23,1% від маси нативного дигестату з біогазової станції.

Лабораторним аналізом гранульованого дигестату встановлено відповідність санітарним нормам щодо органічних добрив, дозволених для застосування у класичному і органічному землеробстві. До того ж, у розрахунку на дозу внесення гранульованого дигестату – 3 т/га, масова частка Cd, Pb і Co відповідно у 285, 342 і 1795 раз менші, ніж ГДК для агрохімікатів. Масова частка Cu і Zn виявилась меншою за нормативні значення у 17 і 19 разів відповід-

но. Масову частку важких та ін. металів у гранулах наведено у *табл. 3*.

Для встановлення гранично допустимої дози внесення дигестату у ґрунт необхідно визначити важкий метал із концентрацією, найбільш наближеною до ГДК шкідливих речовин у агрохімікатах. Встановлено, що найбільше навантаження на вміст шкідливих речовин у ґрунті вноситиме Cu, оскільки її концентрація у гранульованому дигестаті лише у 17 разів менша за допустимий вміст. Тобто, за виявлених масових часток Cd (0,14 мг/кг), Pb (1,46), Cu (46,36) і Zn (362,44 мг/кг) у гранулах, лімітувальну дозу застосування гранульованого дигестату слід розраховувати за фактичною концентрацією Cu (46,36 мг/кг). Отже, згідно з вимогами ДСТУ 4944:2008 розрахункова доза внесення гранульованого дигестату на сировині з пташиного посліду становить 5,1 кг/м². Щодо дози внесення нативного дигестату, то за масовою часткою Cu відповідно до санітарних норм щодо ГДК шкідливих речовин в агрохімікатах [11], максимальна доза внесення нативного дигестату на основі пташиного посліду становить 2,6 л/м².

Масова частка досліджених важких та ін. металів у гранульованому дигестаті з пташиного посліду також істотно нижча за ГДК [13] щодо токсикологічних показників органічної суміші, яку можна використовувати як добриво у сільському та лісному господарствах і у зеленому будівництві; для рекультивациі земель та як паливо. Фактичний вміст у % від ГДК [13]

Таблиця 3. Масова частка різних металів у гранульованому дигестаті з пташиного посліду

Хімічний елемент	Масова частка хімічного елементу у дигестаті на вихідну вологу, мг/кг	Допустима концентрація хімічного елементу в агрохімікаті на вихідну вологу згідно з ДСТУ 4944:2008 [11], мг/кг
Cd	0,14±0,06	40
Pb	1,46±0,44	500
Cu	46,36±8,33	800
Zn	362,44±47,77	7000
Co	0,39±0,14	700
Fe	1170,0±0,13	н/р*
Mn	139,07±21,17	н/р
Mg	7600,00±630,00	н/р

Примітка: * н/р – не регламентується.

становить: Fe – 4,7%; Cd – 0,5; Co – 0,4; Mn – 6,9; Cu – 3,1; Pb – 0,2%.

Порівняльним аналізом вмісту важких металів у гранульованому дігестаті у межах ГДК шкідливих речовин в ЄС встановлено, що фактична концентрація Cd, Pb та Cu нижчі в 14, 205 і 13 рази за найжорсткіші вимоги [2] щодо концентрацій шкідливих речовин у продуктах перероблення пташиного посліду. Результати дослідження будуть використані для подальшого обґрунтування оптимальних технологій застосування дігестатів, що дасть змогу вдосконалити процеси переробки побічних продуктів тваринного походження.

ВИСНОВКИ

Дігестат із біогазових установок доцільно розглядати як сировину для переробки на органічне добриво з урахуванням вмісту важких металів. Варіювання вмісту важких металів у дігестаті залежить від характеристик органічної сировини і води, а також технологічних параметрів процесу виробництва біогазу та способів зневод-

нення дігестату. На якість сировини впливає санітарно-гігієнічний стан приміщень, епізоотичне благополуччя тварин, раціон годівлі тварин, хімічний склад кормів та попередня обробка сировини до завантаження в біогазову установку.

Масова частка важких металів у гранульованому дігестаті з пташиного посліду становить: Cd (0,14 мг/кг), Pb (1,46), Cu (46,36), Co (0,39) і Zn (362,44 мг/кг), що значно менше за допустиму концентрацію шкідливих речовин у агрохімікатах, згідно з національними та європейськими санітарними вимогами.

За підвищеного вмісту важких металів у дігестаті, слід обмежувати допустиму дозу внесення органічного добрива у ґрунт відповідно до міжнародних і українських санітарно-гігієнічних норм. Фактична санітарно допустима доза внесення органічного добрива у ґрунт залежить від концентрації шкідливих речовин як у добривах, так і у ґрунті. До того ж, дозу внесення буде обмежувати той забруднювач, концентрація якого максимально наближена до ГДК.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про внесення змін до деяких законів України щодо вдосконалення державного регулювання у сфері поводження з пестицидами і агрохімікатами: Закон України від 16.11.2022. № 2775–ІХ. *Офіційний вісник України*. 2023 р. № 2. Ст. 80. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2775-20>.
2. Regulation (EU) 2019/1009 of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 laying down rules on the making available on the market of EU fertilising products and amending Regulations (EC) No 1069/2009 and (EC) No 1107/2009 and repealing Regulation (EC) No 2003/2003. *Official Journal of the European Union*. 2019. URL: <http://data.europa.eu/eli/reg/2019/1009/2023-03-16>.
3. Nutrient recovery by biogas digestate processing: report by International Energy Agency — IEA Bioenergy / В. Drosig et al.; edited by D. Baxter. 2015. Task 37. 40 p. URL: https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2015/08/NUTRIENT_RECOVERY_RZ_web2.pdf.
4. PNS/BAFPS 40:2013. Organic Fertilizer Philippine. 2013. 12 p. URL: https://www.researchgate.net/publication/332037765_PHILIPPINE_NATIONAL_STANDARD_PNSBAFPS_40_2013_Organic_Fertilizer.
5. DRS 279:2020. Organic fertilizer — Specification. 2020. 17 p. URL: www.portal.rsb.gov.rw.
6. Lamolinara B., Pérez-Martínez A. and Guardado-Yordi E. Anaerobic digestate management, environmental impacts, and techno-economic challenges. *Waste Management*. 2022. Vol. 140. P. 14–30. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.12.035>.
7. Siebert S. and Auweele W.V. European quality assurance scheme for compost and digestate: ECN-QAS Quality Manual. European Compost Network, 2018. 134 p. URL: https://www.compostnetwork.info/wordpress/wp-content/uploads/180711_ECN-QAS-Manual_3rd-edition_keyed-1.pdf.
8. Словник довідник з агроекології і природокористування / за ред. О.І. Фурдичка. Київ: ТОВ «ДІА», 2012. 336 с.
9. Duffus J.H. «Heavy metals» a meaningless term? *Pure and Applied Chemistry*. 2002. Vol. 74. No. 5. P. 793–807. DOI: <https://doi.org/10.1351/pac200274050793>.
10. Опейда Й., Швайка О. Глосарій термінів з хімії. Донецьк: Вебер, 2008. 738 с.
11. ДСТУ 4944:2008. Агрохімікати. Встановлення допустимих концентрацій шкідливих речовин. [Чинний від 2008–03–26]. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2009. 12 с.
12. Quality management of digestate from biogas plants used as fertilizer: report by International Energy Agency — IEA Bioenergy / T. Al. Seadi, C. Lukehurst; edited by D. Baxter. 2012. Task 37. 39 p. URL:

- https://provisioncoalition.com/Assets/Provision-Coalition/Documents/FoodWasteManagementSolutions/digestate_quality_managment%20IEA%202011.pdf.
13. ДСТУ 7527:2014. Послід птиці. Технології біологічного перероблення. Загальні вимоги. [Чинний від 2015–02–01]. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2017. 22 с.
 14. Govasmark E., Stab J., Holen B. et al. Chemical and microbiological hazards associated with the recycling of anaerobic digested residue intended for use in agriculture. *Waste Management*. 2011. Vol. 31. Is. 12. P. 2577–2583. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2011.07.025>.
 15. Кучерук П. Управління якістю дигестату. *Sustainable agribusiness forum*. 2020. URL: <https://saf.org.ua/news/1006/> (дата звернення: 16.10.2023).
 16. Про внесення змін до Закону України «Про пестициди та агрохімікати» щодо державної реєстрації дигестату біогазових установок: проект Закону України від 5 лютого 2021 р. № 5039 / Верховна рада України. URL: https://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=71037 (дата звернення: 12.10.2023).
- ## REFERENCES
1. Pro vnesennia zmin do deiakykh zakoniv Ukrainy shchodo vdoskonalennia derzhavnogo rehuliuвання u sferi povodzhennia z pestytsydamy i ahrokhimikatamy: Zakon Ukrainy 2775–IX vid 16.11.2022 [On amendments to some laws of Ukraine regarding the improvement of state regulation in the field of handling pesticides and agrochemicals: Law of Ukraine № 2775–IX from November 16th, 2022]. (2023). *Ofitsiyniy visnyk Ukrainy — Official Gazette of Ukraine*, 2, art. 80. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2775-20> [in Ukrainian].
 2. Regulation (EU) 2019/1009 of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 laying down rules on the making available on the market of EU fertilising products and amending Regulations (EC) No 1069/2009 and (EC) No 1107/2009 and repealing Regulation (EC) No 2003/2003. (2019). *Official Journal of the European Union*. URL: <http://data.europa.eu/eli/reg/2019/1009/2023-03-16> [in English].
 3. Drosig, B., Fuchs, W., Al Seadi, T. & Madsen, M. (2015). Nutrient recovery by biogas digestate processing: report by International Energy Agency — IEA Bioenergy. URL: https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2015/08/NUTRIENT_RECOVERY_RZ_web2.pdf [in English].
 4. Organic Fertilizer. (2013). *PNS/BAFPS 40*. URL: https://www.researchgate.net/publication/332037765_PHILIPPINE_NATIONAL_STANDARD_PNSBAFPS_40_2013_Organic_Fertilizer [in English].
 5. Organic fertilizer — Specification. (2020). *ICS 65.080. DRS 279*. URL: www.portal.rsb.gov.rw [in English].
 6. Lamolinara, B., Pérez–Martínez, A. & Guardado–Yordi, E. (2022). Anaerobic digestate management, environmental impacts, and techno-economic challenges. *Waste Management*, 140, 14–30. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.12.035> [in English].
 7. Siebert, S. & Auweele, W.V. (2018). European quality assurance scheme for compost and digestate: ECN-QAS Quality Manual. European Compost Network. URL: https://www.compostnetwork.info/wordpress/wp-content/uploads/180711_ECN-QAS-Manual_3rd-edition_keyed-1.pdf [in English].
 8. Furdychko, O.I. (Eds.). (2012). *Slovník dovidnyk z ahroekolohii i pryrodokorystuvannia [Dictionary of agroecology and nature management]*. Kyiv [in Ukrainian].
 9. Duffus, J.H. (2002). «Heavy metals» a meaningless term? IUPAC Technical Report. *Pure and Applied Chemistry*, 74 (5), 793–807. DOI: <https://doi.org/10.1351/pac200274050793> [in English].
 10. Opeida, Y. & Shvaika, O. (2008). *Hlosarii terminiv z khimii [Glossary of chemistry terms]*. Donetsk [in Ukrainian].
 11. Ahrokhimikaty. Vstanovlennia dopustymykh kontsentratsii shchikidlyvykh rehovyn [Agrochemicals. Establishing permissible concentrations of harmful substances]. (2009). *DSTU 4944:2008 from March 26th 2008*. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy [in Ukrainian].
 12. Seadi, T. & Lukehurst, C. (2012). Quality management of digestate from biogas plants used as fertilizer: report by International Energy Agency — IEA Bioenergy. URL: https://provisioncoalition.com/Assets/ProvisionCoalition/Documents/FoodWasteManagementSolutions/digestate_quality_managment%20IEA%202011.pdf [in English].
 13. Poslid ptysi. Tekhnolohii biolohichnoho pererobliannia. Zahalni vymohy [Poultry droppings. Technologies of biological processing. General requirements]. (2015). *DSTU 7527:2014 from January 1st 2014*. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy [in Ukrainian].
 14. Govasmark, E. et al. (2011). Chemical and microbiological hazards associated with the recycling of anaerobic digested residue intended for use in agriculture. *Waste Management*, 31 (12), 2577–2583. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2011.07.025> [in English].
 15. Kucheruk, P. (2020). Upravlinnia yakistiu dihestatu [Digestate quality management]. *Sustainable agribusiness forum*. URL: <https://saf.org.ua/news/1006/> [in Ukrainian].
 16. Pro vnesennya zmin do Zakonu Ukrayiny «Pro pestytsydy ta ahrokhimikaty» shchodo derzhavnnoi reyestratsiyi dyhestatu biohazovykh ustanovok: projekt Zakonu Ukrayiny vid 5.02.2021 [On Amendments to the Law of Ukraine «On Pesticides and Agrochemicals» Regarding State Registration of Digestate of Biogas Stations: draft Law of Ukraine from February 5th, 2021]. (2021). *Verkhovna Rada Ukrainy Rada of Ukraine*. URL: https://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=71037 [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 08.08.2023

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ КОМБІКОРМІВ ІЗ РІЗНИМИ РІВНЯМИ ФЕРМЕНТОВАНОГО СОЄВОГО ШРОТУ EP500 ЗА ВИРОЩУВАННЯ КЛАРІЄВОГО СОМА (*CLARIAS GARIEPINUS*) ДО ТОВАРНОЇ МАСИ

Р.Р. Вознюк, М.Ю. Сичов

Національний університет біоресурсів і природокористування України (м. Київ, Україна)
e-mail: roman_vz@ukr.net; ORCID: 0000-0003-4710-5371
e-mail: sychov@ukr.net; ORCID: 0000-0002-6319-9876

У статті висвітлені дослідження щодо впливу годівлі кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) комбікормами з різним рівнем заміни рибного борошна ферментованим соєвим шротом EP500 на живу масу та середньодобовий прирост за вирощування його до товарної маси. Для досліду було відібрано 300 екз. риб середньою масою 351–352 г та сформовано три групи за методом аналогів по 100 екземплярів риб у кожній. Годівлю риби проводили комбікормом, який відрізнявся різними рівнями введення ферментованого соєвого шроту. Так, у комбікормі контрольної групи кількість рибного борошна була на рівні 36% без додавання ферментованого соєвого шроту EP500, тоді як у комбікормі 2 групи вміст рибного борошна був знижений до 11% та додано 25% ферментованого соєвого шроту EP500. Під час приготування комбікорму для 3 дослідної групи було замінено 100% рибного борошна ферментованим соєвим шротом EP500, який становив 36%. На 56-ту добу досліду зміни в живій масі набули вірогідного характеру. Так третя група, в складі комбікорму якої було 36% ферментованого соєвого шроту EP500, випереджали контроль на 5,22 г ($p \leq 0,05$) по живій масі. Друга група хоча і мала більшу масу порівняно з контролем на 3,68 г, але вірогідної різниці між ними не спостерігалось. Під час зважування на 70-ту добу досліду показники живої маси у другій дослідній групі були вірогідно вищими за контрольну групу на 9,34 г ($p \leq 0,05$). Маса риб 3-ї групи, порівняно з контролем, була вірогідно більшою на 10,9 г ($p \leq 0,05$). Наприкінці досліду на 84-ту добу ця закономірність зберігалась. Так, жива маса риби у 2-й та 3-й групах була вищою порівняно з контролем на 9,77 г ($p \leq 0,05$) у 2-й групі 12,07 г ($p \leq 0,01$) у 3-й групі, хоча між дослідними (2 та 3) групами статистичної вірогідності не спостерігалось. Аналіз середньодобового приросту за весь період показав вірогідну різницю за цим показником у 2-ї та 3-ї груп, які перевищували контроль на 1,34% ($p \leq 0,01$) і 1,57% ($p \leq 0,001$) відповідно.

Ключові слова: продуктивність, жива маса, середньодобовий приріст, протеїнове живлення риби, рибне борошно.

ВСТУП

Аквакультура є найбільш швидко розвиваючим сектором виробництва харчових продуктів у світі та задовольняє майже половину світової потреби в харчовому споживанні риби. За оцінкою 50% потреби у рибній продукції задовольняється за рахунок аквакультури і з очікуванням, що цей показник досягне 60–70% до 2030 р. [1]. Розвиток рибництва та глобальний попит на рибу, вирощену в умовах аквакультури, зростає в останні десятиліття [2]. Загальний приріст світового виробництва риби досяг 174,0 млн т, з яких 90,4 млн т припа-

дає на промислове рибальство, а 83,6 млн т є продуктом аквакультури [3].

В аквакультурі корми мають дуже важливе значення. Інтенсивність розвитку аквакультури прямо залежить від збалансованих комбікормів. Комбікорми становлять 50–60% від загальної собівартості вирощеної продукції [4].

Як для хижих, так і для інших видів риб, рибне борошно є основним джерелом білка, і тому більшість рибних комбікормів у своєму складі містять вищий його відсоток, ніж корми для інших тварин [5]. Рибне борошно є важливим джерелом білка у виробництві комбікормів для вирощування

об'єктів аквакультури. Однак, через дедалі більші обсяги їх виробництва та обмежені ресурси рибного борошна, його ринкова ціна зростає. У такому разі, для зменшення рівня введення рибного борошна в комбікорми для риб, доцільно використовувати недорогі та високодоступні джерела білка [6].

Вченими було проаналізовано низку досліджень стосовно використання рослинних кормів, які наразі або потенційно можуть бути включені до складу комбікормів для підтримки сталого виробництва різних видів риб в аквакультурі. Серед розглянутих видів рослинних компонентів комбікорму є насіння олійних культур, бобові та злакові, які традиційно використовувалися як протеїнові або енергетичні концентрати, а також нові продукти, розроблені за допомогою різних технологій переробки. Як зазначають автори, така інформація є основою для розробки стратегічних планів досліджень для збільшення використання рослинних кормів в аквакультурі, щоб зменшити залежність від тваринних кормів і у такий спосіб, підвищити стійкість аквакультури [7].

Мета дослідження — встановити вплив згодовування комбікорму під час заміни рибного борошна, ферментованим соєвим шротом EP500 на живу масу та середньодобовий приріст за вирощування кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) до товарної маси.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Під час проведення досліджень L.O. Тіапіу та ін. з визначення оптимального використання арахісового борошна та насіння бавовни, якими заміняли рибне борошно, доведено, що включення до раціону кларієвого сома 15 % кожного з компоненту не мали негативного впливу на продуктивність [8].

Uchchukwu D. Enyidi та ін. досліджували вплив заміни рибного борошна на соєвий шрот (*Glycine max*) і горіх бамбара (*Voandzeia subterranea*) у раціоні кларієвого сома. Рівень включення трьох білкових

інгредієнтів коливався в межах 0–60%. До того ж, було встановлено, що додавання до раціону 60% суміші інгредієнтів, мало кращий економічний ефект, порівняно з тими раціонами, в яких відсоток введення був менший [9].

За даними Enyidi та ін., використання рослинних джерел протеїнів, як заміників рибного борошна, пом'якшують деякі антипоживні речовини, як-от фітинова кислота, некрохмальні полісахариди та інгібітори протеази. Ферментація рослинних інгредієнтів може зменшити антипоживні речовини і покращити використання корму та швидкість росту риби. Ферментація горіха бамбара підвищила в ньому вміст протеїну й амінокислот, що сприяло можливості додаткового його введення до раціону кларієвого сома для активації росту та набору живої маси [10].

Wang та ін., за вивчення впливу соєвого шроту, ферментованого *Lactobacillus plantarum* P8 на ріст молоді калкана (*Scophthalmus maximus* L.) показали, що ним можна замінити до 45%, а неферментованим до 30% рибного борошна без негативного впливу на здоров'я та ріст піддослідних риб [11].

Із вище вказаного постає потреба у пошуку джерела сирого протеїну, в якому проведено нейтралізацію антипоживних речовин, що негативно впливають на здоров'я та продуктивність об'єктів вирощування. До таких продуктів можна віднести соєвий шрот ферментований кисломолочними бактеріями (*Enterococcus faecium* (NCIMB 10415)). Цей ферментований соєвий шрот, містить метаболіти ферментації, зокрема молочну кислоту та молочнокислі бактерії, які сприяють стабілізації кишкового мікробіому. Ферментація соєвого шроту забезпечує високу засвоюваність поживних речовин за рахунок зниження рівня антипоживних речовин. Ферментований соєвий шрот EP500 допомагає підтримувати функціональний стан кишківника і характеризується таким хімічним складом: сирий протеїн — 50,5%, сирий жир — 2,0, сира зола — 6,5, сира клітковина — 3,5%, а також вміст молочної кислоти — 6% та

молочнокислих бактерій (*Enterococcus faecium*) > 10⁶ КУО/г.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Експериментальні дослідження проводились на базі кафедри годівлі тварин та технології кормів ім. П.Д. Пшеничного Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Відповідно до поставлених завдань дослідження, було проведено науково-господарський дослід за методом груп аналогів тривалістю 84 доби, який був поділений на 6 підперіодів тривалістю 14 діб кожний.

Для проведення дослідів було відібрано 300 екз. кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) середньою масою 351–352 г та сформовано за методом аналогів 3 групи по 100 екз. у кожній. Критерієм для відбору були такі показники як: жива маса, походження, вік риби. Зрівняльний період тривав сім діб, що зумовлено адаптацією кларієвого сома до нових умов. До початку дослідів всіх риб годували однаковим комбікормом.

Під час основного періоду дослідів рибу утримували в приміщенні підвального типу, яке було затемнено у світлу пору доби. Для проведення основного дослідів використовували скляні акваріуми місткістю 450 л, які були оснащені зовнішніми фільтрами для механічної та біологічної очистки води Eheim Professional 3 1200XL й ультрафіолетовими стерилізаторами зовнішнього типу Resun UV-08 24 Вт, насичення води киснем проводилось компресорами радіаторного типу Resun АСО-001, температура води підтримувалась за рахунок нагрівачів зовнішнього типу JBL ProTemp e500 по-

тужністю 500 Вт та коливалась у межах 27,9–28,1°C. Гідрохімічні показники води визначалися двічі на добу. Під час визначення гідрохімічних показників води увагу приділяли: рівню рН, температурі, NH₃ та NH₄, NO₂, NO₃. Рівень рН визначався за допомогою лабораторного рН-метра моделі SX-620, температура – електронним термометром, рівень NH₃ та NH₄, NO₂, NO₃ – набором ліцензійних тестів для контролю за якістю води торгової марки Ptero. Підміну води на період дослідів проводили за рахунок водопровідної води, яка попередньо була відстояна і прогріта та відповідала температурі води в акваріумах. Підміна води відбувалась щоденно у кількості 20% від загального об'єму води в акваріумах.

Рибу годували двічі на добу (зранку і ввечері) вручну. Контроль за поїданням корму проводився візуально. Годівлю кларієвого сома здійснювали комбікормом, який відрізнявся рівнями введення ферментованого соєвого шроту EP500 та рибного борошна в ньому (табл. 1).

Соєвий ферментований шрот EP500 – це продукт, який має світло-жовтий колір та виготовлено на основі HiPro сої і ферментовано кислотомолочними бактеріями (*Enterococcus faecium*), компанія виробник ТОВ «Європейський протеїн Україна» смт Рокитне, Київської обл., Україна. Комбікорм виготовила компанія «Shencon LLC», Фастівський р-н, Київської обл., Україна. Комбікормову суміш спочатку піддали екструдуванню та в подальшому з неї виготовлено гранулу підвищеної водостійкості.

Масу добової даванки корму та живу масу риб визначали на фасувальних вагах підвищеної точності ВТД – 3/0,1ФД

Таблиця 1. Схема науково-господарського дослідів

Група	Поголів'я кларієвого сома на початок дослідів, гол.	Особливості годівлі
1 – контроль	100	базовий комбікорм (БК), вміст рибного борошна (РБ) 36%, вміст ферментованого соєвого шроту EP500 – 0%
2 – дослідна	100	РБ – 11%, EP500 – 25%
3 – дослідна	100	РБ – 0%, EP500 – 36%

торгової марки «Днепровес», точність вимірювання яких становить 0,1 г та максимальним порогом зважування в 3 кг.

Зважування риби проводили індивідуально, кожний екземпляр обтирали рушником для отримання результатів без погрішності на воду. Після зважування рибу поміщали в попередньо підготовлену ємність із водою. В день зважування рибу не годували. На основі отриманих даних живої маси проводились обрахунки середньодобового приросту, використовуючи відповідні формули.

Статичну обробку даних здійснювали за допомогою MS Excel з використанням вбудованих статистичних функцій.

Вірогідність між групами (масивами) даних проводили за допомогою функції ТТЕСТ для якої були встановлені такі параметри як: двосторонній розподіл, гетероскадастичний (із нерівними дисперсіями) тест. Для показників рівня значущості критерію вірогідності (p) у таблицях прийняті такі позначення: $*p \leq 0,05$, $**p \leq 0,01$, $***p \leq 0,001$ порівняно з контрольною групою.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Під час проведення науково-господарського дослідження рибу усіх груп годували повнораціонними комбікормами, збалансованими за усіма поживними речовинами згідно з рекомендаціями ФАО (табл. 2; 3).

Хімічний склад комбікормів для контрольної та дослідних груп був майже однаковим, різниця була у вмісті рибного борошна, ферментованого соєвого шроту ЕР500. Вміст рибного жиру у всіх групах був однаковий. Однак рецепти комбікорму відрізнялась за кількістю м'ясо-кісткового борошна, пшениці та соєвого масла. Комбікорми для 3-ї групи мали в своєму складі кров'яне борошно, на відміну від інших рецептів. У комбікормах 2-ї групи вміст висівков був нижчим порівняно з контрольною групою, а в 3-й їх не було взагалі. Вміст рибного жиру у всіх групах був однаковий. Все це було зроблено з метою збалансувати комбікорми за енергією та поживними речовинами. Згодовування комбікормів проводилось у сухому гранульованому вигляді.

Таблиця 2. Рецепт повнораціонних комбікормів

Компоненти комбікорму, %	Групи		
	1 – контроль	Дослідні	
		2	3
Рибне борошно СП 71%	36,00	11,00	—
Ферментований соєвий шрот ЕР500	—	25,00	36,00
М'ясо-кісткове борошно СП 65%	9,33	21,94	2,37
Кров'яне борошно СП 90%	—	—	17,68
Пшениця	31,05	17,92	21,02
Висівки пшеничні	7,00	4,73	—
Рибний жир	3,00	3,00	3,00
Соєве масло	5,31	5,32	7,80
Лізин хлорид 78,5%	2,71	3,12	2,27
DL – Метіонін	2,36	2,61	2,78
L – Триптофан	2,18	2,20	2,05
L – Треонін	0,61	0,69	0,57
Вапно Са 36%	0,21	2,23	3,48
Монокальційфосфат	—	—	0,74
Премікс	0,24	0,24	0,24
Разом	100,00	100,00	100,00

Таблиця 3. Хімічний склад комбікормів

Показник	Групи		
	1 – контроль	Дослідні	
		2	3
ОЕ, МДж	15,61	15,69	15,73
Сирий протеїн	42,00	42,00	42,00
Сирий жир	12,00	12,00	12,00
Сира клітковина	2,58	2,06	1,70
Кальцій	1,50	1,50	1,50
Фосфор	1,05	0,65	0,50
Метіонін	3,20	3,20	3,20
Лізин	4,50	4,50	4,50
Триптофан	2,50	2,50	2,50
Треонін	2,00	2,00	2,00

На початку дослідів середня жива маса дослідних сомів не відрізнялась від контрольної групи і була в межах 351,87–352,42 (табл. 4).

Під час зважування на 14-ту та 28-му добу експерименту істотної різниці між контрольною та дослідними групами не спостерігалась, хоча дослідні групи мали дещо більшу живу масу, порівняно із контрольною групою в прямій залежності зі збільшенням вмісту ферментованого соєвого шроту ЕР500 у комбіормах.

На 14-ту добу дослідів жива маса 2-ї та 3-ї дослідних груп відрізнялась від контролю на 0,77 г і 1,32 г. До того ж, на 28-му добу жива маса 2-ї дослідної групи відрізнялась від контрольної на 0,78 г, а 3-ї групи

на 1,26 г, але вірогідної різниці не спостерігалось.

На 42-гу добу дослідів жива маса 2-ї та 3-ї дослідних груп різнилась від контрольної на 2,06 г (2-га група) та на 3,37 г (3-тя група), але статистично вірогідної різниці з контролем не помічали.

На 56-ту добу дослідів зміни в живій масі набули вірогідного характеру. Так 3-тя група, в складі комбікорму якої було 36% ферментованого соєвого шроту ЕР500 випереджали контроль на 5,22 г ($p \leq 0,05$) по живій масі. 2-га група хоча і мала більшу масу на 3,68 г, ніж контроль, але вірогідної різниці між ними не спостерігалось.

На 70-ту добу дослідів показники живої маси у 2-й дослідній групі були вищими

Таблиця 4. Жива маса кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) за вирощування до товарної маси, г

Експозиція дослідів, діб	Групи		
	1	2	3
1	352,06±0,508	351,87±0,640	352,42±0,594
14	421,31±1,174	422,08±1,108	422,63±1,061
28	545,50±1,002	546,28±1,036	546,76±0,934
42	710,62±1,568	712,68±1,562	713,99±1,620
56	853,58±2,019	857,26±1,550	858,80±1,647*
70	980,78±3,103	990,12±3,515*	991,68±2,849*
84	1103,09±3,003	1112,86±3,011*	1115,16±2,708**

Примітка: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$ порівняно із контрольною групою.

Таблиця 5. Середньодобові прирости кларієвого сома (*Clarias gariepinus*) за вирощування до товарної маси, г

Вік, діб	Група		
	1 – контроль	Дослідна	
		2	3
1–14	4,94±0,049	5,01±0,038	5,02±0,035
15–28	8,87±0,017	8,86±0,013	8,85±0,019
29–42	11,79±0,043	11,89±0,042	11,93±0,054*
43–56	10,19±0,040	10,33±0,031**	10,34±0,013***
57–70	9,09±0,098	9,49±0,147*	9,47±0,102**
71–84	8,74±0,089	8,69±0,076	8,82±0,027
Увесь період	8,94±0,030	9,06±0,028**	9,08±0,025***

Примітка: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$ порівняно із контрольною групою.

за контрольну групу на 9,34 г ($p \leq 0,05$) та набула певного характеру. До того ж, 3-тя група була більшою по живій масі порівняно з контролем на 10,9 г ($p \leq 0,05$) і продовжила мати вірогідний характер.

Наприкінці досліду на 84-ту добу ця закономірність зберігалась. Так, жива маса кларієвого сома у 2-й і 3-й дослідних груп була більшою, порівняно з контролем, на 9,77 г ($p \leq 0,05$), у 2-й дослідній групі та 12,07 г ($p \leq 0,01$) у 3-й дослідній групі, хоча між дослідними (2 й 3) групами статистичної вірогідності не спостерігалось.

Цю закономірність помітили і в показниках середньодобових приростів кларієвого сома. Так, друга та третя групи, яким згодовували комбікорми з додаванням ферментованого соєвого шроту EP500 на рівні 25% і 36% відповідно, показали найбільші середньодобові прирости за увесь період вирощування порівняно із контрольною групою (табл. 5).

Аналіз середньодобового приросту за увесь період показав вірогідну різницю за цим показником у 2-ї та 3-ї груп, які перевищували контроль на 1,34% ($p \leq 0,01$) і 1,57% ($p \leq 0,001$) відповідно.

ВИСНОВКИ

1. Використання кормів зі вмістом ферментованого соєвого шроту EP500 в кількості 25–36% в годівлі кларієвого сома (*Clarias gariepinus*), якого вирощували до товарної маси, позитивно впливає на їхню живу масу та середньодобові прирости.

2. Згодовування кларієвому сому (*Clarias gariepinus*) комбікормів зі вмістом ферментованого соєвого шроту EP500 на рівні 36% сприяло підвищенню живої маси риби на 12,07 г ($p \leq 0,01$) та середньодобового приросту за весь період вирощування на 1,57% ($p \leq 0,001$) порівняно з аналогами контрольної групи.

ЛІТЕРАТУРА

- Subasinghe R., Soto D. and Jia J. Global aquaculture and its role in sustainable development. *Reviews in aquaculture*. 2009. Vol. 1. no. 1. P. 2–9. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1753-5131.2008.01002.x>.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. State of world fisheries and aquaculture 2018: meeting the sustainable development goals. Food & Agriculture Organization of the United Nations, 2018.
- Organization F.a. A. GLOBEFISH highlights — issue 2/2017: APRIL 2017 ISSUE, with annual 2016 statistics. Food & Agriculture Organization of the United Nations, 2017.
- Mohanta K.N., Subramanian S. and Korikanthimath V.S. Effect of dietary protein and lipid levels on growth, nutrient utilization and whole-body composition of blue gourami, *Trichogaster trichopterus* fingerlings. *Journal of animal physiology and animal nutrition*. 2011. Vol. 97. no. 1. P. 126–136. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2011.01258.x>.

5. Ayan Samaddar. A review on replacing fish meal in aqua feeds using plant protein sources. *International journal of fisheries and aquatic studies*. 2018. Vol. 6. No. 2. P. 203–208.
6. Slawski H., Adem H., Tressel R.P. et al. Total fish meal replacement with rapeseed protein concentrate in diets fed to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum). *Aquaculture international*. 2011. Vol. 20. No. 3. P. 443–453. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10499-011-9476-2>.
7. Gatlin D.M., Barrows F.T., Brown P. et al. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. *Aquaculture research*. 2007. Vol. 38. No. 6. P. 551–579. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2007.01704.x>.
8. Okomoda V.T., Tihamiyu L.O. and Uma S.G. Effects of hydrothermal processing on nutritional value of *Canavalia ensiformis* and its utilization by *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) fingerlings. *Aquaculture reports*. 2016. Vol. 3. P. 214–219. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2016.04.003>.
9. Enyidi U., Pirhonen J., Kettunen J. and Vielma J. Effect of feed protein:lipid ratio on growth parameters of african catfish *Clarias gariepinus* after fish meal substitution in the diet with bambaranut (*Voandzeia subterranea*) meal and soybean (*Glycine max*) meal. *Fishes*. 2017. Vol. 2. no. 1. P. 1. DOI: <https://doi.org/10.3390/fishes2010001>.
10. Enyidi U. and Etim E. Use of solid state fermented bambara nut meal as substitute of fishmeal in the diets of African catfish *Clarias gariepinus*. *Iranian journal of fisheries sciences*. 2020. Vol. 19. no. 4. P. 1889–1910.
11. Wang L., Zhou H., He R. et al. Effects of soybean meal fermentation by *Lactobacillus plantarum* P8 on growth, immune responses, and intestinal morphology in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus* L.). *Aquaculture*. 2016. Vol. 464. P. 87–94. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.06.026>.

REFERENCES

1. Subasinghe, R., Soto, D. & Jia, J. (2018). A review on replacing fish meal in aqua feeds using plant protein sources. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 6 (2), 203–208 [in English].
2. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2018). *State of world fisheries and aquaculture 2018: Meeting the sustainable development goals*. Food & Agriculture Organization of the United Nations [in English].
3. Organization, F.a. A. (2017). GLOBEFISH highlights — issue 2/2017: APRIL 2017 ISSUE, with annual 2016 statistics. Food & Agriculture Organization of the United Nations [in English].
4. Mohanta, K.N., Subramanian, S. & Korikanthimath, V.S. (2011). Effect of dietary protein and lipid levels on growth, nutrient utilization and whole-body composition of blue gourami, *Trichogaster trichopterus* fingerlings. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 97 (1), 126–136. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2011.01258.x> [in English].
5. Ayan, Samaddar (2018). A review on replacing fish meal in aqua feeds using plant protein sources. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 6 (2), 203–208 [in English].
6. Slawski, H., Adem, H., Tressel, R.P. et al. (2011). Total fish meal replacement with rapeseed protein concentrate in diets fed to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum). *Aquaculture International*, 20 (3), 443–453. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10499-011-9476-2> [in English].
7. Gatlin, D.M., Barrows, F.T., Brown, P. et al. (2007). Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: A review. *Aquaculture Research*, 38 (6), 551–579. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2007.01704.x> [in English].
8. Okomoda, V.T., Tihamiyu, L.O. & Uma, S.G. (2016). Effects of hydrothermal processing on nutritional value of *Canavalia ensiformis* and its utilization by *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) fingerlings. *Aquaculture Reports*, 3, 214–219. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2016.04.003> [in English].
9. Enyidi, U., Pirhonen, J., Kettunen, J. & Vielma, J. (2017). Effect of feed protein:lipid ratio on growth parameters of african catfish *Clarias gariepinus* after fish meal substitution in the diet with bambaranut (*Voandzeia subterranea*) meal and soybean (*Glycine max*) meal. *Fishes*, 2 (1), 1. DOI: <https://doi.org/10.3390/fishes2010001> [in English].
10. Enyidi, U. & Etim, E. (2020). Use of solid state fermented bambara nut meal as substitute of fishmeal in the diets of African catfish *Clarias gariepinus*. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 19 (4), 1889–1910 [in English].
11. Wang, L., Zhou, H., He, R. et al. (2016). Effects of soybean meal fermentation by *Lactobacillus plantarum* P8 on growth, immune responses, and intestinal morphology in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus* L.). *Aquaculture*, 464, 87–94. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.06.026> [in English].

Стаття надійшла до редакції журналу 07.09.2023

ВПЛИВ СПОСОБІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИКОРИСТАННЯ ОРГАНОГЕННИХ ҐРУНТІВ НА ВИМИВАННЯ БІОГЕННИХ РЕЧОВИН У ДРЕНОВАНІ ВОДИ

І.Т. Слюсар¹, В.О. Сербенюк¹, Г.А. Сербенюк², О.А. Зосимчук³

¹Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН»
(сmt Чабани, Фастівський р-н, Київська обл., Україна)
e-mail: slusarit@ukr.net; ORCID: 0000-0001-8980-5160
e-mail: serbenukvo@ukr.net; ORCID: 0000-0003-0175-6611

²Національний університет біоресурсів і природокористування України
(м. Київ, Україна)
e-mail: bojruw@ukr.net; ORCID: 0000-0001-9187-0623

³Сарненська дослідна станція Інституту водних проблем і меліорації НААН
(м. Сарни, Рівненська обл., Україна)
e-mail: oksana.zosimchuk@gmail.com; ORCID: 0000-0001-9656-0181

Природоохоронне та ефективне використання дренажних органогенних ґрунтів гумідної зони в долинах річок пов'язано з розробкою та освоєнням системи стійкого розвитку аграрного сектору, об'єктом якого є ґрунт, а також процеси, які відбуваються за його участю, особливо деградація торфяного ґрунту, вимивання біохімічних речовин у ґрунтові води, що використовувалися в технологіях вирощування сільськогосподарських культур. У цих ґрунтах відбувається зміна водно-повітряного, теплового, поживного режимів та біологічного процесів, що за необґрунтованих способів використання ґрунтів призводить до забруднення річкових вод, які негативно впливають на навколишнє середовище. Найбільше вимивалося з ґрунту, незалежно від доз і видів внесення мінеральних добрив та погодних умов за роками сполук Ca (82–265 мг/л), Mg (33,9–126,0 мг/л), Na (22,1–48,2 мг/л дренажної води), а найменше — нітратного азоту (2,1–29,5 мг/л) і фосфору (0,4–2,0 мг/л дренажної води). Така залежність зумовлена з інтенсивним споживанням рухомого азоту та фосфору рослинами. Це пов'язано зі значним вмістом солі у ґрунті, які вважаються слабо засоленими. Найбільше сполук Ca, Mg, нітратного та аміачного азоту вимивається під травами навесні, а під однорічними культурами восени. Встановлено, що вміст майже всіх біогенних речовин у каналах різного призначення не перевищував ГДК для рибогосподарських водойм, за використанням вмісту сполук Mg (ГДК — 40 мг/л води), яких в каналах заплави р. Сунії доходило до 91–126 мг/л води. Запропоновано основні заходи щодо природоохоронного сільськогосподарського використання дренажних органогенних ґрунтів за науково обґрунтованих способів їх використання в умовах гумідної зони Лісостепу і Полісся, що дасть змогу регулювати та контролювати потрапляння біогенних речовин у дренажні та річкові води.

Ключові слова: дренажні ґрунти, мінеральні добрива, поживні речовини, вимивання, екологія, врожайність, сівозмінна.

ВСТУП

Значний антропогенний вплив на довкілля, в т. ч. і в басейнах річок, призвів до істотного порушення екологічних нормативів стану річкових вод, які склалися в біосфері тисячоліттями. Аналіз та оцінка дренажних вод у басейнах річок показує, що вони потребують розробки при-

родоохоронних заходів із використання земельних і водних ресурсів у кожній ґрунтово-кліматичній зоні, в т. ч. і в басейнах середніх та малих річок, кожна з яких має свої природні особливості [1–4].

За результатами досліджень [4; 5] фонові гідрохімічні ситуації в межах гумідної зони Лісостепу України, поверхневі, і прісні підземні води мають мінералізацію нижчу 1 г/дм³, до того ж, солі в них пе-

реважно є гідрокарбонатно-кальцієвими. Однак залежно від геоструктур та геоморфологічних особливостей території вони можуть мати певні відмінності гідрохімічного складу [6–8].

Метою досліджень є виявлення та оцінка біогенного забруднення ґрунтових та річкових вод під впливом антропогенних чинників. Визначення науково обґрунтованих заходів запобігання вимивання біогенних речовин у ґрунтові води залежно від різних способів сільськогосподарського використання дренажних ґрунтів у заплавах малих та середніх річок гумідної зони.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Природоохоронне та ефективне використання дренажних ґрунтів гумідної зони в долинах річок пов'язано з розробкою та освоєнням системи стійкого розвитку аграрного сектору, об'єктом якого є ґрунт, а також процеси, що відбуваються з його участю, особливо деградація органічного ґрунту, вимивання біогенних речовин у ґрунтові води, їхнє забруднення продуктами розкладу торфовищ та хімічних речовин, які використовувалися в технологіях вирощування сільськогосподарських культур [10]. Проблеми раціонального та природоохоронного використання дренажних органічних ґрунтів гумідної зони викладені у наукових працях багатьох вчених зокрема таких: Вознюк С.Т., Безкровний А.К., Цюпа М.Г., Бачуріна Г.Н., Брадів Е.С., Трускавецький Р.С., Слюсар І.Т., Яцик А.В. та ін. Результати досліджень цих вчених лягли в основу пошуку шляхів ефективного використання торфових ґрунтів. Зазначена проблема надто гострою постала в зоні дренажних меліорацій, де відбувається зміна водно-повітряного, теплового, поживного режимів та біологічних процесів, що за неправильних способів використання ґрунтів призводить до забруднення річкових вод, які негативно впливають на довкілля загалом [10; 11].

Одночасно підвищення вмісту біогенних речовин у водоймах і річках погіршує їхній санітарний стан сприяє росту і роз-

витку водоростей та водної рослинності, перетворюючи їх у заболочені ділянки річок [2; 7].

Отже, наведені вище явища свідчать про важливість досліджень із питання визначення основних заходів запобігання вимивання мінеральних сполук у ґрунтові води непродуктивній втраті біогенних речовин із ґрунту та забруднення річкових вод, що загалом сприятиме поліпшенню довкілля в басейнах річок.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили в 2016–2020 рр. у польовому стаціонарному досліді на дренажних заплавах карбонатних ґрунтах (потужність торфу 2,0–2,5 м) Панфільської дослідної станції (заплава р. Супій), а також на слабо кислих органічних ґрунтах (потужність торфу 1,2–1,4 м) заплави р. Ірпінь на базі Гостомельського опорного пункту Бучанського р-ну Київської обл. ННЦ «ІЗ НААН».

На заплавах цих долин побудовано осушувально-зволожувальні системи. Дослідження з питань вимивання поживних речовин у ґрунтові води проводили під різними сільськогосподарськими угіддями, як у сівозміні, так і поза нею. Для цього двічі на рік (навесні та восени) на ділянках із різними дозами удобрення відбирали фільтраційну воду з колодязів безпосередньо влаштованих на ділянках дослідів, та з осушувальних каналів і безпосередньо з річки.

Агротехніка вирощування сільськогосподарських культур на дренажних органічних ґрунтах відповідала рекомендаціям для цієї зони і включала мінімальний обробіток ґрунту з унесенням мінеральних добрив.

Установлено, що кількісний склад розчинних біогенних речовин і загалом гідрохімічний режим поверхневих вод формувався під впливом природних умов і господарської діяльності людини. Мінералізація органічної речовини та внесення мінеральних добрив на дренажних торфовищах супроводжувалася накопиченням у

них різних хімічних сполук, що за певних умов водного режиму спричиняє їхнє вимивання із ґрунту в дренажній воді. Це спричиняє часткові втрати поживних речовин, необхідних для рослин, і до того ж, відбувається забруднення ґрунтових та річкових вод.

Досліди закладали у трикратному повторенні. Вологість ґрунту визначали термостатно-ваговим методом [12]. Спостереження за водним режимом ґрунту проводили шляхом замірювання рівнів ґрунтових вод у водомірних колодязях через кожні п'ять днів (з квітня по жовтень). Відбір зразків дренажних вод на посівах сільськогосподарських культур (багаторічні трави, кукурудза, жито озиме) здійснювали на кожному із варіантів удобрення для подальшого лабораторного аналізу, навесні і восени [9]. Вміст у фільтраційних водах визначали нітратний азот — за Гранвальд-Ляжу з дисульфифеноловою кислотою згідно з ДСТУ 4725-2007, вміст амонійного азоту — шляхом екстрагування розчином хлориду калію за ДСТУ ISO/ТІ 14256-1:2003, вміст рухомих сполук фосфору і калію — методом полуменевої фотометрії вуглеамонійної витяжки за Б.Т. Мачигіним згідно з ДСТУ 4114-2002. Інтерпретацію одержаних даних із визначення відповідності якості води проведено

згідно з вимогами Гранично допустимі значення показники якості води для рибогосподарських водойм [15].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Погодні умови, поряд із ґрунтово-кліматичними, є важливим чинником у формуванні щорічного водного режиму в заплавах річок. Вони, безумовно, формують фільтраційні процеси протягом усього року [14; 15]. Аналіз та оцінка метеорологічних показників (табл. 1) свідчать, що за період досліджень найвологішим за квітень-жовтень виявився 2016 р. з опадами 418 мм за норми 362 мм, інші роки мали опадів значно менше багаторічних, а температура повітря в усі роки досліджень була вищою на 0,9–2,5°C порівняно із середньобагаторічною.

За роки спостережень нами виявлено, що залягання рівня ґрунтових вод та динаміка вологості активного шару ґрунту істотно залежить не тільки від режиму роботи осушувально-зволожувальної системи та погодних умов (опадів і термічного режиму), а й від структури посівних площ. За період досліджень, залягання ґрунтових вод дуже добре корелюється з кількістю опадів. Так, у вологій 2016 р. рівні води залягали найближче від поверхні ґрунту, особ-

Таблиця 1. Метеорологічні показники

Місяць	Температура, °C						Опади, мм					
	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2019 р.	2020 р.	норма	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2019 р.	2020 р.	норма
Квітень	12,4	10,2	12,3	10,7	8,9	8,3	26,0	28,1	12,0	41,0	31,0	35,0
Травень	15,3	14,9	17,4	18,6	12,8	15,0	127,0	25,5	33,0	52,0	98,0	49,0
Червень	20,1	20,1	19,0	21,6	22,1	18,1	70,0	8,0	62,0	31,0	51,0	62,0
Липень	22,1	20,6	21,2	19,6	21,0	19,4	25,0	65,4	78,0	27,0	48,0	69,0
Серпень	20,9	22,3	21,9	20,0	20,6	18,6	60,0	23,0	5,0	17,0	24,0	66,0
Вересень	14,7	16,5	16,8	15,7	17,6	13,6	11,0	15,2	34,0	23,0	27,0	46,0
Жовтень	6,4	8,2	10,0	10,6	12,6	7,5	98,5	96,0	16,0	9,0	34	35,0
За квітень–жовтень	16,0	16,1	16,9	17,7	17,2	14,4	418,0	261,0	240,0	191,0	279,0	362,0

Таблиця 2. Рівні ґрунтових вод на дослідних полях Панфільської дослідної станції, заплава р. Супій, см від поверхні ґрунту

Рік	Місяць						Середнє
	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	
2016	54	56	71	99	144	158	97
2017	52	78	112	139	165	147	116
2018	53	80	102	97	107	119	93
2019	52	56	58	115	138	195	102
2020	54	43	63	91	146	170	95
Середнє	53	63	81	108	140	158	100

ливо в першу половину вегетації (табл. 2), а у посушливі роки (2017, 2019 рр.) мали зворотну залежність.

У той самий час, така залежність не завжди чітка, часто вона порушується. Це пов'язано з тим, що в посушливі періоди шлюзи-регулятори робітники меліоративної системи закривають і вода на всій території осушувальної мережі в найспекотніші дні піднімається (додаткове зволоження) до 0,6–0,7 м від поверхні ґрунту і тримається на такій глибині 7–9 діб. Щодо вологості ґрунту, то мали таку саму залежність, але

загалом вологість активного шару ґрунту рідко спостерігали в 0–50 см шарі ґрунту зниження за межі нижньої оптимальної вологості (40% від повної вологоємності) [12; 13].

Аналіз показників фільтрації біогенних речовин із ґрунту залежно від вологості року та залягання рівня ґрунтових вод показав (табл. 3), що вимивання практично всіх біогенних речовин у ґрунтові води мало відрізнялося за роками зволоження. Передусім це пов'язано з тим, що поживні речовини знаходяться переважно в актив-

Таблиця 3. Вплив зволоженості року на вимивання біогенних речовин у ґрунтові води в осінній період, заплава р. Супій, мг/л дренажної води

Удобрення	2016 р.					2017 р.					2018 р.				
	NO ₃	P ₂ O ₅	K	Ca	Na	NO ₃	P ₂ O ₅	K	Ca	Na	NO ₃	P ₂ O ₅	K	Ca	Na
<i>Безмінні посіви багаторічних травосумішей</i>															
Без добрив	4,9	1,7	9,7	132	32,2	11,7	2,0	9,8	89	28,9	2,0	1,0	8,5	118	30,0
N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀₊₆₀	18,9	1,4	10,6	124	34,3	29,5	1,2	13,2	122	28,0	26,9	1,2	11,5	118	28,2
N ₄₅ P ₈₄ K ₉₀₊₆₀	19,4	1,2	18,4	148	32,9	28,0	1,0	10,4	124	27,5	12,1	1,1	8,0	116	26,5
N ₄₅ P ₁₃₈ K ₁₇₃₊₁₂₀	4,2	2,3	12,1	122	31,2	12,2	1,0	13,7	98	26,9	11,0	1,6	9,1	117	28,4
<i>Однорічні культури</i>															
Без добрив	9,2	2,2	13,9	134	35,9	—	1,0	5,8	120	28,5	12,3	1,0	7,5	123	31,5
P ₄₅ K ₁₂₀	18,5	2,5	17,6	138	36,5	—	1,0	6,0	126	29,1	27,2	1,2	9,5	128	35,8
P ₁₁₅ K ₅₅	19,6	2,5	28,6	161	38,0	—	1,0	7,1	147	33,9	26,1	1,2	22,5	165	36,6
P ₁₀₀₊₁₆₆ K ₁₂₇	14,3	2,4	20,8	142	37,8	—	1,1	6,4	128	28,5	24,1	1,8	17,3	128	29,7
р. Супій	2,5	1,0	11,4	104	39,3	—	0,4	9,3	96	27,6	2,1	1,3	10,2	83	32,7
Осушувальний канал	2,5	1,0	12,9	106	38,6	—	1,1	12,5	82	28,5	2,2	1,2	9,6	95	37,8

ному шарі ґрунту (0–50 см), а вологість ґрунту значно формується під дією капілярних потоків, які в засушливі періоди вегетації, своєю чергою, поповнювалися додатковим надходженням води по регулювальним каналам. До того ж, капілярний потік вологості з нижніх шарів переносив поживні речовини в поверхневий шар ґрунту, де вони додатково і використовувалися вирощуваними культурами.

Загальний процес споживання поживних речовин спостерігали як у засушливі роки, так і у вологі, але у вологі роки значно менше подавалося додаткової води з магістрального каналу, а це значить зменшувалась кількість поживних речовин. Це і нівелювало переміщення поживних речовин залежно від вологості року.

Щодо більшого вмісту поживних речовин у дренажних (регулювальних) каналах та річці у вологі роки, то це більше пов'язано з певною міграцією води. Яка в посушливі періоди вегетації сприяла підвищенню капілярної вологи ґрунту, а у вологі проходив процес фільтрації, що і спричинило певну міграцію поживних речовин в осушувальні канали і загалом у річкову воду.

Важливим чинником у забрудненні ґрунту та річкових вод є наявність різних біохімічних речовин у ґрунті [1; 6; 11]. Спостереження та аналіз вмісту поживних речовин у ґрунті засвідчили (див. *табл. 3*), що він істотно залежить від багатьох чинників і передусім від способу використання дренажних ґрунтів, погодних умов та кількості внесених мінеральних добрив під час технологічних заходів вирощування культур.

Найбільше вимивалося з активного шару ґрунту, незалежно від доз і видів внесення мінеральних добрив та погодних умов, сполук Ca (148–161 мг), Mg (33,9–125,8) та Na (26,5–39,3 мг), найменше – нітратного та аміачного азоту, відповідно – 2,0–32,4 мг та 1,2 – 0,5–16,2 мг/дм³ дренажної води. Така залежність зумовлена тим, що рухомі форми азоту дуже інтенсивно використовувалися культурними рослинами, що сприяло збідненню ними

активного шару ґрунту. Значна кількість вимивалася з ґрунту Na⁺ (21,8–65,0 мг/дм³ води).

Вимивання рухомих форм фосфору та калію було порівняно з іншими мінеральними елементами та їхніми сполуками значно менше (відповідно 1–2,2 мг/дм³ та 8,1–18,6 мг/дм³ дренажної води). Особливе екологічне значення на дренажних органогенних ґрунтах займають посіви багаторічних травосумішей, які запобігають інтенсивній мінералізації органіки та надлишковому накопиченню рухомих сполук біогенних речовин і передусім рухомих сполук азоту, які можуть легко вимиватися у ґрунтові води.

Нами виявлено, що у вологі роки на полях багаторічних трав без внесення мінеральних добрив вимивалося NO₃ – 4,9 мг/дм³ води, K – 9,7 мг і Ca – 130 мг, на удобрених відповідно 4,2–19,4; 12,8–22,2 і 122–148 мг/дм³, а на посівах однорічних культур відповідно – 9,2 мг, K – 13,9 і Ca – 134 на удобрених відповідно – 14,3–19,6; 21,2–34,4 і Ca – 138–161. Подібну залежність спостерігали і в засушливому 2018 р. (див. *табл. 2*).

Спостереженнями за вимиванням поживних речовин залежно від пори року на різних угіддях встановлено (*табл. 4*), що в середньому впродовж трьох років (2016–2018 рр.) на посівах багаторічних травостоїв та однорічних культур (жито озиме, кукурудза) більше або значно більше вимивалося нітратного та амонійного азоту, рухомого фосфору та калію в осінній період, порівняно з весняними водами. До того ж, осіння дренажна вода карбонатніша та більше засолена Na, або в останній воді доволі значне вимивання спостерігали Na (до 36,1–38,1 мг/дм³) дренажної води.

Щодо вимивання біогенних речовин у ґрунтові води залежно від вирощуваних культур, то можна відмітити, що загалом чіткої залежності не спостерігали. В той самий час кальцію і магнію більше вимивалося восени, ніж навесні, як на посівах багаторічних так, і на однорічних культурах.

Слід відмітити, що в 2017–2019 рр. ми паралельно здійснювали спостереження за

Таблиця 4. Вимивання біогенних речовин у ґрунтові води залежно від удобрення та періоду вегетації, середнє за 2016–2018 рр. заплава р. Сушій, мг/л дренажної води

Удобрення	Ca		Mg		N-NO ₃		N-NH ₄		P ₂ O ₅		K		Na	
	весна	осінь	весна	осінь	весна	осінь	весна	осінь	весна	осінь	весна	осінь	весна	осінь
<i>Беззмінні посіви багаторічних травосумішей</i>														
Без добрив (контроль)	156	133	73,7	60	7,8	61,8	5,0	16,2	0,51	1,76	3,7	11,0	32,8	31,4
Рекомендована доза добрив на основі дослідів (N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀₊₆₀)	165	144	78,5	67	7,0	25,4	3,5	9,2	1,38	1,33	3,6	11,0	34,3	30,1
Розрахункова доза на приріст урожаю (N ₄₅ P ₈₄ K ₉₀₊₆₀)	149	144	69,8	56	1,9	24,2	3,6	11,3	0,85	0,81	5,5	8,1	27,9	29,0
Розрахункова доза на заплановану врожайність з урахуванням вмісту поживних речовин у ґрунті (N ₄₅ P ₁₃₈ K ₁₇₃₊₁₂₀)	176	122	75,0	57	11,0	2,2	1,9	2,2	0,95	1,37	2,1	10,6	30,0	28,8
<i>Жито озиме</i>														
Без добрив (контроль)	151	151	71,7	72	12,1	3,9	3,4	0,3	2,7	1,03	3,0	18,6	32,3	31,7
Рекомендована доза добрив на основі дослідів (N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀₊₆₀)	134	138	55,7	73	1,5	7,1	5,3	0,5	0,71	0,99	7,3	9,7	33,7	36,1
Розрахункова доза на приріст урожаю (N ₄₅ P ₈₄ K ₉₀₊₆₀)	138	161	54,2	126	—	26,0	0,5	0,6	0,20	1,23	5,1	20,2	26,8	38,1
Розрахункова доза на заплановану врожайність з урахуванням вмісту поживних речовин у ґрунті (N ₄₅ P ₁₃₈ K ₁₇₃₊₁₂₀)	128	142	50,1	79	—	14,8	0,8	0,8	0,25	1,02	6,7	11,6	26,9	31,3
<i>Кукурудза на зерно</i>														
Без добрив (контроль)	84	154	33,9	71	—	12,6	0,8	0,5	0,30	0,39	—	8,5	22,1	28,9
Рекомендована доза добрив на основі дослідів (P ₄₅ K ₁₂₀)	117	168	53,0	77	—	7,2	1,6	2,8	0,80	0,93	—	10,1	25,2	32,7
Розрахункова доза на приріст урожаю (P ₁₁₅ K ₅₅)	94	159	37,3	77	—	6,0	0,5	9,3	0,30	0,77	—	13,6	23,7	32,3
Розрахункова доза на заплановану врожайність з урахуванням вмісту поживних речовин у ґрунті (P ₁₀₀₊₁₆₆ K ₁₂₇)	152	170	90,5	91	—	13,8	4,9	1,1	1,80	1,26	—	13,6	48,2	30,1
р. Сушій магістральний канал	103	95	42,3	47	—	сл.	0,8	0,9	0,65	0,28	1,2	10,3	27,2	35,2
Осушувальний канал	83	102	45,0	47	—	сл.	0,7	0,8	0,20	0,39	0,9	11,1	30,0	52,0

вимиванням біогенних речовин у заплаві р. Ірпінь, яка має осушувальні органогенні кислі ґрунти і відносяться до зони Полісся (табл. 5). Порівнюючи вимивання поживних речовин у ґрунтові води на заплавах річок Полісся та Лісостепу можна чітко відзначити, що рухомого фосфору вимивається в поліській зоні, не залежно від удобрення та культури, в два-три рази менше, ніж у Лісостепу на карбонатних ґрунтах. Щодо інших речовин, то закономірність приблизно подібна.

Розглядаючи забруднення річкових вод та наявність поживних речовин в осушувальних зволожувальних каналах можна відмітити, що кількість їх у різних водах практично була однакою, різниця становила декілька відсотків, що можна віднести до похибки, яка може бути присутня під час відбору зразків та самого аналізу.

Водночас чітко спостерігається значно більше вимивання у ґрунтові води р. Супій у вологому році (2016 р.), ніж у засушливому (2018 р.) Так, вміст NO_3 у річці і каналі становила $2,5 \text{ мг/дм}^3$ води, $\text{K} - 13,7-15,6$; $\text{Ca} - 104-106 \text{ мг/дм}^3$ води, а у засушливому 2018 р. відповідно $2,1-2,2 \text{ мг/дм}^3$;

$\text{K}_2\text{O} - 12,3-11,6$; $\text{Ca} - 83-95 \text{ мг/дм}^3$ води.

Вміст біогенних речовин в осушувально-зволожувальних каналах відмічений різний і залежить від виду біогенної речовини. Так, вміст Ca практично однаково і навесні і восени; Mg — має тенденцію до збільшення вмісту в осінніх водах; рухомих форм азоту не виявлено різниці; вміст фосфору практично однаковий, а вміст K та Na наочно підвищується від весни до осені.

Виявлено, що вміст майже у всіх дослідженнях біогенних речовин у річкових каналах не перевищував ГДК для рибогосподарських водоймищ, за виключенням сполук Mg (ГДК — 40 мг/дм^3 річкової води), якого в досліджуваних водах доходило до 91 мг/дм^3 та підвищена кислотність води (ГДК — $6,5-8,0$), яка часто сягала $\text{pH}_{\text{вод.}} 7,5-8,7$. Вміст інших біогенних речовин у воді не перевищував показників ГДК для рибогосподарських водоймищ.

Слід зауважити, що внесення хімічних речовин магнію у технологічному процесі вирощування сільськогосподарських культур на дренажних ґрунтах дослідного поля ми не використовували, очевидно значна

Таблиця 5. Вплив способів використання дренажних кислих органогенних ґрунтів на вимивання біогенних речовин у ґрунтові та річкові води заплави р. Ірпінь, середнє за 2017 — 2019 рр. мг/л дренажної води

Сівозміна	Удобрення	NH_4		P_2O_5		K	
		весна	осінь	весна	осінь	весна	осінь
1-4 — поле багаторічні трави; 5-7 — однорічні культури	PK	16,6	4,4	0,97	0,39	5,6	3,6
	NPK	11,8	3,6	0,22	0,30	6,4	1,5
1-5 — поле багаторічні трави; 6-7 — однорічні культури	PK	14,5	8,5	0,24	0,89	5,0	3,5
	NPK	15,2	8,9	0,21	0,72	4,3	7,6
1-6 — поле багаторічні трави; 7 — рання зернова культура	PK	13,7	3,3	0,12	0,24	3,3	1,8
	NPK	14,9	7,1	0,67	0,21	4,2	2,3
Беззмінні посіви багаторічних трав	PK	11,6	4,3	0,38	0,63	3,0	2,3
	NPK	12,9	4,5	0,23	0,40	3,1	2,8
1-7 — поле — однорічні культури	PK	13,0	2,3	0,31	0,57	3,7	2,9
	NPK	12,9	2,5	0,62	0,25	2,6	1,4
Осушувальний канал		8,8	3,3	0,45	0,49	3,7	2,0
р. Ірпінь — магістральний канал		5,6	7,3	0,75	0,61	2,7	3,0

частина його сполук знаходиться у віванітових прошарках органічного ґрунту.

ВИСНОВКИ

Вимивання мінеральних сполук з органічного дренажного ґрунту значно пов'язано з водним режимом, погодними умовами, удобренням та способом використання заплавлених ґрунтів.

Більше вимивається біогенних речовин у ґрунтові та річкові води у вологі роки, ніж у посушливі, а вирощування багаторічних травосумішок сприяє значному запобіганню міграції мінеральних речовин у ґрунтові води.

Підвищення виносу поживних речовин у дренажні води позитивно впливає

на збільшення доз добрив та розширення площ вирощування однорічних культур. Найбільше виноситься сполук кальцію, магнію та натрію, а фосфору в 2,3 рази — менше в дренажні води в Поліссі, ніж із карбонатних ґрунтів Лісостепу.

Запровадження травопільних сівозмін із розширеним лучним періодом та обмеженням підняття рівнів ґрунтових вод не вище 60–70 см від поверхні ґрунту, а створення оптимальних умов для росту і розвитку сільськогосподарських культур сприяє кращому споживанню поживних речовин з активного шару ґрунту, забезпечує керовані процеси вимивання біогенних речовин у дренажних органічних ґрунтах у ґрунтові та річкові води.

ЛІТЕРАТУРА

1. Яцик А.В. Екологічна безпека в Україні: моногр. Київ: Генеза, 2001. 216 с.
2. Яцик А.В., Шевчук В.Я. Енциклопедія водного господарства, природокористування, сталого розвитку: моногр. Київ: Генеза, 2006. 1000 с.
3. Белоліпський В.О., Полулях М.М. Модель трансформації кількісних показників максимальних витрат стоку вод зливних опадів у системі балкових водозборів малих річок. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 8. С. 49–57. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201808-08>.
4. Вознюк С.Т., Мошинський В.С., Клименко М.О. та ін. Торфво-земельний ресурс Північно-Західного регіону України: моногр. Рівне: НУВГП, 2017. 117 с.
5. Хільчевський В.К., Винарчук О.О., Гончар О.М. та ін. Гідрохімія річок Лівобережного Лісостепу України: навч. посібн. Київ: Ніка-Центр, 2014. 230 с.
6. Ладика М.М., Корх О.В., Дорошенко А.В., Степанчук Н.В. Водний режим осушуваних ґрунтів — основа їх еколого-меліоративного моніторингу. *Ґрунти та меліорація: минуле і майбутнє*: зб. наук. праць. 2015. С. 98–106.
7. Дегодюк Е.Г., Дегодюк С.Е. Еколого-техногенна безпека України: моногр. Київ: Екмо, 2006. 307 с.
8. Слюсар І.Т. Концептуальні основи природоохоронного використання земельних і водних ресурсів гумідної зони Полісся. *Адаптивні системи землеробства і сучасні агротехнології — основа раціонального землекористування, збереження і відтворення родючості ґрунтів* / за ред. В.Ф. Казмінського. Київ: ВП Едельвейс, 2013. С. 132–145.
9. Методичні рекомендації з оцінки якості води для господарсько-питного та культурно-побутового використання. Дніпропетровськ, 2016. 38 с.
10. Слюсар І.Т., Гера О.М., Соляник О.П., Сербенюк В.О. Способи сільськогосподарського використання осушуваних земель гумідної зони України. Меліорація і облаштування Українського Полісся / за ред. Я.М. Гадзало, В.А. Сташук, А.М. Рокочинського. Рівне: Олді-Плюс, 2018. Т. 2. С. 32–69.
11. Трускавецький Р.С., Цапко Ю.Л. Основи управління родючістю ґрунтів: моногр. Харків: ФОП Бровін О.В., 2016. 388 с.
12. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В. Основи наукових досліджень в агрономії: підруч. Київ: ДІА, 2005. 288 с.
13. Truskavetskiy R.S. Carbon Budget of Drainet Peat Bogs in Ukrainian Polesie. *Eurasian Soil Science*. 2014. Vol. 47(7). P. 687–693.
14. Scuman L.M. The effect of soil properties — On Zn adsorption of soil. *SoilSos. Amerj.* 1975. Vol. 39 (4). P. 113–124.
15. Гранично допустимі значення показники якості води для рибогосподарських водойм. Загальний перелік ГДК і ОБРВ шкідливих речовин для води рибогосподарських водойм. [Чинний від 1990-08-09]. Офіц. вид. Київ: Мін-во рибного господарства. 1990. 45 с.

REFERENCES

1. Yatsyk, A.V. (2001). *Ekolohichna bezpeka v Ukraini: monohrafiya* [Environmental safety in Ukraine: monograph]. Kyiv [in Ukrainian].
2. Yatsyk, A.V. & Shevchuk, V.Ia. (2006). *Entsyklopediia vodnoho hospodarstva, pryrodokorystuvannia, staloho rozvytku* [Encyclopedia of water management, nature

- management, sustainable development*]. Kyiv: Heneza [in Ukrainian].
3. Belolipskyi, V.O. & Poluliakh, M.M. (2018). Model transformatsii kilkisnykh pokaznykiv maksimalnykh vytrat stoku vod zlyvnykh opadiv u systemi balkovykh vodozboriv malykh richok [The model of transformation of quantitative indicators of the maximum flows of stormwater runoff in the system of beam catchments of small rivers]. *Visnyk ahrarynoi nauky — Bulletin of Agricultural Science*, 8, 49–57. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201808-08> [in Ukrainian].
 4. Vozniuk, S.T., Moshynskyi, V.S., Klymenko M.O. et al. (2017). *Torfovo-zemelnyi resurs Pivnichno-Zakhidnoho rehionu Ukrainy: monohrafiya* [Peat land resources of the North-Western region of Ukraine: monograph]. Rivne [in Ukrainian].
 5. Khilchevskyi, V.K., Vynarchuk, O.O., Honchar, O.M. et al. (2014). *Hidrokhimiia richok Livoberezhnoho lisostepu Ukrainy* [Hydrochemistry of the rivers of the Left Bank forest-steppe of Ukraine]. Kyiv [in Ukrainian].
 6. Ladyka, M.M., Korkh, O.V., Doroshenko, A.V. & Stepanchuk, N.V. (2015). Vodnyy rezhym osushuvanykh gruntiv — osnova yikh ekoloho-melioratyvnoho monitoringu [The water regime of drained soils is the basis of their ecological and remedial monitoring]. *Gruntly ta melioratsiya: mynule i maybutnye: zbirnyk naukovykh prats' — Soils and land reclamation: past and future: a collection of scientific works*, 98–106 [in Ukrainian].
 7. Dehodiuk, E.H. & Dehodiuk, S.E. (2006). *Ekolohotekhnohenna bezpeka Ukrainy: monohrafiya* [Ecological and man-made security of Ukraine: monograph]. Kyiv [in Ukrainian].
 8. Sliusar, I.T. & Kaminskoho, V.F. (Ed.). (2013). Kontseptualni osnovy pryrodookhoronnoho vykorystannia zemelnykh i vodnykh resursiv humidnoi zony Polissia [Conceptual basis of nature protection and use of land and water resources of the humid zone of Polissia]. *Adaptyvni systemy zemlerobstva i suchasni ahrotekhnolohiyi — osnova ratsional'noho zemlekorystuvannya, zberezhenyia i vidtvorennyia rodyuchosti gruntiv* [Adaptive farming systems and modern agricultural technologies are the basis of rational land use, preservation and reproduction of soil fertility]. (pp. 132–145). Kyiv [in Ukrainian].
 9. Dnipropetrovsk National University named after Oles Honchar (2016). *Metodychni rekomendatsii z otsinky yakosti vody dlia hospodarsko-pytnoho ta kulturno-pobutovoho vykorystannia* [Methodological recommendations for assessing the quality of water for economic and drinking and cultural and domestic use]. Dnipropetrovsk [in Ukrainian].
 10. Sliusar, I.T., Hera, O.M., Solianyuk, O.P., Serbeniuk, V.O. & Hadzalo, Ya.M. et al. (Eds.). (2018). Sposoby silskohospodarskoho vykorystannia osushuvanykh zemel humidnoi zony Ukrainy [Ways of agriculture and utilization of drained lands of the humid zone of Ukraine]. *Melioratsiya i oblashtuvannya Ukrayins'koho Polissya* [Land reclamation and development of the Ukrainian Polissia]. (pp. 32–69). Rivne [in Ukrainian].
 11. Truskavetskyi, R.S. & Tsapko, Yu.L. (2016). *Osnovy upravlinnia rodiuchistiu gruntiv: monohrafiia* [Fundamentals of soil fertility management]. Kharkiv [in Ukrainian].
 12. Yeshchenko, V.O., Kopytko, P.H., Opryshko, V.P. & Kostohryz, P.V. (2005). *Osnovy naukovykh doslidzen v ahronomii: pidruchnyk* [Basics of scientific research in agronomy]. Kyiv [in Ukrainian].
 13. Truskavetskiy, R.S. (2014). Carbon Budget of Drainet Peat Bogs in Ukrainian Polesie. *EvrAsian Soil Science*, 47 (7), 687–693 [in English].
 14. Scuman, L.M. (1975). The effect of soil properties — On Zn adserpotiondy soil. *SoilSos. Amepj.*, 39 (4), 113–124 [in English].
 15. Hranychno dopustymy znachennya pokaznyky yakosti vody dlia rybohospodars'kykh vodoym. Zahal'nyy perelik HDK i OBRV shkidlyvykh rehovyn dlya vody rybohospodars'kykh vodoym [Maximum permissible values of water quality indicators for fishery reservoirs. The general list of MPCs and ODRVs of harmful substances for the water of fishing ponds]. Kyiv: Ministry of Fisheries [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 03.09.2023

ЕКОТОКСИКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОГО ҐРУНТУ ЗА ВПЛИВУ БОЙОВИХ ДІЙ

О.В. Дмитренко¹, О.С. Дем'янюк², Л.П. Погоріла¹, Н.Л. Свидинок¹,
В.В. Рожа¹, П.М. Кирилюк¹, В.М. Романенко¹

¹Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України» (м. Київ, Україна)

e-mail: ecolab23071964@ukr.net; ORCID: 0000-0002-6945-7637

e-mail: liudmilapogorila@gmail.com; ORCID: 0009-0006-8649-6267

e-mail: natasha06102019@gmail.com; ORCID: 0009-0007-2385-6337

e-mail: vasyarozha@ukr.net; ORCID: 0009-0007-9990-1480

e-mail: petrokyryluk2020@gmail.com; ORCID: 0009-0008-9754-419X

e-mail: strekitsa@ukr.net; ORCID: 0009-0000-1144-6321

²Інститут агроєкології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)

e-mail: demolena@ukr.net; ORCID: 0000-0002-4134-9853

Представлено результати досліджень зміни еколого-токсикологічних параметрів дерново-підзолистого ґрунту, який зазнав деградації внаслідок ведення бойових дій на території Бучанського р-ну Київської обл. у лютому–березні 2022 р. під час вторгнення російських військ. Унаслідок застосування артилерійської зброї, зокрема мінометів, на території с. Торф'яне виявлено пошкодження ґрунтового покриву на землях сільськогосподарського та лісового призначення, а також деградацію ґрунту внаслідок застосування мінометів, що підтверджено підвищенням вмісту важких металів (Cu, Zn, Ni, Cr, Cd, Pb) у шарі ґрунту 0–20 см через рік після артилерійських обстрілів. На відстані 2,5 м від краю вирв (№ 1 і № 2) зазначено підвищення валового вмісту Zn, Ni, Cr – в 1,1–1,2 раза, Pb – в 1,1–1,6 раза, Cu в 1,5–1,8 раза. Підвищення вмісту Cd кадмію в 1,1–1,2 раза на відстані 2,5 м зафіксовано лише в межах вирви № 2. На відстані 30 м від вирв виявлено високий валовий вміст цинку (151–155 мг/кг), свинцю (43–44), хрому (39–41), нікелю (24–28), міді (17–18), кадмію (2–3 мг/кг). Відмічено перевищення вмісту рухомих форм важких металів безпосередньо у кратері вирв та на відстані до 30 м у середньому в 3–9 разів. Найвищі показники коефіцієнта концентрації важких металів у ґрунті встановлено в середньому для цинку – 6–14 кларків від фону, хрому – 7–9 кларки, свинцю – 4–8 кларків. Виявлено перевищення ГДК у ґрунті на-коло вирв за вмістом хрому на 7–26%, нікелю – на 15–21%. Зафіксовано незначне перевищення рівня ГДК за вмістом свинцю в ґрунті на 3–6%. За вмістом у ґрунті міді (0,1–0,3 ГДК), цинку (0,2–0,4 ГДК), кадмію (0,4–0,6 ГДК) і свинцю (0,5–1 ГДК) через рік після обстрілу цих територій відсутнє перевищення ГДК.

Ключові слова: деградація ґрунту, важкі метали, забруднення ґрунту, вирва.

ВСТУП

На території України з 24 лютого 2022 р. відбуваються повномасштабні бойові дії, які мають руйнівний вплив не лише на соціальну та економічну сфери життя українців, а й спричиняють потужний вплив на екологічний стан навколишнього природного середовища, що порушує екологічний баланс планети та матиме невизначені наслідки у майбутньому. Через застосування

зброї різного виду, зокрема крилатих ракет та артилерійських снарядів та ін., у навколишнє природне середовище потрапляють численні хімічні сполуки та газу, металеві фрагменти снарядів, які безпосередньо або через хімічні реакції з елементами довкілля спричиняють забруднення повітря, ґрунтового покриву, водних об'єктів і втрату біорізноманіття. Тому зони військових дій, військові навчальні зони, зони стрільб, а також місця виробництва утилізації вибухових речовин і боєприпасів вважають одними з основних джерел забруднення

наземних екосистем [1–3] і потребують моніторингових досліджень для розроблення заходів реабілітації та усунення екологічних ризиків.

Мета — визначити зміни еколого-токсикологічного стану дерново-підзолистого ґрунту в зоні ведення активних бойових дій на території Київської обл.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Війна, яка ведеться на території України з 2014 р., спричинила й продовжує здійснювати негативний вплив на ґрунтові та земельні ресурси, що є національним багатством України [4; 5]. Вченими Національного наукового центру «Інституту ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського» введено новий тип деградації ґрунтів — деградація, спричинена збройною агресією, що включає в себе механічну, фізичну, хімічну, фізико-хімічну й біологічну деградацію, а також інші напрями впливу на ґрунти та земельні ділянки [4]. Ґрунт приймає основний удар під час ведення бойових дій, зазнає найбільшого забруднення і як інертний компонент ландшафту тривалий час зберігає наслідки війни. Оцінка ступеня руйнування та пошкодження ґрунтів дає змогу оцінити наслідки екоцидів РФ на території України [4; 6].

Наразі дослідження з визначення пошкоджень ґрунтового покриву, його екологічного стану, втрати екосистемних послуг унаслідок війни проводяться в різних регіонах як на територіях, де велися активні бойові дії, так і на постраждалих унаслідок ракетних атак, у т. ч. для визначення шкоди та збитків, завданих Україні внаслідок збройної агресії РФ [4; 6–9].

Механічні та фізичні порушення ґрунту виникають через зведення фортифікаційних споруд, рух військ і техніки, утворення кратерів або вирв від бомб (бомбардування) та артилерійських снарядів, пожеж, які змінюють рельєф ландшафту, структуру ґрунту, водні й ін. властивості, що може в подальшому призвести до зсувів та ерозії [5; 10; 11]. Так, визначено, що в зоні бомбтурбації ґрунт зазнає перевідкладення,

переміщення, ущільнення, деформації і сильного забруднення [6].

Аналіз наукової літератури з питань деградації ґрунтів під час воєнних конфліктів та унаслідок застосування зброї засвідчив, що поряд із механічним руйнуванням ґрунтової поверхні, до найпоширеніших небезпечних наслідків належить хімічне забруднення ґрунтів [1–3; 12; 13]. Зокрема, під час ведення бойових дій у ґрунт потрапляє низка токсичних сполук, які містяться в боєприпасах різного калібру, продукти від руйнування та горіння важкої техніки, розливи палива, технічних мастил, органічних розчинників тощо. Поведінка більшості з них у ґрунтах України недостатньо досліджена та відсутні нормативи гранично допустимих концентрацій у ґрунтах [4]. Водночас дедалі більше результатів досліджень підтверджує потенційні джерела викидів різних забруднювачів у навколишнє природне середовище, пов'язаних із військовою діяльністю, забруднення важкими металами, а також шляхи їх міграції та небезпеку для здоров'я людини і біоти [12; 14].

Встановлено, що ґрунти на території військових об'єктів упродовж багатьох десятиліть залишаються значною мірою забрудненими токсичними сполуками від боєприпасів і їх залишків, що містять шкідливі речовини, включаючи свинець (Pb), стибій (Sb), уран (U), 2,4-динітротолуол, 2,4,6-тринітротолуол та ін. [15; 16]. Переважна більшість цих сполук є стійкими до біологічного розкладання або обробки і, отже, залишаються в біосфері, стаючи джерелом забруднення, потенційно шкідливим для здоров'я людини та навколишнього середовища через їх можливий токсичний вплив [3].

Важливо зазначити, що оцінка воєннотехногенного навантаження на ґрунти визначається рівнем інтенсивності бойових дій із врахуванням типів забруднень. Викиди важких металів у навколишнє природне середовище під час наземних бойових дій і бомбардувань відбуваються із залишків зброї, що містять Pb, Cu, Cd, Sb, Cr, Ni, Zn, із подальшою їх міграцією у водні джерела,

у такий спосіб збільшуючи ризик впливу на людину. Біомоніторингові дослідження показали накопичення важких металів у рослинах, безхребетних і хребетних видах [15; 17; 18].

Результати переважної більшості досліджень показують значні забруднення ґрунту внаслідок застосування зброї свинцем (Pb) та його супутніх забруднювачів, включаючи Sb, Cu, Zn, Ni та As. Так, на території Сумської обл. (Сумський, Охтирський р-ни) в місцях падіння авіабомб та розбитої військової техніки фіксували перевищення фонового рівня за вмістом свинцю у ґрунті в 5,4 раза, мангану — в 4,8, міді — в 4,6, цинку — в 3,9, кадмію — в 1,4, нікелю та заліза — в 1,2 і 1,1 раза відповідно [9]. На території Харківської обл. (Вільхівська громада) визначено перевищення фонового рівня і ГДК кадмію в 5,6 раза, міді — 5–6,4 раза, цинку — 2,6 раза. Вміст марганцю перевищував фонове значення в 25 разів, але не перевищував ГДК [5]. На території Харківської обл. (с. Мала Рогань і Новий Коротич), де відбулися активні бойові дії, вміст рухомих форм марганцю перевищував ГДК у 2,3 раза, свинцю — у 2,8 раза. В інших випадках вміст важких металів був нижчим за ГДК, але переважав їх фонову концентрацію: нікелю — в 3–4 рази, міді — 2,4–2,8 раза у ґрунті на місці падіння авіабомб. У ґрунті утворених вирв: міді — в 3,6–12,8 раза, нікелю — в 3,9 раза залежно від виду снаряду та боєприпасу [19]. Результати досліджень забруднення ґрунту внаслідок ракетних ударів на території м. Львів показали перевищення за вмістом кадмію у 10–40 разів допустимого значення міжнародного стандарту. Аналогічне перевищення рівня

міжнародних стандартів виявлено за вмістом у ґрунті свинцю, міді, хрому, нікелю та титану, що спричиняє високі екологічні ризики [7].

Подальша міграція забруднювачів у ґрунті, надходження їх у водні джерела, акумуляція фіто-, зоо- та мікробіотою регулюється як абіотичними, так і біотичними чинниками, зокрема залежить від фізико-хімічних і біологічних властивостей ґрунту та кліматичних чинників [20]. Так, швидкість міграції та трансформації важких металів залежить типу ґрунту, його гранулометричного складу, вмісту органічної речовини, реакції середовища (рН) тощо [2; 20–22]. Тому для визначення потенційних екологічних ризиків для екосистем від забруднення ґрунту внаслідок застосування зброї і ведення бойових дій потребує комплексних моніторингових досліджень.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проведено в Державній установі «Інститут охорони ґрунтів» та Інституті агроєкології і природокористування НААН у межах виконання моніторингових досліджень стану ґрунтів у зонах військових дій.

Зразки ґрунту було відібрано у квітні 2023 р. біля с. Торф'яне Бучанського р-ну Київської обл., де в лютому-березні 2022 р. велися активні бойові дії та наявне пошкодження ґрунтового покриву від артилерійських та мінометних обстрілів (табл. 1). Тип ґрунту дерново-середньопідзолистий неоглеєний, глеюватосупіщаний.

Вирви, утворені внаслідок мінометного обстрілу, знаходяться на території лісових екосистем (рис. 1).

Таблиця 1. Характеристика об'єктів досліджень

Об'єкт досліджень	Географічні координати*	Глибина вирви, м	Діаметр вирви, м
Вирва № 1	50°41'51,3" пн. ш. 29°48'25,6" сх. д.	0,85	3,2
Вирва № 2	50°41'42,9" пн. ш. 29°48'30,9" сх. д.	1,2	3,2

Примітка: * координати наведено у Всесвітній системі координат WGS 84.



Рис. 1. Вирви від мінометних обстрілів
(Київська обл., Бучанський р-н, квітень 2023 р.)

Відбір зразків ґрунту проведено відповідно чинних стандартів: ДСТУ ISO серії 10381, зокрема: ДСТУ ISO 10381-1:2004 Якість ґрунту. Відбирання проб. Частина 1. Настанови щодо складання програм відбирання проб (ISO 10381-1:2002, IDT); ДСТУ ISO 10381-2:2004 Якість ґрунту. Відбирання проб. Частина 2. Настанови з методів відбирання проб (ISO 10381-2:2002, IDT); ДСТУ ISO 10381-5:2009 Якість ґрунту. Пробовідбирання. Частина 5. Настанови з процедури дослідження міських та промислових ділянок щодо забруднення ґрунту (ISO 10381-5:2005, IDT).

Зразки ґрунту вирви № 1 відбирали на глибині 0–20 см з дна, бокових стінок та внутрішнього краю вирви (Т1/1), а також від краю вирви на відстані 2,5 м (Т1/2) і 30 м (Т1/3). Зразки ґрунту вирви № 2 відбирали на глибині 0–20 см з дна, бокових стінок, внутрішнього краю вирви (Т2/1). А також на відстані 2,5 м від краю вирви в північно-західному напрямі, де виявлено опалені дерева (Т2/2), та в протилежному напрямі (Т2/3), та на відстані і 30 м (Т2/4).

Формували змішаний зразок із 30-ти проб ґрунту з кожної точки відбору і визначали вміст важких металів (Cu, Zn, Ni, Cr, Cd, Pb) (за ДСТУ 4770.6:2007, ДСТУ 4770.2:2007, ДСТУ 4770.7:2007, ДСТУ 4770.8:2007, ДСТУ 4770.3:2007, ДСТУ 4770.9:2007) в буферній амонійно-

ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії.

Результати експериментальних досліджень були проаналізовані за використання програмного пакета Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Ґрунти в зоні проведення досліджень (Бучанський р-н, Київська обл.) представлені переважно дерново-середньо- і слабо-підзолистими супіщаними і суглинковими. Вони характеризуються підвищеною кислотністю, яка варіює в межах від кислої до слабокислої (рН 5,4–6,0), не насиченістю обмінного комплексу основами, незначною буферністю та низькою біологічною активністю [23; 24]. Низький вміст органічної речовини у дерново-підзолистому ґрунті підвищує рухомість важких металів та їх перехід у ґрунтовий розчин та міграцію у нижчі шари.

Валовий вміст важких металів розглядають як індикатори воєнно-техногенного навантаження [5]. Наші дослідження показали, що за межами кратера вирви на відстані 2,5–30 м зростає валовий вміст усіх досліджуваних хімічних елементів (табл. 2). Так, на відстані 2,5 м від краю вирв (№ 1 і № 2) виявлено підвищення валового вмісту цинку, хрому і нікелю – в 1,1–1,2 раза, свинцю – в 1,1–1,6 раза, міді в 1,5–1,8 раза. Підвищення вмісту кадмію

Таблиця 2. Вміст важких металів (валові форми) у дерново-підзолистому ґрунті в зоні влучання артилерійських снарядів, 0–20 см, мг/кг ґрунту (Київська обл., Бучанський р-н, с. Торф'яне)

Об'єкт досліджень	Cu	Zn	Ni	Cr	Cd	Pb
<i>Вирва № 1</i>						
Кратер вирви (Т1/1)	9,18	75,95	20,48	32,62	2,00	25,16
На відстані 2,5 м від краю вирви (Т1/2)	16,59	92,13	24,21	36,45	1,63	27,90
На відстані 30 м від краю вирви (Т1/3)	17,67	150,57	28,12	40,77	2,36	43,54
НІР _{0,5}	1,3	2,0	1,8	2,1	0,4	1,3
<i>Вирва № 2</i>						
Кратер вирви (Т2/1)	10,04	92,54	22,37	35,21	1,92	28,89
На відстані 2,5 м від краю вирви, пн.-зх. (Т2/2)	15,60	102,32	26,02	38,22	2,01	41,02
На відстані 2,5 м від краю вирви, пд.-сх. (Т2/3)	14,45	93,12	19,00	36,15	2,29	45,13
На відстані 30 м від краю вирви (Т2/4)	16,79	154,97	24,38	38,88	2,63	44,45
НІР _{0,5}	1,1	1,6	1,5	1,5	0,4	1,5

в 1,1–1,2 раза на відстані 2,5 м зафіксовано лише в межах вирви № 2 (Т2/2, Т2/3).

Натомість в усіх випадках на відстані 30 м від вирв (№ 1 і № 2) виявлено підвищення валового вмісту нікелю, хрому, кадмію — в 1,1–1,4 раза, свинцю — в 1,5–1,7 раза, міді і цинку — в 1,6–2,0 рази. Це свідчить про потужну вибухову хвилю і роз-

сіювання на значні відстані від епіцентру вибуху потенційно токсичних елементів складових артилерійських снарядів.

Аналіз вмісту рухомих форм важких металів у шарі ґрунту 0–20 см у кратері вирв та навколо них засвідчив перевищення фонового рівня в середньому в 3,1–9,0 разів (табл. 3). Безпосередньо в кратері

Таблиця 3. Вміст важких металів (рухомі форми) у дерново-підзолистому ґрунті в зоні влучання артилерійських снарядів, мг/кг ґрунту (Київська обл., Бучанський р-н, с. Торф'яне)

Об'єкт досліджень	Cu	Zn	Ni	Cr	Cd	Pb
ГДК	3,0	23,0	4,0	6,0	0,7	6,0
Фон (0–20 см)	0,21	0,64	0,70	0,84	0,07	0,81
<i>Вирва № 1</i>						
Кратер вирви (Т1/1)	0,43	3,57	2,95	6,27	0,31	2,94
На відстані 2,5 м від краю вирви (Т1/2)	0,79	4,24	4,60	6,75	0,27	3,85
На відстані 30 м від краю вирви (Т1/3)	0,84	7,01	4,74	7,55	0,39	6,22
НІР _{0,5}	0,09	0,51	0,90	0,31	0,03	0,87
<i>Вирва № 2</i>						
Кратер вирви (Т2/1)	0,46	5,38	4,22	6,15	0,32	3,27
На відстані 2,5 м від краю вирви, пн.-зх. (Т2/2)	0,64	5,71	4,82	6,43	0,37	5,89
На відстані 2,5 м від краю вирви, пд.-сх. (Т2/3)	0,57	5,42	3,50	7,03	0,34	6,15
На відстані 30 м від краю вирви (Т2/4)	0,76	9,01	4,60	7,20	0,44	6,35
НІР _{0,5}	0,09	0,03	0,84	0,09	0,03	0,09

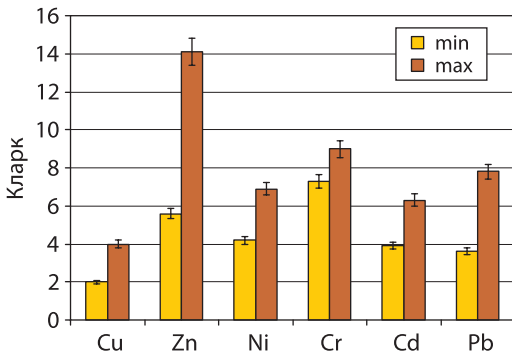


Рис. 2. Коефіцієнти концентрації вмісту важких металів у дерново-підзолистому ґрунті в зоні влучання артилерійських снарядів (Київська обл., Бучанський р-н, кларки)

вирви перевищення фонового рівня вмісту рухомих форм важких металів становило: Cu – 2,0–2,2 раза, Pb – 3,6–4,0 раза, Ni – 4,2–6,0 разів, Cd – 4,4–4,6 раза, Zn – 5,6–8,4 раза, Cr – в 7,3–7,5 раза.

На відстані 2,5 м і 30 м від вирви № 1 (Т1/2, Т1/3) перевищення фонового рівня вмісту важких металів виявлено для: Cu – в 2,8 і 4 рази, Cd – в 3,9 і 5,6 раза, Pb – в 4,8 і 7,7 раза, Ni – в 6,6 і 6,8 раза, Zn – в 6,6 і 11 разів, Cr – в 8 і 9 разів, відповідно.

На відстані 2,5 м і 30 м від вирви № 2 (Т2/2, Т2/3, Т2/4) перевищення фонового рівня вмісту важких металів зафіксовано для: Cu – в 3,0 і 2,7–3,6 раза, Cd – в 5,3 і 4,9–6,3 раза, Pb – в 7,3 і 7,6–7,8 раза, Zn – в 8,9 і 8,5–14,1 раза, Ni – в 6,9 і 5,0–6,6 раза, Cr – в 7,7 і 8,4–8,6 раза, відповідно.

Встановлено відсутність перевищень межі ГДК за вмістом у ґрунті міді (0,1–0,3 ГДК), цинку (0,2–0,4 ГДК), кадмію (0,4–0,6 ГДК) і свинцю (0,5–1 ГДК) через рік після обстрілу цих територій.

Зазначено перевищення ГДК у ґрунті навколо вирв № 1 і № 2 за вмістом хрому на

7–26%, нікелю – на 15–21%. Незначне перевищення рівня ГДК за вмістом свинцю в ґрунті фіксували на відстані 30 м від вирви № 1 (Т1/3) на 4%, на відстані 2,5 м і 30 м від вирви № 2 (Т2/2, Т2/3, Т2/4) – на 3% і 6% відповідно.

Найвищі показники коефіцієнта концентрації в середньому встановлено для цинку – 6–14 кларків від фону, хрому – 7–9 кларки, свинцю – 4–8 кларків (рис. 2). Привнесення рухомих форм важких металів відзначається на відстані 30 м від вирв.

ВИСНОВКИ

Встановлено підвищення вмісту валових і рухомих форм важких металів (Cu, Zn, Ni, Cr, Cd, Pb) у дерново-підзолистому ґрунті у шарі 0–20 см через рік після артилерійських обстрілів. На відстані 30 м від вирв виявлено високий валовий вміст цинку (151–155 мг/кг), свинцю (43–44), хрому (39–41), нікелю (24–28), міді (17–18), кадмію (2–3 мг/кг). Зафіксовано перевищення вмісту рухомих форм важких металів безпосередньо у кратері вирв та на відстані до 30 м у середньому в 3,1–9,0 разів. Найвищі показники коефіцієнта концентрації важких металів у ґрунті встановлено в середньому для цинку – 6–14 кларків від фону, хрому – 7–9 кларки, свинцю – 4–8 кларків.

Виявлено перевищення ГДК у ґрунті навколо вирв за вмістом хрому на 7–26%, нікелю – на 15–21%. Зафіксовано незначне перевищення рівня ГДК за вмістом свинцю в ґрунті на 3–6%. За вмістом у ґрунті міді (0,1–0,3 ГДК), цинку (0,2–0,4 ГДК), кадмію (0,4–0,6 ГДК) і свинцю (0,5–1 ГДК) через рік після обстрілу цих територій відсутнє збільшення ГДК.

ЛІТЕРАТУРА

1. Broomandi P., Guney M., Kim J.R. and Karaca F. Soil Contamination in Areas Impacted by Military Activities: A Critical Review. *Sustainability*. 2020. Vol. 12 (21). 9002. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12219002>.
2. Pichtel J. Distribution and Fate of Military Explosives and Propellants in Soil: A Review. *Appl. Environ. Soil Sci.* 2016. Vol. 2012. 617236.
3. Fayiga A.O. Remediation of inorganic and organic contaminants in military ranges. *Environ. Chem.* 2019. Vol. 16. P. 81–91.
4. Балюк С.А., Кучер А.В., Солоха М.О. та ін. Вплив

- збройної агресії та воєнних дій на сучасний стан ґрунтового покриву, оцінка шкоди та збитків, заходи з відновлення: наук. доп. Харків: ФОП Бровін О.В., 2022. 102 с.
5. Сплодитель А., Голубцов О., Чумаченко С., Сорокіна Л. Вплив війни росії проти України на стан українських ґрунтів. Результати аналізу. Київ: ГО Центр екологічних ініціатив «Екодія», 2023. 32 с.
 6. Bonchkovskiy O.S., Ostapenko P.O., Shvaiko V.M. and Bonchkovskiy A.S. Remote sensing as a key tool for assessing war-induced damage to soil cover in Ukraine (the case study of Kyivska territorial hromada). *Journal of Geology Geography and Geoecology*. 2023. Vol. 32(3). P. 474–487. DOI: <https://doi.org/10.15421/112342>.
 7. Petrushka K., Petrushka I. and Yuhman Y. Assessment of the impact of military actions on the soil cover at the explosion site by the Nemerov method and the Pearson Coefficient case study of the city of Lviv. *J. Ecol. Eng.* 2023. Vol. 24 (10). P. 77–85. DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/170078>.
 8. Solokha M., Pereira P., Symochko L., Vynokurova N., Demyanyuk O. et al. Russian-Ukrainian war impacts on the environment. Evidences from the field and remote sensing. *Science of the Total Environment*. 2023. Vol. 902. 166122. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166122>.
 9. Зайцев Ю.О., Грищенко О.М., Романова С.А., Зайцева І.О. Вплив бойових дій на вміст валових форм важких металів у ґрунтах Сумського та Охтирського районів Сумської обл. *Агроекологічний журнал*. 2022. № 3. С. 136–149.
 10. Certini G., Scalenghe R. and Woods W.I. The impact of warfare on the soil environment. *Earth Sci. Rev.* 2013. Vol. 127. P. 1–15. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2013.08.009>.
 11. Perkins D.B., Haws N.W., Jawitz J.W. et al. Soil hydraulic properties as ecological indicators in forested watersheds impacted by mechanized military training. *Ecol. Indic.* 2007. Vol. 7. P. 589–597.
 12. Schwenk M. Chemical warfare agents. Classes and targets. *Toxicol. Lett.* 2018. Vol. 293. P. 253–263.
 13. Alhasan M., Lakmes A., Alobaidy M.G. et al. A baseline survey of potentially toxic elements in the soil of north-west Syria following a decade of conflict. *Environ. Sci.: Adv.* 2023. Vol. 2. P. 886–897. DOI: <https://doi.org/10.1039/D2VA00333C>.
 14. Zwiijnenburg V., Hochhauser D., Dewachi O. et al. Solving the jigsaw of conflict-related environmental damage: Utilizing open-source analysis to improve research into environmental health risks. *J. Public Health*. 2020. Vol. 42. P.352–360. DOI: <https://doi.org/10.1093/pubmed/fdz107>.
 15. Shukla S., Mbingwa G., Khanna S. et al. Environment and health hazards due to military metal pollution: A review. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*. 2023. Vol. 20. P. 100857. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2023.100857>.
 16. Tomic N.T., Smiljanic S., Jovic M.P. et al. Examining the Effects of the Destroying Ammunition, Mines and Explosive Devices on the Presence of Heavy Metals in Soil of Open Detonation Pit; Part 2: Determination of Heavy Metal Fractions. *Water Air Soil Pollut.* 2018. Vol. 229. P. 303.
 17. Skalny A.V., Aschner M., Bobrovniky I.P. et al. Environmental and health hazards of military metal pollution. *Environ Res.* 2021. Vol. 201. P. 111568. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111568>.
 18. Tovar-Sánchez E., Hernández-Plata I., Martínez M.S. et al. Heavy Metal Pollution as a Biodiversity Threat. *In Tech*. 2018. DOI: <https://doi.org/10.5772/intechopen.74052>.
 19. Солоха М.О., Смірнова К.Б., Винокурова Н.В., Семенов К.О. Варіабельність геохімічного та гранулометричного складу ґрунтів Лісостепу України під впливом бойових дій. *Аграрні інновації*. 2022. Вип. 14. С. 109–116.
 20. Velayatzadeh M. Heavy metals in surface soils and crops. *IntechOpen*. 2023. DOI: <https://doi.org/10.5772/intechopen.108824>.
 21. Kicińska A., Pomykała R. and Izquierdo-Díaz M. Changes in soil pH and mobility of heavy metals in contaminated soils. *European Journal of Soil Science*. 2022. Vol. 73(1). P. 13203. DOI: <https://doi.org/10.1111/ejss.13203>.
 22. Singh R., Ahirwar N.K., Tiwari J. and Pathak J. Review on sources and effect of heavy metal in soil: its bioremediation. *Int. J. Res. Appl. Nat. Soc. Sci.* 2018. P. 1–22.
 23. Demyanyuk O., Symochko L. and Shatsman D. Structure and dynamics of soil microbial communities of natural and transformed ecosystems. *Environmental Research, Engineering and Management (EREM)*. 2020. Vol. 76 (4). P. 97–105. DOI: <https://doi.org/10.5755/j01.erem.76.4.23508>.
 24. Еколого-економічні основи збалансованого розвитку агросфери Київської області: моногр. / за ред. О.І. Фурдичка. Київ: ДІА, 2015. 736 с.

REFERENCES

1. Broomandi, P., Guney, M., Kim, J.R. & Karaca, F. (2020). Soil Contamination in Areas Impacted by Military Activities: A Critical Review. *Sustainability*, 12 (21), 9002. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12219002> [in English].
2. Pichtel, J. (2016). Distribution and Fate of Military Explosives and Propellants in Soil: A Review. *Appl. Environ. Soil Sci*, 2012, 617236 [in English].
3. Fayiga, A.O. (2019). Remediation of inorganic and organic contaminants in military ranges. *Environ. Chem*, 16, 81–91 [in English].
4. Baliuk, S.A., Kucher, A.V., Solokha, M.O. et al. (2022). *Vplyv zbroynoi ahresii ta voiennykh dii na suchasnyi stan ґрунтового pokryvu, otsinka shkody ta zbytkiv, zakhody z vidnovlennia: naukova dopovid [Impact of armed aggression and hostilities on the current*

- state of the soil cover, assessment of damage and losses, restoration measures: scientific report*. Kharkiv [in Ukrainian].
5. Splodytel, A., Holubtsov, O., Chumachenko, S. & Sorokina, L. (2023). *Vplyv viiny rosii proty Ukrainy na stan ukrainskykh gruntiv [The impact of Russia's war against Ukraine on the state of Ukrainian soils]*. Kyiv [in Ukrainian].
 6. Bonchkovskiy, O.S., Ostapenko, P.O., Shvaiko, V.M. & Bonchkovskiy, A.S. (2023). Remote sensing as a key tool for assessing war-induced damage to soil cover in Ukraine (the case study of Kyinska territorial hromada). *Journal of Geology Geography and Geoecology*, 32 (3), 474–487. DOI: <https://doi.org/10.15421/112342> [in English].
 7. Petrushka, K., Petrushka, I., Yuhman, Y. (2023). Assessment of the impact of military actions on the soil cover at the explosion site by the Nemerov method and the Pearson Coefficient case study of the city of Lviv. *J. Ecol. Eng.*, 24 (10), 77–85. DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/170078> [in English].
 8. Solokha, M., Pereira, P., Symochko, L., Vynokurova, N., Demyanyuk, O. et al. (2023). Russian-Ukrainian war impacts on the environment. Evidences from the field and remote sensing. *Science of the Total Environment*, 902, 166122. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166122> [in English].
 9. Zaitsev, Yu.O., Hryshchenko, O.M., Romanova, S.A. & Zaitseva, I.O. (2022). Vplyv boiovykh dii na vmist valovykh form vazhkykh metaliv u gruntakh Sums'koho ta Okhtyrs'koho rayoniv Sums'koi oblasti [The impact of warfare on the content of gross forms of heavy metals in the soils of Sumy and Okhtyrka districts of Sumy region]. *Ahroekologichnyy zhurnal — Agroecological journal*, 3, 136–149 [in Ukrainian].
 10. Certini, G., Scalenghe, R. & Woods, W.I. (2013). The impact of warfare on the soil environment. *Earth Sci. Rev.*, 127, 1–15. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2013.08.009> [in English].
 11. Perkins, D.B., Haws, N.W., Jawitz, J.W. et al. (2007). Soil hydraulic properties as ecological indicators in forested watersheds impacted by mechanized military training. *Ecol. Indic.*, 7, 589–597 [in English].
 12. Schwenk, M. (2018). Chemical warfare agents. Classes and targets. *Toxicol. Lett.*, 293, 253–263 [in English].
 13. Alhasan, M., Lakmes, A., Alobaidy, M.G. et al. (2023). A baseline survey of potentially toxic elements in the soil of north-west Syria following a decade of conflict. *Environ. Sci.: Adv.*, 2, 886–897. DOI: <https://doi.org/10.1039/D2VA00333C> [in English].
 14. Zwijnenburg, V., Hochhauser, D., Dewachi, O. et al. (2020). Solving the jigsaw of conflict-related environmental damage: Utilizing open-source analysis to improve research into environmental health risks. *J. Public Health*, 42, e352–e360. DOI: [10.1093/pubmed/fdz107](https://doi.org/10.1093/pubmed/fdz107) [in English].
 15. Shukla, S., Mbingwa, G., Khanna, S. et al. (2023). Environment and health hazards due to military metal pollution: A review. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 20, 100857. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2023.100857> [in English].
 16. Tomic, N.T., Smiljanic, S., Jovic, M.P. et al. (2018). Examining the Effects of the Destroying Ammunition, Mines and Explosive Devices on the Presence of Heavy Metals in Soil of Open Detonation Pit; Part 2: Determination of Heavy Metal Fractions. *Water Air Soil Pollut.*, 229, 303 [in English].
 17. Skalny, A.V., Aschner, M., Bobrovniky, I.P. et al. (2021). Environmental and health hazards of military metal pollution. *Environ Res.*, 201, 111568. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111568> [in English].
 18. Tovar-Sánchez, E., Hernández-Plata, I., Martínez, M.S. et al. (2018). Heavy Metal Pollution as a Biodiversity Threat. *In Tech*. DOI: <https://doi.org/10.5772/intechopen.74052> [in English].
 19. Solokha, M.O., Smirnova, K.B., Vynokurova, N.V. & Sementsova, K.O. (2022). Variabelnist heokhimichnoho ta hranulometrychnoho skladu gruntiv lisostepu Ukrainy pid vplyvom boiovykh dii [Variability of the geochemical and granulometric composition of the soils of the forest steppe of Ukraine under the influence of combat actions]. *Ahrarni innovatsii — Agrarian innovations*, 14, 109–116 [in Ukrainian].
 20. Velayatzadeh, M. (2023). Heavy metals in surface soils and crops. *InTechOpen*. DOI: <https://doi.org/10.5772/intechopen.108824> [in English].
 21. Kicińska, A., Pomykała, R. & Izquierdo-Diaz, M. (2022). Changes in soil pH and mobility of heavy metals in contaminated soils. *European Journal of Soil Science*, 73 (1), e13203. DOI: <https://doi.org/10.1111/ejss.13203> [in English].
 22. Singh, R., Ahrwar, N.K., Tiwari, J. & Pathak J. (2018). Review on sources and effect of heavy metal in soil: its bioremediation. *Int. J. Res. Appl. Nat. Soc. Sci.*, 1–22 [in English].
 23. Demyanyuk, O., Symochko, L. & Shatsman, D. (2020). Structure and dynamics of soil microbial communities of natural and transformed ecosystems. *Environmental Research, Engineering and Management (EREM)*, 76 (4), 97–105. DOI: <https://doi.org/10.5755/j01.erem.76.4.23508> [in English].
 24. Furdychko, O. (Ed.). (2015). *Ekoloho-ekonomichni osnovy zbalansovanoho rozvytku ahrosfery Kyivskoi oblasti: monohrafiia [Ecological and economic foundations of the balanced development of the agricultural sphere of the Kyiv region: monograph]*. Kyiv [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 16.09.2023

АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ҐРУНТІВ КИЇВСЬКОГО ПОЛІССЯ

Н.В. Годинчук¹, В.С. Запасний¹, О.В. Макарчук¹,
Л.М. Серажим¹, І.М. Грицина¹, С.О. Мазур²

¹Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України» (м. Київ, Україна)
e-mail: pasportyzaciya@iogu.gov.ua; ORCID: 0000-0003-1275-3811
e-mail: viktorsapasnij@gmail.com; ORCID: 0000-0001-8547-8852
e-mail: oksana.leox@gmail.com; ORCID: 0009-0004-1995-6739
e-mail: economic@gmail.com; ORCID: 0009-0009-1842-2758
e-mail: contro@gmail.com; ORCID: 0009-0009-9999-962X

²Інститут агроєкології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: mazurlanalana@gmail.com; ORCID: 0000-0002-5025-0134

За результатами ІХ, Х, ХІ турів агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення, проведених ДУ «Держґрунтоохорона», проаналізовано агроєкологічний стан ґрунтів Київського Полісся на прикладі ґрунтів Макарівської селищної територіальної громади Бучанського р-ну Київської обл. В обстежених ґрунтах громади проаналізовано ступінь забезпеченості та зміну вмісту гумусу, рухомих сполук азоту, фосфору і калію, показники рН й вологості. Встановлено, що майже 54% обстежених площ сільськогосподарських угідь Макарівської селищної територіальної громади має кислі ґрунти, площа яких збільшилася на 8,3% за рахунок перерозподілу площ із нейтральним рН до середньокислих. Виявлено зниження вмісту гумусу за 15 років з 2,52%, що відповідало середньому рівню забезпечення, до рівня низького вмісту 1,9%. За досліджуваний період відбувся перерозподіл площ ґрунтів за ступенем забезпеченості гумусом, а саме— збільшення площ ґрунтів із дуже низьким і низьким забезпеченням за рахунок площ із середнім та підвищеним забезпеченням гумусом. Нині переважають ґрунти з дуже низьким та низьким вмістом гумусу 66,3%. Лише 1,2% обстежених площ територіальної громади мають підвищений вміст гумусу і 0,5% площ — високий та дуже високий. Моніторинг вмісту рухомих сполук фосфору в ґрунтах засвідчив зниження його вмісту від 67 мг/кг до 60 мг/кг. Водночас за вмістом рухомих сполук калію, навпаки, фіксували його зростання на 42% від 36 мг/кг до 51 мг/кг. На основі даних агрохімічного обстеження проведено якісну оцінку ґрунтів сільськогосподарських угідь Макарівської селищної територіальної громади та встановлено, що вона в загальному відповідає низькому рівню якості — 29 балів (VIII клас). Зокрема ґрунти низької та дуже низької якості посідають 97,2% площ (VII клас — 16,2%, VIII клас — 80,9%) і лише 2,8% площ становлять ґрунти підвищеної якості (V клас). Також відмічено зменшення ґрунтів із низькою якістю на 15,7% та збільшення ґрунтів із дуже низькою якістю на 12,9%.

Ключові слова: моніторинг, агрохімічні показники ґрунту, агрохімічна паспортизація, родючість, макроелементи, мікроелементи, вологість ґрунту.

ВСТУП

Недосконалість технологій вирощування сільськогосподарських культур, забруднення агроценозів полютантами, а також інші негативні процеси, зумовили значне погіршення екологічного стану довкілля і зниження родючості ґрунтів. Радикальним напрямом інтенсифікації сільськогосподарського виробництва передбачено

інтенсивне застосування добрив, пестицидів, способів обробітку ґрунту тощо. В такий спосіб, екологічно не обґрунтовано антропогенне навантаження на агробіогеоценози призводить не лише до зниження їх біопродуктивності, а й до негативних змін біосферотворювальних функцій у глобальному аспекті. Спостерігається зростаюча тенденція обмеження рівня продуктивності та якості сільськогосподарських культур через деформацію власти-

востей ґрунтів, спричинену антропогенною діяльністю.

Значні втрати ґрунтових ресурсів у світі та Україні внаслідок активного розвитку і поширення деградаційних процесів призвело до загрози сталого розвитку і вимагають негайних заходів з охорони та відновлення ґрунтів [1–3]. За даними ФАО, приблизно 33% ґрунтів у світі перебувають у стані середньої або сильної деградації, і ці процеси втрати родючості з кожним роком набувають обертів, що становить серйозну загрозу сталому використанню ґрунтових ресурсів [4].

Україна стикається з серйозною проблемою, оскільки площі деградованих і малородючих ґрунтів, які включені до сільськогосподарського обігу, становлять понад 8 млн га, що дорівнює понад 20% від загальної площі. Ця ситуація призводить до прямих щорічних втрат доходу, зумовлених низькими врожайностями через основні види деградації ґрунтів, що сягають загалом близько 33,6 млрд грн в Україні. Більше того, потенціал виробництва зернової продукції реалізується лише на 70%, що підкреслює необхідність негайних заходів для відновлення і поліпшення стану ґрунтових ресурсів [5]. Саме це визначає актуальність питання щодо збереження ґрунтів, постійного моніторингу їх еколого-агрохімічного стану, відповідного управління ґрунтовими ресурсами для забезпечення їх охорони від деградації, відтворення родючості, поліпшення їх екологічного стану та досягнення нейтрального рівня деградації [6].

Мета роботи — проаналізувати показники родючості ґрунтів Макарівської селищної територіальної громади Бучанського р-ну Київської обл. за результатами ІХ, Х, ХІ турів агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення та оцінити їх сучасний еколого-агрохімічний стан.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Вирішальною передумовою для досягнення Цілей сталого розвитку, визнаних глобальною метою людства, є необхідність

ефективного збереження та раціонального використання природних ресурсів. Україні доречним є підкреслити особливу вагомість охорони та раціонального використання ґрунтів, оскільки вони виконують стратегічно важливу роль у забезпеченні національної безпеки і впливають на здійснення комплексу заходів, спрямованих на забезпечення сталого розвитку на рівні країни.

Сучасні дослідження стану ґрунтових ресурсів в Україні обґрунтовано вказують на серйозне погіршення їх стану, яке наближається до критичного рівня, що загрожує катастрофічним наслідкам для екосистем та сталого розвитку [5; 7]. Це справедливо наголошує на важливості негайного впровадження адекватних заходів та науково-методичного супроводу з метою охорони сільськогосподарських земель, що є необхідною передумовою сталого розвитку агропромислового сектору України. Власне розвиток і поширення різних видів деградації, зокрема дегуміфікація і зниження вмісту поживних елементів, фізична деградація, ерозія, забруднення та ін., є головною проблемою ґрунтових ресурсів України, особливо земель сільськогосподарського призначення [5; 8; 9].

Комплексними моніторинговими дослідженнями встановлено, що 1/3 площ орних земель України еродована, близько 40% переуцільнена і 20% має нерегульовану кислотність, а також дефіцитний баланс поживних елементів. Крім того, внаслідок глобальних кліматичних змін наслідки кризових явищ у стані ґрунтів як загалом у світі, так і в Україні стали більш відчутнішими й загрозливішими [5].

Збалансований розвиток як країни загалом, так і окремого регіону потребує узгодженості темпів економічного розвитку і вимог екологічної безпеки. Однак, майже в усіх регіонах України в сільському господарстві домінують природомісткі галузі з високою питомою часткою ресурсо- та енергомістких застарілих технологій [10; 11], що спричиняє потужний тиск на природні ресурси, в т. ч. ґрунт. Як наслідок,

антропогенне і техногенне навантаження на довкілля та використання природних ресурсів наближається (а в окремих регіонах уже наблизилася) до граничної межі екологічної стійкості [10; 12]. Тому необхідно комплексно досліджувати екологічний стан кожного регіону, який має певні особливості, проводити моніторинг стану природних ресурсів, розробляти і впроваджувати через відповідні програми заходи щодо збереження і відтворення природних ресурсів.

З точки зору соціально-політичної важливості, а також враховуючи складність та різноманіття природних умов, Київська обл. виявляється особливо визначною серед 24 областей України [10]. За впливу різних природних та антропогенних чинників, на значній площі території області, й насамперед на сільськогосподарських землях, спостерігається погіршення якісного стану ґрунтового покриву, зокрема через ерозію, підтоплення, заболочення тощо. Внаслідок змиву площа еродованих ґрунтів на орних землях досягла 134,6 тис. га, причому спостерігається стійкий приріст площ еродованих земель із середньо- і особливо сильнозмитими ґрунтами [13]. За результатами розрахунків, проведених І. Пліско із співавт., Київська обл. може бути визнана однією з найпроблемніших областей в Україні стосовно прояву деградації ґрунтів, особливо за показниками водостійкості ґрунтової структури. Київська обл. посідає третє/четверте місце серед інших областей за площею потенційно деградованих ґрунтів, що становить близько 41% загальної площі області [7].

Сучасний земельний фонд Київської обл. характеризується значним рівнем розораності сільськогосподарських земель на тлі скорочення показників сільськогосподарського освоєння [10; 14], а тому потребує особливої уваги за станом ґрунтових ресурсів. Зміни у параметрах родючості ґрунтів виникають внаслідок комплексного впливу різноманітних чинників, які включають інтенсифікацію сільськогосподарського виробництва, необґрунтоване та надмірне застосування мінеральних доб-

рив, важкої техніки, порушення системи сівозмін, а також використання застарілих агротехнологій та інших антропогенних втручань у природні процеси.

Інтенсифікація сільського виробництва має значущі наслідки для ґрунту, включаючи зниження родючості, зміни в структурі та хімічному складі ґрунтів, вплив на біологічну активність та мікроорганізмів, а також загрозу екологічної стійкості і якості навколишнього середовища. Для збереження якості та стану ґрунтів у контексті інтенсифікації сільського виробництва необхідно впроваджувати екологічно орієнтовані практики сільськогосподарської діяльності, такі як використання органічних добрив, збереження лісових покривів, збалансована сівозміна та відновлення ґрунтової родючості. Крім того, важливо сприяти науковим дослідженням та розвитку технологій, які сприятимуть сталому використанню ґрунтових ресурсів.

Державний контроль за станом ґрунтового покриву України, його деградацією та ступенем забруднення можливий за умови постійно діючого агрохімічного моніторингу, головною складовою якого нині є обстеження сільськогосподарських угідь, яке проводить уповноважена Міністерством аграрної політики та продовольства України Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України» (ДУ «Держґрунтоохорона»).

На жаль, нині ґрунтовий покрив України піддається нескінченному впливу бойових дій. Так територія Макарівської селищної територіальної громади Бучанського р-ну Київської обл., яку досліджували впродовж 15 років була окупована на початку 2022 р. Одними з наслідків окупації та подальшої деокупації території Макарівської селищної територіальної громади стало забруднення ґрунтів різноманітними видами забруднюючих речовин, включаючи пальне, масла, мастила, хімічні речовини та ін. Ущільнення та відсутність рослинного покриву, а також руйнування ландшафту під час бойових дій сприяло розвитку на значних територіях розвитку ерозійних процесів ґрунту.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження здійснені в ДУ «Інститут охорони ґрунтів» на основі результатів ІХ–ХІ турів агрохімічного обстеження земель сільськогосподарського призначення. Методологічною основою наукових досліджень є моніторингові дослідження, системний та статистичний аналіз.

Агрохімічне обстеження земель сільськогосподарського призначення проводили відповідно до керівного нормативного документа «Методика суцільного ґрунтово-агрохімічного моніторингу сільськогосподарських угідь України», «Еколого-агрохімічна паспортизація полів та земельних ділянок», «Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення» [15], якісну оцінку обстежених ґрунтів – за Р. Панасом [16]. Зразки ґрунту відбирали з глибини 0–30 см відповідно до ДСТУ 4287:2004. У них визначали вміст гумусу за ДСТУ 4289:2004, реакцію ґрунтового середовища за ДСТУ ISO 10390:2007, вміст сполук азоту, що легко гідролізуються за ДСТУ 7863:2015, рухомих сполук фосфору та калію за ДСТУ 4115-2002. За період проведення ІХ туру (2006–2010 рр.) на території дослідження було обстежено 20,5 тис. га сільськогосподарських земель, Х туру (2011–2015 рр.) – 24,57 тис. га, ХІ туру (2016–2020 рр.) – 9,78 тис. га.

Вміст вологи у верхньому шарі ґрунтового покриву обчислювали за допомогою нормалізованого водного індексу, що розраховують на основі нормованої різниці

спектрального відбиття в зеленій та середній інфрачервоній смугах спектра багато-спектральних супутникових даних (URL: <https://sentinels.copernicus.eu>).

Математичний аналіз здійснювали та опрацьовували за допомогою програм Statistica 10 (StatSoft. Inc., 2011) і Microsoft Excel 2010. Для визначення відмінностей між середніми значеннями застосовували критерій Стьюдента. Порівняння великих масивів даних для встановлення кореляційних зв'язків здійснювали на основі багатofакторного дисперсійного аналізу (ANOVA) – визначали середні значення, дисперсію, похибки.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Макарівська селищна територіальна громада Бучанського р-ну знаходиться у західній частині Київської обл. та входить до південно-поліського перехідного до Лісостепу агроґрунтового мікрорайону даної області. Клімат м'який, помірний. Загальна площа земель територіальної громади – 1013,85 км², що становить майже 40% всієї території Бучанського р-ну та 3,6% від загальної площі Київської обл. Землі сільськогосподарського призначення сягають 85,2 тис. га, з них рілля – 63,2 тис. га, багаторічні насадження – 2,3 тис. га, сіножаті – 6,9 тис. га, пасовища – 6,8 тис. га, перелоги – 5,9 тис. га (рис. 1) [17].

ґрунтовий покрив Макарівської селищної територіальної громади представлений переважно дерново-підзолистими ґрунтами (понад 57%) із різним ступенем опідзолення, оглеєння та гранулометричним складом. Також на території громади зустрічаються сірі та ясно-сірі опідзолені, темно-сірі опідзолені ґрунти і чорноземи опідзолені. У долинах річок поширені лучні, дерново-глеєві, торфovo-болотні ґрунти і торфoviща (рис. 2).

Ці ґрунти бідні на поживні речовини, містять незначну кількість гумусу, мають виключ-

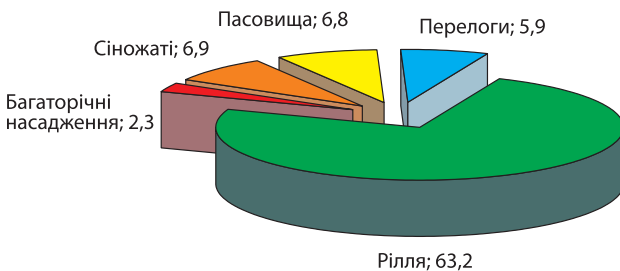


Рис. 1. Розподіл земель сільськогосподарського призначення Макарівської селищної територіальної громади Бучанського р-ну Київської обл., тис. га

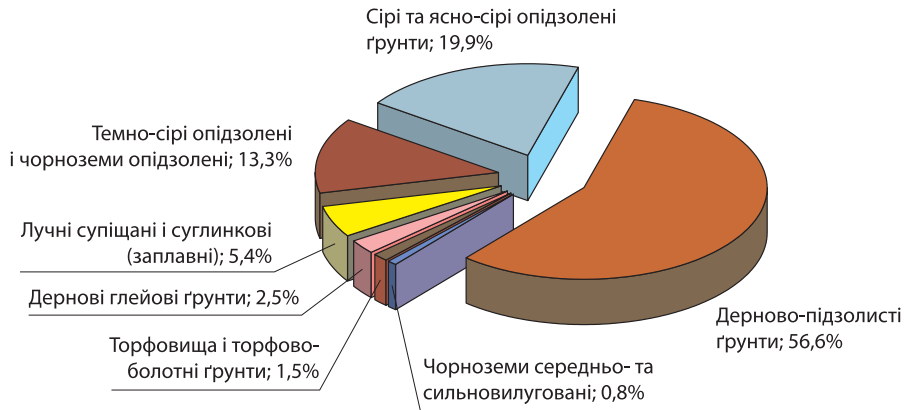


Рис. 2. Структура орних земель Макарівської селищної територіальної громади Бучанського р-ну Київської обл., %

но низьку ємність поглинання та характеризуються кислою реакцією ґрунтового розчину. Слід зазначити, що такі ґрунти можуть бути вразливі до ерозії, якщо не зберігати рослинний покрив.

Однією з вирішальних передумов для досягнення ефективного використання ресурсів ґрунтово-агрохімічного ресурсу в землеробстві та отримання стійких, біологічно насичених та екологічно безпечних урожаїв сільськогосподарських культур є доступ до надійної моніторингової інформації щодо стану родючості ґрунтів, що дає змогу раціонально використовувати наявні ресурси органічних і мінеральних добрив для досягнення оптимальних показників врожаю і забезпечення сталого розвитку сільського господарства.

Один із домінуючих чинників, що визначає сільськогосподарську придатність ґрунту, полягає в рівні його кислотності. Реакція ґрунту відіграє важливу роль у рості рослин і активності ґрунтових мікроорганізмів, впливає на темпи та характер хімічних процесів в ґрунті. Процеси, такі як засвоєння рослинами поживних речовин, розкладання органічних речовин, деградація мінералів у ґрунті та розчинення різних складних сполук, значною мірою залежать від кислотності ґрунтового середовища. Реакція ґрунтового розчину зумовлена наявністю в ґрунтово-вбирному комплексі високих концентрацій іонів вод-

ню, алюмінію, заліза, марганцю і низьким вмістом катіонів кальцію й магнію та залежить насамперед від материнської породи, кліматичних умов, рослинності, а також господарської діяльності людини [4]. Перехідний зональний характер ґрунтового покриву Макарівської селищної територіальної громади (від Полісся до Лісостепу) зумовлює наявність значних площ земель сільськогосподарського призначення з низьким вмістом обмінного кальцію та магнію і відповідно з підвищеною кислотністю ґрунтового розчину.

Аналізування середньозважених показників кислотності ґрунтів територіальної громади показало зміни в бік незначного підкислення ґрунтів на 0,3 одиниці рН (табл. 1). Середньозважений показник актуальної кислотності ґрунтів громади за результатами XI туру агрохімічного обстеження земель становить 5,4 од. рН, що відповідає слабокислій реакції ґрунтового розчину.

Встановлено, що більша половина обстежених площ сільськогосподарських угідь Макарівської селищної територіальної громади (53,5%) має кислі ґрунти, 33% і 12,6% площ угідь займають ґрунти з близькою до нейтральної та нейтральною реакцією ґрунтового розчину. У структурі кислих ґрунтів угідь найбільшу їх кількість становлять слабокислі ґрунти — 26,4%, середньокислі посідають — 25,9, дуже сильно

Таблиця 1. Розподіл обстежених земель Макарівської селищної територіальної громади Бучанського р-ну Київської обл. за реакцією ґрунтового розчину

Тур обстеження	Площі ґрунтів за реакцією ґрунтового розчину, % до обстеженої площі							Середньозважений показник, рН _{КСІ}
	дуже сильно-кислі ≤ 4,5	середньокислі 4,6–5,0	слабокислі 5,1–5,5	усього кислих < 4,5–5,5	близькі до нейтральних 5,6–6,0	нейтральні 6,1–7,0	слаболужні 7,1–7,5	
IX (2006–2010 рр.)	2,0	12,7	30,5	45,2	24,9	25,6	4,3	5,7
X (2011–2015 рр.)	1,8	14,7	28,3	44,8	30,5	22,4	2,3	5,6
XI (2016–2020 рр.)	1,2	25,9	26,4	53,5	33,0	12,6	0,9	5,4
НІР	0,05							

та сильно кислі – 1,2%. Впродовж останніх п'ятнадцяти років, порівняно з даними XI туру обстеження, площа кислих ґрунтів збільшилася на 8,3% за рахунок перерозподілу площ із нейтральним рН до середньокислих.

Серед основних причин підкислення ґрунтів на території району варто виділити: відсутність або незначну кількість робіт із хімічної меліорації, внесення фізіологічно кислих добрив, винесення кальцію і магнію з урожаєм сільськогосподарських культур. Тому оптимізація реакції ґрунтового розчину шляхом проведення вапнування кислих ґрунтів є пріоритетним напрямом відтворення родючості ґрун-

тів і наразі заслуговує нагального вирішення.

Головним показником родючості ґрунту вважається вміст у ньому гумусу, який відіграє основну роль у забезпеченні життєвого циклу ґрунту та рослин. Ця органічна речовина містить значну кількість вуглецю, азоту, фосфору, калію та інші необхідні поживні речовини. Саме завдяки гумусу ґрунт стає живильним середовищем для рослин, забезпечуючи їм необхідні ресурси для зростання й розвитку. За матеріалами XI туру (2016–2020 рр.) агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення вміст гумусу в ґрунтах Макарівської селищної територіальної громади на обстежених площах становить 1,9%, що відповідає низькому вмісту, тоді як у 2006–2010 рр. середньозважений вміст гумусу на обстежених угіддях району сягав 2,5%, що відповідало середньому рівню забезпечення (рис. 3).

За 2006–2020 рр. відбувся перерозподіл площ ґрунтів за ступенем забезпеченості гумусом, а саме встановлено збільшення площ ґрунтів із дуже низьким та низьким забезпеченням за рахунок площ із середнім та підвищеним забезпеченням гумусом. Зменшення обсягів внесення у ґрунт органічних добрив та недотримання сівозмін призвело до зменшення його вмісту впродовж 2011–2020 рр. на 0,62%. Із обстежених 9,56 тис. га сільськогосподарських

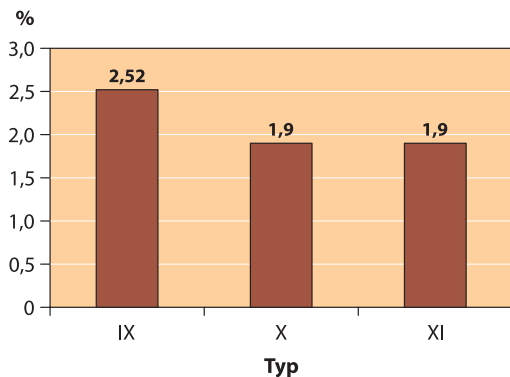


Рис. 3. Динаміка вмісту гумусу в ґрунтах Макарівської селищної територіальної громади Бучанського р-ну Київської обл.

угідь громади переважають ґрунти з дуже низьким та низьким умістом гумусу 66,3%, 32 — середній, 1,2 — підвищений і лише 0,5% — високий та дуже високий.

Відновлення родючості ґрунтів неможливе без оптимізації фосфатного режиму, оскільки рівень фосфатів у ґрунтах є важливим показником їхнього оброблення та окультурення. Загальні дані з агрохімічної паспортизації сільськогосподарських земель впродовж понад 40 років свідчать про значний перерозподіл площ під орними культурами залежно від доступності фосфору. Розуміння та контроль рівня фосфатів у ґрунтах є критично важливими для забезпечення сталого та продуктивного сільськогосподарського виробництва, збереження родючості ґрунту та екологічної стійкості.

За результатами проведених досліджень встановлено, що ґрунти територіальної громади по-різному забезпечені рухомими сполуками фосфору (табл. 2).

За вмістом рухомих сполук фосфору, згідно з даними XI туру обстеження, ґрунти громади розподілено так: 40,8% усіх обстежених площ характеризуються середнім вмістом, 40,7 — низьким, 13,9 — підвищеним, 4,2 — дуже низьким, 0,4% — високим умістом. Починаючи з 2006–2010 рр. фіксували зниження вмісту рухомих сполук фосфору у ґрунті громади, який у період проведення XI туру вже становив 60 мг/кг ґрунту (середній рівень забезпеченості елементом). Порівняно з даними IX туру показник умісту рухомих сполук фосфору

у XI турі зменшився на 7 мг/кг ґрунту, при цьому площа ґрунтів із дуже високим, високим та дуже низьким умістом елементу зменшились на 0,9%, 4,3% і 5,9% відповідно. Водночас збільшились площі ґрунтів із підвищеним, середнім та низьким умістом рухомих сполук фосфору на 2,8%, 3,6% і 4,7% відповідно.

Незважаючи на певне варіювання, вміст рухомих сполук фосфору у ґрунті впродовж 2006–2020 рр. був на середньому рівні забезпеченості. Для поліпшення дефіцитного балансу фосфору рекомендовано використовувати місцеві сировинні ресурси, зокрема фосфорити, апатити, торф, сапропель, сидерати та рослинні залишки сільськогосподарських культур [18]. Важливо проводити вапнування кислих ґрунтів, що забезпечує ефективне використання фосфатів ґрунту і добрив.

Ще одним надзвичайно важливим показником родючості та продуктивності ґрунту є вміст калію — мікроелемент, що регулює осмотичний тиск, і гарантує стійкість рослин до стресових умов, підвищення резистентності до шкідників та хвороб. Рівень калію може впливати на структуру ґрунту, роблячи його більш стійким та крихким, що полегшує проникнення води до кореневої системи рослин.

У XI турі агрохімічного обстеження земель сільськогосподарського призначення у Макарівській селищній територіальній громаді за вмістом рухомих сполук калію переважають ґрунти з дуже низьким і низьким ступенем забезпечення (52,2% від

Таблиця 2. Розподіл обстежених земель Макарівської селищної територіальної громади Бучанського р-ну Київської обл. за вмістом рухомих сполук фосфору в ґрунтах

Тур обстеження	Площі ґрунтів за вмістом рухомих сполук фосфору, % до обстеженої площі						Середньозважений показник, мг/кг ґрунту
	дуже низький <21	низький 21–50	середній 51–100	підвищений 101–150	високий 151–200	дуже високий >200	
IX (2006–2010 рр.)	10,1	36,0	37,2	11,1	4,7	0,9	67
X (2011–2015 рр.)	1,8	34,1	52,7	11,0	0,4	—	63
XI (2016–2020 рр.)	4,2	40,7	40,8	13,9	0,4	—	60
НІР	0,05						

обстеженої площі). Середнім умістом рухомих сполук калію характеризується 29,3% обстежених площ, 12,2% — підвищеним та 6,3% — високим. Серед обстежених ґрунтів району дуже високе забезпечення рухомими сполуками калію не виявлено (табл. 3). Однак було встановлено, що впродовж 2006–2020 рр. умісту рухомих сполук калію в ґрунтах збільшився на майже на 42% (з 36 до 51 мг/кг ґрунту). Також відмічено зменшення площ ґрунтів із дуже низьким і низьким умістом на 1,7% та 15,5% відповідно. Водночас площі ґрунтів із підвищеним і високим умістом цього елемента збільшились на 3,3 та 4,2%.

Азот є надзвичайно важливим елементом у живленні рослин, відіграючи неабияку роль у їхньому фізіологічному та біохімічному функціонуванні. Цей хімічний елемент є необхідною складовою для синтезу білків, хлорофілу, ферментів та інших ключових біомолекул, які є важливими для росту, розвитку та функціонування рослин. Рівень забезпеченості ґрунтів азотом легкогідролізованих сполук є важливим показником їхньої здатності надавати рослинам доступні мінеральні форми азоту. Цей параметр визначає реальний стан забезпеченості ґрунту азотом і є важливим для агрохімічних досліджень та оцінки продуктивності ґрунтів.

У досліджуваному регіоні, де переважають ґрунти легкого гранулометричного складу, такі як піщані, супіщані і глинисто-піщані ґрунти, виявлено дуже низький та низький вміст азоту (103 мг/кг). Ця си-

туація значною мірою пов'язана як із природними особливостями цих ґрунтів, такими як їхній легкий гранулометричний склад і низький рівень гумусу, так і з різким зменшенням обсягів внесення мінеральних та органічних добрив. Для забезпечення оптимальних умов росту та розвитку сільськогосподарських культур, може бути необхідно внесення азотних добрив або проведення інших агротехнічних заходів для підвищення рівня азоту в ґрунтах громади.

Фізико-хімічні властивості ґрунтів, як-от структура, текстура, реакція ґрунту, вміст поживних речовин і гумусу, є важливими чинниками, які впливають на врожайність та сільськогосподарську придатність ґрунту. Однак важливо також врахувати кліматичні умови й локальні особливості при оцінці сільськогосподарських земель та їхньої врожайності. Кліматичні умови, які включають температуру, опади, вологість повітря і тривалість вегетаційного періоду, мають великий вплив на вирощувані культури і можуть робити однотипні ґрунти різними за врожайністю в різних місцевостях. Також, активність гумусу та інших поживних речовин може значно варіюватися залежно від місцевих умов і практик сільськогосподарського виробництва. Тому для комплексної оцінки сільськогосподарських земель і їхньої придатності до вирощування конкретних культур, необхідно враховувати не лише фізико-хімічні показники ґрунту, але й кліматичні умови, ландшафтні особливості та сільськогосподарську практику регіону.

Таблиця 3. Розподіл обстежених земель Макарівської селищної територіальної громади Бучанського р-ну Київської обл. за вмістом рухомих сполук калію в ґрунтах

Тур обстеження	Площі ґрунтів за вмістом рухомих сполук калію, % до обстеженої площі						Середньо-зважений показник, мг/кг
	дуже низький < 21	низький 21–40	середній 41–80	підвищений 81–120	високий 121–180	дуже високий >180	
IX (2006–2010 рр.)	18,4	51,0	19,5	8,9	2,1	0,1	36
X (2011–2015 рр.)	4,9	41,8	49,9	3,4	—	—	44
XI (2016–2020 рр.)	16,7	35,5	29,3	12,2	6,3	—	51
НІР	0,05						

На основі даних агрохімічного обстеження проведено комплексну оцінку сільськогосподарських угідь Макарівської селищної територіальної громади та встановлено, що вони загалом відповідають низькому рівню якості — 29 балів (VIII клас). Зокрема ґрунти низької та дуже низької якості посідають 97,2% (VII клас — 16,2%, VIII клас — 80,9%) і лише 2,8% становлять ґрунти підвищеної якості (V клас). Впродовж 15 років досліджень середньозважений показник якості ґрунтів зменшився на одиницю. На відміну від попереднього туру відмічено зменшення ґрунтів із низькою якістю на 15,7% та збільшення ґрунтів із дуже низькою якістю на 12,9%.

Аналіз отриманих даних свідчить, що родючість ґрунтів Макарівської селищної територіальної громади значно залежить від наявності гумусу, який відіграє важливу роль у підживленні рослин та збереженні родючості ґрунту. Зменшення вмісту гумусу, або дегуміфікація, є серйозною проблемою для сільського господарства та якості ґрунтів загалом, адже може призвести до втрати родючості ґрунту й зниження врожайності, спричинити збільшення ерозії та втрату верхнього шару ґрунту, призвести до підвищення виносу різних хімічних речовин з ґрунту до водних систем.

Наявність вологи є одним з важливих чинників родючості ґрунту, що регулює здатність рослин до всмоктування поживних речовин, а її нестача призводить до активації реакцій стресу у рослин. Саме продуктивність ґрунтів має тісну кореляційну залежність від гідрологічного режиму.

Дослідження гідрологічного режиму ґрунтів Макарівської селищної територіальної громади вказує, що впродовж вегетаційного періоду на значних площах сільськогосподарських угідь нормалізований диференційний індекс вологості (NDVI) був від'ємним (–0,29...–0,35), що свідчить про недостатню кількість вологи для оптимального перебігу біохімічних реакцій росту і розвитку рослин, а також переходу мікро- та макроелементів до розчинної форми. Аналіз гідрологічного режиму ґрунтів протягом останніх 10 років

за допомогою короткохвильового інфрачервоного діапазону (SWIR) показав, що спостерігалися значущі зміни вологості ґрунту на території дослідження, що призвело до зменшення доступності води для рослин та збільшення стресу для рослинних екосистем. Зміни гідрологічного режиму були пов'язані зі змінами в кліматичних умовах, включаючи збільшену частоту та інтенсивність посух та зміни в розподілі опадів упродовж року. Крім того, науково не обґрунтована антропогенна діяльність, оскільки використання водних ресурсів для сільськогосподарського виробництва та меліорації, також вплинула на кругообіг води в навколишньому природному середовищі.

ВИСНОВКИ

На основі аналізу динаміки основних агрохімічних показників за 2006–2020 рр. та сучасного стану ґрунтів Макарівської селищної територіальної громади Бучанського р-ну Київської обл. встановлено розвиток деградаційних процесів, що виявляється в зниженні вмісту гумусу від 2,25% до 1,9% та рухомих сполук фосфору на 10% (або на 7 мг/кг), підкислення ґрунтового розчину на 0,3 од. Якісна оцінка ґрунтів земель сільськогосподарських угідь Макарівської селищної територіальної громади відповідає низькому рівню — 29 балів (VIII клас). Ґрунти низької (VII клас) та дуже низької (VIII клас) якості займають 97,2% площ району, 2,8% площ — становлять ґрунти підвищеної якості (V клас).

Майже 54% обстежених площ сільськогосподарських угідь Макарівської селищної територіальної громади Бучанського р-ну Київської обл. має кислі ґрунти, площа яких збільшилася на 8,3% за рахунок перерозподілу площ із нейтральним рН до середньокислих. За 2006–2020 рр. відбувся перерозподіл площ ґрунтів за ступенем забезпеченості гумусом, а саме збільшилися площі ґрунтів із дуже низьким та низьким забезпеченням гумусом, які становлять 66,3% обстежених площ. Частка площ із підвищеним вмістом гумусу становить 1,2%, високим і дуже високим вмістом гу-

мусу – 0,5% площ. Моніторинг вмісту рухомих сполук фосфору засвідчив зниження вмісту в ґрунтах району з 67 мг/кг до 60 мг/кг. Водночас за вмістом рухомих сполук калію, навпаки, фіксували його зростання на 42% з 36 мг/кг до 51 мг/кг.

Крім того, дослідження гідрологічного режиму ґрунтів Макарівської селищної територіальної громади вказує на серйозні зміни, що відбулися в гідрологічному циклі ґрунту протягом останніх років. Результати дослідження вказують на недостатню кількість вологи, яка є критичною для оптимального функціонування біохімічних процесів, росту та розвитку

рослин. Виявлені великі від’ємні значення нормалізованого диференційного індексу вологості (NDVI) свідчать про стрес для рослинних екосистем і негативний вплив на родючість ґрунту. Ці чинники сприяли погіршенню доступності води для рослин і, отже, загрожують сталому сільськогосподарському виробництву. У зв’язку з цим, подальше наукове дослідження та розробка інноваційних методів для збереження та відновлення якісних показників ґрунту є критично важливими завданнями для забезпечення сталого виробництва й збереження природних ресурсів.

ЛІТЕРАТУРА

- Gomiero T. Soil degradation, land scarcity and food security: reviewing a complex challenge. *Sustainability*. 2016. Vol. 8 (3). 281. DOI: <https://doi.org/10.3390/su8030281>.
- Healthy soils are the basis for healthy food production, FAO, 2015. URL: <https://www.fao.org/soils-2015/news/news-detail/en/c/277682/>.
- Палапа Н.В., Дем’янюк О.С., Нагорнюк О.М. Продовольча безпека України: стан та актуальні питання сьогодення. *Агроекологічний журнал*. 2022. № 2. С. 34–45. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2022.263314>.
- The State of the World’s Land and Water Resources for Food and Agriculture. Systems at breaking point. Synthesis report 2021. FAO. Rome, Italy, 2021. 82 p. URL: <https://doi.org/10.4060/cb7654en>.
- Балюк С.А., Кучер А.В., Максименко Н.В. Ґрунтові ресурси України: стан, проблеми і стратегія сталого управління. *Український географічний журнал*. 2021. № 2 (114). С. 3–11.
- Feng S., Zhao W., Zhan T. et al. Land degradation neutrality: A review of progress and perspectives. *Ecological Indicators*. 2022. Vol. 144. 109530. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109530>.
- Пліско І.В., Уваренко К.Ю., Криlach 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.
- Камінський В.Ф., Шевченко І.П., Коломієць Л.П. Науково-методичне забезпечення охорони земель сільськогосподарського призначення як передумова сталого розвитку агропромислового комплексу України. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 1. С. 5–10.
- Балюк С.А., Медведєв В.В., Воротинцева Л.І., Шимель В.В. Сучасні проблеми деградації ґрунтів і заходи щодо досягнення нейтрального її рівня. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 8. С. 5–11.
- Еколого-економічні основи збалансованого розвитку агрофери Київської області: моногр. / за ред. О.І. Фурличка. Київ: ДІА, 2015. С. 39–67.
- Дем’янюк О.С., Дребот О.І. Стратегічні пріоритети збалансованого розвитку Київської області. *Збалансоване природокористування*. 2015. № 3. С. 13–20.
- Давидюк Г.В., Шкарівська Л.І., Клименко І.І., Довбаш Н.І., Дем’янюк О.С. Еколого-агрохімічна оцінка стану агроландшафтів Івано-Франківської області. *Агроекологічний журнал*. 2022. № 1. С. 81–90. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2022.255188>.
- Яцук І.П., Матусевич Г.Д. Агроекологічний стан ґрунтів Київської області. *Збалансоване природокористування*. 2014. № 1. С. 79–85.
- Сільське господарство України за 2022 рік: статистичний збірник. Київ: Державна служба статистики України, 2023. 164 с.
- Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення / за ред. І.П. Яцука, С.А. Балюка. Київ, 2019. 99 с.
- Панас Р. Бонітування ґрунтів як важлива складова Державного земельного кадастру. Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва: *Кадастр та землеустрій*. 2011. Вип. 1 (21). С. 199–203.
- Статистичні дані Головного управління Держкомзему (станом на 01.01.2019 р.). Київ, 2019.
- Носко Б.С. Сучасні проблеми фосфору в землеробстві і шляхи їх розв’язання. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 6. С. 5–12.

REFERENCES

- Gomiero, T. (2016). Soil degradation, land scarcity and food security: reviewing a complex challenge. *Sustainability*, 8 (3), 281. DOI: <https://doi.org/10.3390/su8030281> [in English].

2. Healthy soils are the basis for healthy food production, FAO, 2015. URL: <https://www.fao.org/soils-2015/news/news-detail/en/c/277682/> [in English].
3. Palapa, N.V., Demyanyuk, O.S. & Nagorniuk, O.M. (2022). Prodovolcha bezpeka Ukrainy: stan ta aktualni pytannia sohodennia [Food security of Ukraine: state and current issues]. *Ahroekolohichnyy zhurnal — Agroecological journal*, 2, 34–45 [in Ukrainian].
4. The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture (2021). Systems at breaking point. Synthesis report 2021. FAO. Rome, Italy. URL: <https://doi.org/10.4060/cb7654en> [in English].
5. Baliuk, S.A., Kucher, A.V. & Maksymenko, N.V. (2021). Gruntovi resursy Ukrainy: stan, problemy i stratehiia staloho upravlinnia [Soil resources of Ukraine: state, problems and strategy of sustainable management]. *Ukrainskyi heohrafichnyi zhurnal — Ukrainian geographical journal*, 2 (114), 3–11 [in Ukrainian].
6. Feng, S., Zhao, W., Zhan, T. et al. (2022). Land degradation neutrality: A review of progress and perspectives. *Ecological Indicators*, 144, 109530 [in English].
7. Plisko, I.V., Uvarenko, K.Yu., Krylach, S.I. & Nakisko, S.G. (2021). Zakonomirnosti proiavu fizychnoi dehradatsii v ornykh gruntakh Ukrainy ta rehiony pidvyschenoho yii ryzyku [Patterns of manifestation of physical degradation in arable soils of Ukraine and regions of increased risk]. *Visnyk ahraryoi nauky — Bulletin of Agricultural Science*, 10, 5–13 [in Ukrainian].
8. Kaminskyi, V.F., Shevchenko, I.P. & Kolomiets, L.P. (2018). Naukovo-metodychne zabezpechennia okhrony zemel silskospodarskoho pryznachennia yak peredumova staloho rozvytku ahropromysloвого kompleksu Ukrainy [Scientific and methodological protection of agricultural lands as a prerequisite for the sustainable development of the agro-industrial complex of Ukraine]. *Visnyk ahraryoi nauky — Bulletin of Agricultural Science*, 1, 5–10 [in Ukrainian].
9. Balyuk, S.A., Medvedev, V.V., Vorotyntseva, L.I. & Shimel, V.V. (2017). Suchasni problemy dehradatsii gruntiv i zakhody shchodo dosiahnennia neitralnogo yii rinvnia [Modern problems of soil degradation and measures to achieve a neutral soil level]. *Visnyk ahraryoi nauky — Bulletin of Agricultural Science*, 8, 5–11 [in Ukrainian].
10. Furdychko, O.I. (Ed.). (2015). *Ekoloho-ekonomichni osnovy zbalansovanoho rozvytku ahrosfery Kyivskoi oblasti: monohrafiia [Ecological and economic foundations of the balanced development of the agricultural sphere of the Kyiv region: monograph]*. Kyiv [in Ukrainian].
11. Demyanyuk, O.S. & Drebot, O.I. (2015). Stratehichni priorityty zbalansovanoho rozvytku Kyivskoi oblasti [Strategic priorities of the balanced development of the Kyiv region]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia — Balanced nature using*, 3, 13–20 [in Ukrainian].
12. Davidiuk, G.V., Shkarivska, L.I., Klymenko, I.I., Dovbush, N.I. & Demyanyuk, O.S. (2022). Ekoloho-ahrokhimichna otsinka stanu ahrolandshaftiv Ivano-Frankivs'koyi oblasti [Ecological and agrochemical assessment of the state of agrolandscapes of the Ivano-Frankivsk region]. *Ahroekolohichnyy zhurnal — Agroecological journal*, 1, 81–90 [in Ukrainian].
13. Yatsuk, I.P. & Matusyevych, G.D. (2014). Ahroekolohichnyy stan gruntiv Kyivskoyi oblasti [Agroecological condition of soils of the Kyiv region]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia — Balanced nature using*, 1, 79–85 [in Ukrainian].
14. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. (2023). *Silske hospodarstvo Ukrainy za 2022 rik: Statystychnyi zbirnyk [Agriculture of Ukraine for 2022: Statistical collection]*. Kyiv [in Ukrainian].
15. Yatsuk, I.P. & Baliuk, S.A. (2019). *Metodyka provedennia ahrokhimichnoi pasportyzatsii zemel silskospodarskoho pryznachennia [Methodology for agrochemical certification of agricultural lands]*. Kyiv [in Ukrainian].
16. Panas, R. (2011). Bonituvannia gruntiv yak vazhlyva skladova Derzhavnoho zemelnoho kadastru [Soil assessment as an important component of the State Land Cadastre]. *Suchasni dosiahnennia heodezychnoi nauky ta vyrobnytstva: Kadastr ta zemleustrii — Modern achievements of geodetic science and production: Cadastre and land management*, 1 (21), 199–203 [in Ukrainian].
17. Holovne upravlinnya Derzhkomzemu (2019). Statystychni dani [Statistics]. Kyiv [in Ukrainian].
18. Nosko, B.S. (2017). Suchasni problemy fosforu v zemlerobstvi i shliakhy yikh rozv'yazannia [Modern problems of phosphorus in agriculture and ways to solve them]. *Visnyk ahraryoi nauky — Bulletin of Agricultural Science*, 6, 5–12 [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 17.08.2023

ОЦІНКА ПЕРЕДУМОВ РОЗВИТКУ ОРГАНІЧНОГО СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

О.І. Дребот, В.І. Лазаренко

Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)

e-mail: drebotoksana@gmail.com; ORCID: 0000-0003-2681-1074

e-mail: Vladlaz93@ukr.net; ORCID: 0000-0002-8376-4668

У цьому дослідженні представлено оцінку передумов розвитку сільського господарства в світі та в сучасних економічних і соціальних умовах зокрема, визначено його ключові чинники, які сформували нинішній стан глобального розвитку ринку органічних продуктів. У процесі проведеного дослідження було здійснено акцент на головних індивідуалістичних причинах виникнення потреб в органічному харчуванні. Визначено хронологічний генезис зародження таких потреб та з'ясовано, що основна, глобальна потреба в органічних харчових продуктах виникла внаслідок стрімкого та неконтрольованого промислового прогресу, що стало причиною формування відповідних екологічних потреб, про що йдеться в цьому дослідженні. В роботі представлена класифікація екологічних потреб у вигляді міжрівневої характеристики. Визначено, що в процесі історико-еволюційної трансформації органічного виробництва, як напрямку наукової та практичної діяльності, головним завданням органічного сільського господарства є створення низки важливих суспільних благ, покращання стану агроресурсів, а також забезпечення стабільних умов навколишнього природного середовища. Щодо розвитку органічного сільського господарства в Україні, то під час виконання цього дослідження з'ясовано, що головною передумовою виникнення такого напрямку в нашій державі є індустріалізація сільського господарства та курс на невідновлювальні ресурси промислового походження, в т. ч. засоби хімізації (мінеральні добрива, пестициди), вуглеводневі паливно-енергетичні ресурси, сільськогосподарську техніку. Відповідно, слід зазначити, що органічне сільське господарство може функціонувати через стандартну систему зі споживачами або ринком, у вигляді сільського господарства послуг, а також на рівні фермерів, які усвідомлюють нестійкість традиційного сільського господарства. Також у ході цього дослідження визначено, що сучасне органічне сільське господарство набуває необхідних рис сталого сільського господарства, оскільки є одним із пріоритетних напрямів, задекларованих у низці державних нормативно-правових актів, а також у важливих завданнях відповідно до загальнодержавних цілей сталого розвитку України.

Ключові слова: *органічне виробництво, сталий розвиток, економіка природокористування, ринок органічної продукції, євроінтеграція.*

ВСТУП

Сучасні екологічні, природно-ресурсні та соціально-економічні виклики ХХІ ст., поява нових технічних і технологічних можливостей зумовлюють необхідність пошуку нових інструментів та механізмів, що забезпечують збалансований розвиток людства. Це повною мірою стосується глобального агропродовольчого ринку, суб'єктною частиною якого є Україна, що особливо було продемонстровано під час повномасштабної збройної агресії Росії проти української держави. І одним із перспективних напрямів розвитку агропро-

мислового комплексу є органічне сільське господарство та ринок, що формується на його основі.

Ринок продукції органічного сільського господарства розглядається в більшості країн світу як інноваційний напрям, основними перевагами якого є збалансований розвиток сільських територій, низька інтенсивність використання зовнішніх невідновлюваних ресурсів промислового походження, забезпечення доступу населення планети до здорового харчування, а для низки країн, зокрема й України – можливість диверсифікувати свій експорт за рахунок поставок на ринок органічної про-

довольчої продукції з високою доданою вартістю.

Нині Україна є частиною світового ринку органічної продукції та здійснює виробництво, переробку та зовнішньоторговельні операції у зростаючих обсягах. Однак, внутрішній ринок став розвиватися, порівняно з провідними у цій галузі європейськими країнами, значно повільніше, попри значний наявний агрокліматичний, земельний та інтелектуальний потенціал, динаміка розвитку ринку органічних продуктів характеризується як незначна. З огляду на це, українська органічна продукція вже становить майже 9% від усього імпорту Європейського Союзу.

Мета дослідження полягає у визначенні та оцінці передумов розвитку органічного сільського господарства в Україні та світі.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Питанням розвитку органічного сільського господарства висвітлено в наукових працях відомих учених, як В.Г. Андрійчук [1], А.М. Вічевич, Т.В. Вайданич [2], І.І. Дідович, Т.Г. Дудар [3]. Однак, незважаючи на високий рівень праць зазначених вчених, залишається недостатньо вивчений процес генезису органічного сільського господарства та аналіз чинників сучасного стану розвитку цього сектору.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Під час виконання цього дослідження використовувалися такі методи, як абстрактно-логічний (у формуванні логічно послідовного зв'язку між чинниками), емпіричні (для оцінки та характеристики закономірностей функціонування органічного сільського господарства в Україні), узагальнення (для систематизації усіх чинників, що здійснюють вплив на сучасний розвиток українського органічного виробництва).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Сучасний рівень розвитку технологій та знань людства істотно змінило культурний

рівень розвитку і свідомості суспільства, де важливу нішу займає усвідомлення значення довкілля, а відтак — більш дбайливого ставлення до нього. Соціум, усвідомивши себе складовою природи, має на меті захистити або за можливості нівелювати негативний вплив науково-технічної революції як на себе, так і на довкілля. І саме тому екологічні потреби з'явилися унаслідок людиною низької якості умов її існування та життєдіяльності [1].

Насамперед, ґрунтовно розібрати передумови виникнення органічного сільського господарства, необхідно зрозуміти чому саме з'явилась потреба в ньому. Відповідь — сформовані *екологічні потреби* світового соціуму.

Під поняттям *потреба* розуміють природний стан індивіда за умов нестачі матеріальних та нематеріальних благ для задоволення його первинних природних потреб. А, своєю чергою, поняття *потреба* є похідним поняттям від *нужди*, розуміючи під собою нестачу специфічних благ та послуг для задоволення не природних потреб, а таких потреб, як культурні, духовні та інші види специфічних потреб, що прямо чи опосередковано залежать від особистості людини. Згідно з класичною ієрархією потреб людини, яка була введена А. Маслоу, первинним є фізіологічні, матеріальні та суспільні потреби. Кожна людина починає задовольняти свої особистісні, специфічні потреби лише за умов задоволення первинних природних потреб. Загалом, вчені розрізняють декілька етапів розвитку задоволення потреб індивіда. Перший із них — домінування матеріальних потреб, який тривав із початку ХХ ст. до 50-х рр. ХХ ст. Другий етап розвитку потреб став наслідком науково-технічного прогресу, розвитку транснаціонального бізнесу, що породило у суспільства нові потреби в якісному сервісі, отриманні нових знань, розвитку медицини та в способі проведення дозвілля. Він тривав від середини 50-х до 80-х рр. ХХ ст. Своєю чергою, наступним етапом було формування саме екологічних потреб внаслідок стрімкого рівня розвитку промислового виробництва,

видобутку природних ресурсів та прямого деструктивного впливу на всі екосистеми планети. Це й зумовило занепокоєння серед окремих суспільних груп станом їх здоров'я, якості й безпечності харчових продуктів та загального рівня екологічної безпеки. Значного поширення ця тенденція почала набувати з середини 80-х років ХХ ст.

Передусім екологічні потреби будуть формуватися лише за умови задоволення первинних природних потреб, адже є лише похідними від них. Так, Н.В. Зіновчук розрізняє п'ять типів екологічних потреб, а саме: первинні екологічні соціальні природні, морально-етичні потреби, запити у безпечному довіллі, необхідність у самовираженні. І відповідно ця класифікація проявляється не тільки в одній людині окремо, а є системоформувальною з інсти-

туційної точки зору. Відтак, вчена виділяє різні потреби відповідно до такої класифікації на трьох рівнях: виробничому, споживчому, адміністративному [2; 3].

А що стосується органічного сільського господарства, то виникнення і задоволення екологічних потреб взаємопов'язані і крім трьох загальних рівнів, існує 4-й – міжспоживчий рівень [4–6]. Тому, беручи до уваги вищенаведену класифікацію, екологічні потреби в органічному сільському господарстві мають такий вигляд (табл.).

Органічне сільське господарство бере свій початок у традиційних дрібних, обшинних формах по всьому світу. З покоління в покоління фермери передавали свої знання про ефективні методи господарювання. У ширшому масштабі це явище проявило себе в 60-х роках ХХ ст., коли і фермери, і кінцеві споживачі почали тур-

Екологічні потреби в органічному сільському господарстві

Рівень	Потреби	
	економічний інтерес	соціальний інтерес
B2G (бізнес із владою)	Надання екологічних послуг з підтримки ресурсів у належному стані; наявність механізмів захисту національних виробників	Належне інформаційне просвітництво; розвиток екологічної освіти на національному рівні; підвищення рівня здоров'я населення; покращання рівня продовольчої безпеки
B2B (бізнес із бізнесом)	Забезпечення належного рівня прибутковості; екологічно безпечні енергоносії та сировинні ресурси; екологічно безпечні технології та належний рівень функціонування відділу НДДКР; наявність обладнання, що не шкодить довкіллю; здорова конкуренція	Наявність відповідних референтних груп; належне інформаційне просвітництво; контроль за дотриманням вимогам органічної продукції; забезпечення сертифікації та органічного маркування
B2C (бізнес зі споживачами)	Наявність прозорого ринку органічної продукції; варіативність каналів розподілу; забезпечення належного рівня маркетингових комунікацій	Наявність відповідного сегменту споживачів; забезпечення індивідуальних потреб в органічній продукції; наявність якісної та безпечної продукції
C2C (міжспоживчий рівень)	Контроль за дотриманням чесної конкуренції; ціни мають відповідати купівельній можливості споживачів; наявність товарів аналогів	Належне інформаційне просвітництво між споживачами одної референтної групи щодо якості органічної продукції; підвищення загального рівня соціальної обізнаності про органічну продукцію; забезпечення захисту прав споживачів на громадських засадах

Примітка: розроблено автором.

буватися про те, що кількість хімічних речовин, що використовуються як у рослинництві, так і в тваринництві, може мати негативні наслідки для здоров'я людини й навколишнього природного середовища. З того часу це явище перетворилося на стійкий та організований рух і наразі це найбільш динамічно зростаючий сектор агропромислового комплексу у світі.

Під цим видом діяльності загалом слід розуміти комплекс з управління сільськогосподарським виробництвом та виробництвом харчових продуктів, формування продовольчих запасів країни, в рамках якого поєднуються найкращі сучасні практики екологічного характеру, які й покликані забезпечити високий рівень у розрізі біорізноманітних ресурсів та їх заощадження, природоохоронних заходів (охорону повітря, води, ґрунту, рослин, тварин тощо), а також дотримання суворих стандартів щодо впливу виробничих і інших техногенних систем на природу: природні зони, ареали проживання біологічних організмів, які, безумовно, повинні відповідати не тільки нормам екологічної безпеки та дбайливому поводженню з нею, але і обов'язково враховувати переваги споживачів у реалізації їх прагнень до використання натуральних речовин [6].

Як можна констатувати зазначене вище, враховуючи цілі, завдання та специфіку системи органічного сільського господарства, обов'язково акцентовано на виконанні ним подвійної функції: це, передусім на пряму задоволення попиту споживачів у параметрах такого специфічного сегменту сучасної економіки, як органічна продукція, а з іншого боку — це виконання нагальних завдань щодо створення низки важливих суспільних благ, які забезпечують охорону навколишнього середовища та забезпечення його стану.

Загалом, нині сучасне українське сільськогосподарське виробництво якісної органічної продукції — це створення необхідних передумов для повного використання біоекологічних можливостей і взаємозв'язків у системі «ґрунт – рослина – тварина», які під час проведення та-

ких заходів, збільшують результативність природних процесів. Насправді, роль потужностей виробництва та продуктивних сил АПК (агропромислового комплексу) виконують цілісні живі агроєкосистеми, основу яких утворює ґрунт.

Органічне тваринництво є одним із методів ведення сільського господарства, який максимально наближений до природного та натурального ведення фермерського господарства. Щоб уникнути забруднення навколишнього середовища, а особливо природних ресурсів, таких як ґрунт і вода, органічне вирощування худоби має забезпечувати тісний зв'язок між таким виробництвом і сільською місцевістю.

Органічне тваринництво не тільки підтримує здоров'я та благополуччя тварин, але також відіграє важливу роль у забезпеченні переваг, що стосуються здоров'я споживачів, прибутку для виробників і захисту навколишнього середовища. У той час як використання ветеринарних препаратів, як-от антибіотики й гормони, становить постійну загрозу для здоров'я людини та всього людства загалом.

Нині попит на органічне тваринництво значно зростає у зв'язку з розширенням ринків продукції тваринництва, присутність на ринку країн, як-от Бразилія та Аргентина. Експорт органічних продуктів тваринництва надає сприятливі можливості і для інших країн, таких, як, наприклад, Індія.

Основною передумовою для розвитку органічного сільського господарства й системи, що забезпечує товарообіг органічних продуктів, виступають процеси індустріалізації сільського господарства, що активно розвивалися впродовж ХХ ст. та пов'язані з ними екологічні й соціальні наслідки. Однією з основних рис індустріального сільського господарства був і, на жаль, залишається курс на невідновлювані ресурси промислового походження, в т. ч. засоби хімізації (мінеральні добрива, пестициди), вуглеводневі паливно-енергетичні ресурси, сільськогосподарська техніка.

Використання цих ресурсів, очевидно, забезпечує стрімке збільшення врожайно-

сті сільськогосподарських культур та підвищення продуктивності серед сільськогосподарських тварин, що певною мірою покращує показники продовольчої безпеки в розвинених країнах. Однак, загалом, середній рівень забезпечення світового населення сільськогосподарською продукцією зростає з меншими темпами, ніж продуктивність сільського господарства. Залежність від зовнішніх ресурсів зробила світове сільське господарство вразливим до зміни цінової кон'юнктури, що чітко проявляється під час різких коливань світових цін на енергоносії.

Що стосується засобів сільськогосподарського виробництва промислового значення, то в розрахунку на одиницю площі приблизно за 50-річний період середні річні темпи їх споживання (мінеральних добрив, пестицидів) зростали швидше за аналогічні показники продуктивності сільського господарства [7; 8].

Вочевидь, що головним завданням будь-якої сільськогосподарської діяльності є збільшення врожайності культурних рослин. Для цього наразі у сільському господарстві використовуються технології, що передбачають інтенсивне застосування мінеральних добрив, отрутохімікатів, багаторазовий обробиток ґрунту, перетворення на великих територіях природних біоценозів на штучні.

Орієнтація на індустріально-технологічні системи землеробства дала змогу багатьом розвиненим країнам у короткий історичний час значно збільшити обсяги виробництва харчових продуктів. Однак, на тлі наявних досягнень сільського господарства до кінця ХХ ст. позначилися її недоліки. В орних ґрунтах спостерігається постійне зниження вмісту гумусу, погіршуються їх біологічні властивості. Нерегульоване застосування засобів хімізації стало причиною накопичення в ґрунтах та ґрунтових водах залишків мінеральних добрив та отрутохімікатів, зміни біохімічних потоків і забруднення природних об'єктів. Агроекосистеми, що втратили видову різноманітність, властиву природним, перетворилися на прості одновидові, а отже

нестійкі середовища. Підтримка їхнього стану, що забезпечує необхідний рівень урожайності, з кожним роком потребує дедалі більших витрат.

Загалом, вплив сільськогосподарського виробництва на довкілля став настільки сильним, що це може бути причиною підвищу родючості орних земель у майбутньому та поступової деградації окремих структурних компонентів агроландшафтів. Неконтрольоване використання засобів хімізації стало причиною погіршення якості продукції сільського господарства. У ній стали виявлятися нітрати, хімічні елементи у добривах, залишки отрутохімікатів. Це проявляється у несприятливих змінах в амінокислотному складі, зниженні вмісту вітамінів, різних біологічно активних речовин. Вживання таких харчових продуктів населенням, що проживає в умовах сильного техногенного забруднення, знижує стійкість організму людини до дії несприятливих чинників.

Індустріалізація світового сільського господарства розвивалася в географічному та часовому вимірах досить нерівномірно, але практично скрізь викликала екологічні та соціальні зміни на сільських територіях. Багаторічний досвід розвитку сільського господарства за індустріальним типом показує істотний деструктивний вплив на навколишнє природне середовище у великих масштабах. Переважно це проявляється в деградації земель (ґрунтова, вітрова ерозія, засолення ґрунтів, опустелювання тощо), втрата поживних речовин (внесених із хімічними та калійними добривами) з полів, забрудненні ґрунтів, водою, харчових продуктів залишковими пестицидами та важкими металами. З невідновлюваних ресурсів, що застосовуються у сільському господарстві, найбільші екологічні проблеми були спричинені саме використанням пестицидів та мінеральних добрив.

Споживання мінеральних добрив у світі з розрахунку на гектар площі ріллі та багаторічних насаджень у середньому зростає на 3,3% на рік. За даними Світового банку (World Bank), середній рівень їх споживання у світі становить 138 кг д. р./га

ріллі, а подекуди й перевищує 500 кг/га. Мінеральні добрива легко розчиняються у воді (причому набагато швидше, наприклад, порівняно з органічним компостом) і тому можуть швидко змиватися в поверхневі водоймища (викликаючи евтрофікацію та збіднення води киснем) і просочуватися в горизонти підземних вод (збільшуючи концентрацію нітратів).

Що стосується самих водних ресурсів, то високоінтенсивне сільське господарство тут є як і забруднювачем (через причини, які вище наведено), так й найбільшим споживачем. Переважна частина води, що використовується, припадає на процес іригації. За прогнозами до 2030 р. частка зрошення становитиме до 70% від загального споживання води у світі [9–11]. Враховуючи дефіцит водних ресурсів у багатьох країнах світу, це може спричинити проблеми не лише у сфері продовольчої безпеки, а й у галузі міжнародних відносин. А в умовах, які спричинені терактом Росії на Каховській ГЕС для України, зокрема, це має величезне значення.

В останні десятиліття дедалі більше стали звертати увагу на сільське господарство як джерело надходження парникових газів (пряма дія переважно пов'язана з викидами метану та закису азоту, а непряма — зі зміною системи землекористування). Сільське господарство та послідовні в ньому цикли виробництва, зберігання, товарообігу та споживання продовольчої продукції вносять також додатковий внесок у забруднення навколишнього природного середовища твердими й рідкими відходами (зокрема, відходами харчової промисловості та пакувальних матеріалів). Серед соціальних наслідків індустріалізації сільського господарства слід зазначити два ключові чинники: перший — наслідки, характерні для сільської місцевості; другий — соціально-екологічні наслідки, пов'язані з проблемою здорового харчування та задоволення базових екологічних потреб суспільства.

Щодо впливу на українські сільські території, то внаслідок індустріалізації сільського господарства відбувається трансформація сільських традицій, зниження

привабливості до сільських ландшафтів, що прямо та опосередковано робить її менш привабливою для рекреаційно-відновлювальної галузі (зеленого туризму). У кількісному відношенні зменшується частка сільського населення щодо загального світового населення, і навіть економічно активного населення, зайнятого у сільському господарстві.

Так, за останні 50 років частка сільського населення у загальному світовому населенні знизилася від 67 до 46%, а частка економічно активного населення у сільському господарстві (за аналогічний період) — від 54 до 40%. Дослідження, проведені у провідних країнах (зокрема США), засвідчують, що змінюється як структура, так і поведінкові особливості серед зайнятих у сільськогосподарському виробництві. Скорочується питома частка основних суб'єктів (власників сільськогосподарських угідь), для яких аграрна сфера є основним заняттям, спостерігається старіння сільського населення і збільшується кількість найманих працівників стосовно фермерів і членів їхніх родин. Слід зазначити, що у структурі найманих сільськогосподарських працівників провідних країн світу, істотну частку займають сезонні працівники і, які стурбовані потребою виживання та іншими базовими потребами й нуждами, ніж екологічними проблемами сільської місцевості та збереженням сільських традицій.

В урбанізованих зонах спочатку розвинених, а потім і багатьох країн, що розвиваються, наслідки індустріалізації сільського господарства, а потім глобалізація агропродовольчого ринку та прискорений розвиток систем швидкого харчування стали викликати занепокоєння суспільства щодо проблеми забезпечення здорового харчування. Це призвело до підвищення попиту на так звані екологічно безпечні, натуральні продукти. Нині серед цього руху особливе місце посідає органічний рух, спрямований на розвиток органічного сільського господарства та ринку на його основі.

Отже, передумови у розвитку органічного сільського господарства та його продукції поступово трансформувалися в спо-

нукальні мотиви різних соціальних груп. З погляду експертів ФАО у межах соціальних груп можна назвати три рушійні сили сучасного органічного сільського господарства:

- органічне сільське господарство, яке функціонує через стандартну систему споживачами або ринком (*consumer or market-driven organic agriculture*), засновано на чітко відпрацьованій та надійній системі сертифікації і маркування органічної продукції. Споживач при цьому обізнаний про те, як і де вироблялася органічна продукція і про її подальший товарообіг;
- органічне сільське господарство послуг (*service-driven organic agriculture*). Різніми верствами суспільства усвідомлюється, що органічне сільське господарство здатне виробляти екологічно безпечну продукцію, що знижує забруднення довкілля та підвищує біологічну різноманітність;
- органічне сільське господарство на рівні фермерів (*farmer-driven organic agriculture*). Воно ґрунтується на усвідомленні фермерами нестійкості традиційного сільського господарства та використанні переваг органічного сільського господарства як чинника здорового харчування, у багатьох випадках як чинника покращання фінансово-економічних показників та самодостатності фермерського господарства. Значною мірою стимулюється розвиток прямих каналів реалізації.

ВИСНОВКИ

Наразі органічне сільське господарство стає ближче до сталого сільського госпо-

дарства, ніж до екологічного безпечного сільського господарства, оскільки екологічна складова розглядається на рівні з економічною (значення надається підвищенню продуктивності, прибутку й зниженню собівартості) та соціальної складовими. Незважаючи на те, що органічне сільське господарство і ринок його продукції орієнтовані на сталий розвиток (що підтверджується положеннями IFOAM), в існуючих визначеннях органічного сільського господарства недостатньо врахована ця тенденція.

Також на сучасному етапі слабо розкрито важливість інтелектуально-інформаційного забезпечення, яке стає своєрідним ресурсом, що замінює традиційні невідновлювані ресурси промислового походження, що переважають у високоінтенсивному способі виробництва агропродовольчої продукції.

Тенденції, що спостерігаються нині на світовому ринку органічної продукції, свідчать про те, що його розвиток відбувається в умовах дедалі більшої співпраці з екологічно та соціально орієнтованими напрямками. Серед них, враховуючи природні особливості України, а також менталітет населення, особливий інтерес становлять розвиток ринків продовольчої продукції місцевого походження. Ринок органічної продукції України має поєднувати у собі елементи державного регулювання та саморегулювання. Пріоритет має бути у державного регулювання, оскільки тільки держава може сформувати та ефективно контролювати систему, що забезпечує збереження органічних стандартів на всьому товарному циклі органічної продукції від виробників до споживачів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Андрійчук В.Г. Економіка підприємств агропромислового комплексу: підруч. Київ: КНЕУ, 2013. 779 с.
2. Вічевич А.М., Вайданич Т.В., Дідович І.І., Дідович А.П. Екологічний маркетинг: навч. посіб. Львів: УкрДЛТУ, 2002. 248 с.
3. Дудар Т.Г., Дудар В.Т. Формування ринку конкурентоспроможної агропродовольчої продукції: теорія, методика, перспективи: моногр. Тернопіль: Економічна думка, 2009. 246 с.
4. Гайдар А.А. Система функціонування екологічного маркетингу в біотехнологічному виробництві. *Збалансоване природокористування*. 2020. № 2. С. 46–52.
5. Гайдар А.А. Особливості розвитку екологічного маркетингу в біотехнологічному виробництві.

- тві. *Агроекологічний журнал*. 2020. № 2. С. 98–105.
6. Лазаренко В.І. Сутність екологічного маркетингу в аграрному секторі економіки. *Збалансоване природокористування*. 2016. № 2. С. 59–65.
 7. Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони. URL: http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/984_011.
 8. Юрченко Л.І. Екологічні цінності в структурі екологічної свідомості й екологічної культури. URL: http://www.filosof.com.ua/Jornel/M_78/Jurchenko.pdf.
 9. Global Organic Food market analysis. URL: <http://www.articlesbase.com>.
 10. Organicinfo.ua. Інфографіка. URL: <https://organicinfo.ua>.
 11. Федерація органічного руху в Україні. URL: <http://organic.com.ua/uk/homepage/2010-01-26-13-41-21>.

REFERENCES

1. Andriychuk, V.G. (2013). *Ekonomika pidpryyemstv ahropromyslovoho kompleksu: pidruchnyk [Economics of enterprises of the agro-industrial complex: textbook]*. Kyiv: KNEU [in Ukrainian].
2. Vichevich, A.M., Vaidanich, T.V., Didovich, I.I. & Didovich, A.P. (2002). *Ekolohichnyy marketynh: pidruchnyk [Environmental marketing: textbook]*. Lviv: UkrDLTU [in Ukrainian].
3. Dudar, T.G. & Dudar, V.T. (2009). *Formuvannya rynku konkurentospromozhnoyi ahroprodovolchoyi produktsiyi: teoriya, metodyka, perspektyvy: monohrafiya [Market formation of competitive agro-food products: theory, methodology, prospects: monograph]*. Ternopil: Economic Opinion [in Ukrainian].
4. Gaidar, A.A. (2020). Systema funktsionuvannya ekolohichnoho marketynhu v biotekhnolohichnomu vyrobnytstvi [The system of functioning of ecological marketing in biotechnological production]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannya — Balanced nature management*, 2, 46–52 [in Ukrainian].
5. Gaidar, A.A. (2020). Osoblyvosti rozvytku ekolohichnoho marketynhu v biotekhnolohichnomu vyrobnytstvi [Features of development of ecological marketing in biotechnological production]. *Ahroekolohichnyy zhurnal — Agroecological Journal*, 2, 98–105 [in Ukrainian].
6. Lazarenko, V.I. (2016). Sutnist ekolohichnoho marketynhu v ahrarynomu sektori ekonomiky [The essence of environmental marketing in the agricultural sector of the economy]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannya — Balanced nature management*, 2, 59–65 [in Ukrainian].
7. Uhoda pro asotsiatsiyu mizh Ukrainoyu, z odniyeiy storony, ta Yevropeyskym Soyuzom, Yevropeyskym spivtovarystvom z atomnoyi enerhiyi i yikhnyimi derzhavamy-chlenamy, z inshoyi storony [Association Agreement between Ukraine, on the one hand, and the European Union, the European Atomic Energy Community and their Member States, on the other hand]. (n.d.). URL: http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/984_011 [in Ukrainian].
8. Yurchenko, L.I. (2018). *Ekolohichni tsinnosti v strukturі ekolohichnoyi svidomosti y ekolohichnoyi kultury [Ecological values in the structure of ecological consciousness and ecological culture]*. URL: http://www.filosof.com.ua/Jornel/M_78/Jurchenko.pdf [in Ukrainian].
9. Global Organic Food market analysis. (n.d.). URL: <http://www.articlesbase.com> [in English].
10. Organicinfo.ua. Infographics. (n.d.). URL: <https://organicinfo.ua> [in English].
11. Federation of the Organic Movement in Ukraine. (n.d.). URL: <http://organic.com.ua/uk/homepage/2010-01-26-13-41-21> [in English].

Стаття надійшла до редакції журналу 27.08.2023

АНАЛІЗ СИСТЕМ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ЛІСОВОГО КОМПЛЕКСУ УКРАЇНИ

О.А. Лавренюк

Державне підприємство «Клавдієвська лісова науково-дослідна станція»

(м. Лютіж, Київська обл., Україна)

e-mail: lavreniuk.o.a@gmail.com; ORCID: 0009-0006-3423-3656

У цій статті здійснено дослідження стану систем конкурентоспроможності лісової галузі України. З'ясовано, що конкурентоспроможність у цьому контексті слід визначати як спроможність лісової галузі України витримувати конкуренцію порівняно з лісовими комплексами інших країн, зокрема країн Європейського Союзу. Розв'язання та висвітлення цієї науково-практичної проблеми викликано сучасними інтеграційними процесами України в економіко-соціальний простір Європи. Приділено увагу оцінці сучасного стану конкурентоспроможності національного лісового сектору України, а також визначені ключові проблеми щодо поліпшення конкурентних переваг. Охарактеризовано причинно-наслідковий зв'язок підвищення або зниження конкурентоспроможності лісової галузі в часовому вимірі. Здійснено комплексну оцінку сучасних підходів до характеристики стану конкурентоспроможності, і на основі цієї оцінки визначено пріоритетні до застосування в сучасному лісовому господарстві України з урахуванням ситуації сьогодення, а також проблеми повоєнного відновлення лісової галузі. Обґрунтовано та оцінено чинники сучасних конкурентних систем у лісовому господарстві, визначено зовнішні та внутрішні чинники, що закладають наявний стан конкурентоспроможності галузі. В межах цього дослідження також висвітлено складові елементи зовнішнього та внутрішнього середовища лісового комплексу, що формують його нинішній стан. Здійснено ґрунтовну оцінку сучасних підходів до ефективності оцінки конкурентоспроможності в лісовій галузі в контексті перспектив подальшого розвитку в умовах, що склалися, а також як проміжного етапу під час закладання довгострокової стратегії розвитку лісової галузі. Окремо наголошено, що використання будь-якого підходу до оцінки конкурентоспроможності лісової галузі потребує аналізу кожного окремого детермінанта для поєднання їх в одну цілісну систему. Також у ході виконання цього дослідження було здійснено порівняння методик дослідження конкурентоспроможності на рівні окремого суб'єкта господарювання, визначено переваги та недоліки кожного з них. На основі вищевикладеного аналізу, запропоновано ієрархічну модель конкурентоспроможності лісової галузі України та проведено аналіз методів оцінки конкурентоспроможності на галузевому рівні.

Ключові слова: сталій розвиток, конкурентні переваги, економіка природокористування, лісокористування, європейська інтеграція, повоєнне відновлення.

ВСТУП

Продукція лісового господарства, а також супутня продукція цієї галузі є однією з найважливіших складників еколого-безпечного життя соціуму. Загальновідомо, ліси в будь-якій державі світу з географічної, економічної та соціальної виконують переважно захисну, виробничу та рекреаційну функції. Щодо виробничої складової, то вона може бути реалізована лише за наявності національного ліспромислового комплексу. В будь-якій розвиненій державі світу за наявності потужного природно-

ресурсного потенціалу, лісова галузь є важливою складовою економіки країн та світу загалом і містить такі складові:

- лісозаготівля;
- обробка деревини та виробництво виробів із деревини;
- целюлозно-паперова промисловість.

Для ефективного ведення лісового господарства території країни потребує значних площ, а також критично залежить від природно-кліматичних умов. З огляду на це, ліси розміщені по території країни нерівномірно. А якщо цю проблему розглядати в контексті України, то на сучасному

етапі слід враховувати чинники повномасштабної збройної агресії Росії проти України, де в результаті бойових дій, які продовжуються, наноситься значна шкода природним ресурсам.

Оцінюючи негативно сучасний стан конкурентоспроможності українського лісового господарства, з-поміж іншого треба виділити подальші чинники такого стану:

- відсутня впродовж тривалого часу ефективна лісова політика в країні;
- недосконала система нормативно-правового забезпечення розвитку лісового господарства загалом;
- неефективні організаційно-економічні механізми в управлінській складовій галузі.

Також важливим чинником, окрім війни і подальшого повоєнного відновлення, є набуття Україною статусу кандидата на вступ до Європейського Союзу. В умовах інтенсивних інтеграційних процесів важливу роль відіграють стратегічні галузі національної економіки, і, відповідно, їх конкурентоспроможність. Саме аналіз конкурентоспроможності найбільш обґрунтовано демонструє переваги та недоліки, а також окреслює ключові потреби в подальшому розвитку лісопромислової галузі, і керуючись цим аналізом, визначати подальшу середньо- та довгострокову стратегію.

Саме тому на сучасному етапі розвитку лісового комплексу України, в контексті оцінки та визначення оптимальної системи конкурентоспроможності, необхідно систематизувати понятійно-категорійний апарат і чітко окреслити, що саме для лісового господарства України є конкуренцією та конкурентоспроможністю, яка конкурентна позиція у сучасних суб'єктів господарювання, якими є конкурентні переваги й визначення алгоритму конкурентного успіху.

Потребують також подальшого удосконалення методологічні підходи та пошук нових ефективних методів оцінки галузевої конкурентоспроможності лісового комплексу України, що й зумовлює актуальність цього дослідження.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Питання оцінки систем конкурентоспроможності та підвищення її в лісовому господарстві України знаходило своє відображення у працях багатьох вітчизняних вчених. Варто окремо виділити науковий доробок таких вчених, як О.І. Фурдичко [1], І.М. Лицур [2], А.М. Третяк [3], О.І. Дребот [4], В.А. Голян [5], Г. Лесюк [6], М.Я. Височанська [7], І.М. Синякевич [8], З.О. Толчанова [9], В.В. Овчарук [10], В. Сторожук [11], Т.П. Єгорова [12], В.Н. Бондар [13]. Однак, незважаючи на високий рівень праць, зазначених вчених, сучасні реалії, з якими зіштовхується лісовий сектор України, потребує впровадження нових підходів до оцінки стану конкурентоспроможності та формування нових механізмів підвищення її ефективності в лісовому господарстві.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Методичну та теоретичну базу дослідження становлять фундаментальні положення економічної теорії, економіки природокористування та охорони навколишнього природного середовища, теорії й практики ведення лісового господарства, визначені у працях вітчизняних і зарубіжних учених щодо конкурентних переваг суб'єктів господарювання на локальному та галузевому рівнях. Також під час виконання цього дослідження у процесі роботи використовувалися такі методи, як метод наукової абстракції і метод аналізу та синтезу (у процесі висвітлення переваг і недоліків діючих систем конкурентоспроможності), а також абстрактно-логічний (теоретичне узагальнення понятійно-категорійного апарату систем конкурентоспроможності в лісовому господарстві та формування висновків).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У цьому дослідженні під поняттям «конкурентоспроможність» слід розуміти визначення процесу досягнення найкра-

щих показників в економічній боротьбі між суб'єктами. Це поняття є одним із основоположних у будь-якій економічній системі. І розглядаючи цю дефініцію в контексті лісового господарства України, варто зазначити, що чіткого визначення конкурентоспроможності лісового господарства немає й донині. Найбільш повно це поняття розкривається в наступному визначенні, як-от «конкурентоспроможність лісового господарства — це здатність витримувати конкуренцію за рахунок наявності потенціалу за відповідними критеріями структурних характеристик галузі, за умови досягнення високого рівня ефективності її функціонування».

З метою подальшого ґрунтовного розгляду цього поняття, слід визначити критерії конкурентоспроможності на різних рівнях галузі (табл. 1).

Наголошуючи в контексті лісового господарства України щодо рівня конкурентоспроможності на товарному рівні, то

загальні критерії притаманні для будь-якої галузі і на цьому рівні є очевидними. Однак найголовнішими серед інших рівнів (суб'єкта господарювання та галузі) слід вважати саме «можливість суб'єктом господарювання забезпечити бажаний рівень рентабельності за окремо взятий період», а також «забезпечення зростання доданої вартості виробленої продукції». Ці два критерії є ключовими для лісової галузі, адже маючи унікальний природно-ресурсний потенціал, українські ліси можуть поставляти на зовнішні ринки деревину, яка не має аналогу серед інших країн, і тим самим — збільшивши показник доданої вартості товару.

Щодо галузевого рівня, то тут необхідно відзначити, що ключовим є показник економічної ефективності. Однак, сучасні світові тенденції, а також стан навколишнього природного середовища України (проблеми, з якими стикається українська держава) потребують саме раціонального

Таблиця 1. Загальні критерії конкурентоспроможності залежно від ієрархічних рівнів галузі

<i>Конкурентоспроможність на товарному рівні</i>
1. Набір кількісних і якісних характеристик, що забезпечують ефективну реалізацію товару в конкурентному середовищі
2. Набір специфічних якісних та кількісних характеристик товару
3. Рівень привабливості для конкретного споживача на ринку
4. Набір очевидних рис, що відрізняє його від товару конкурента
<i>Конкурентоспроможність на рівні підприємства</i>
1. Наявність необхідного матеріального та управлінського ресурсу для ведення конкурентної боротьби
2. Оперування власним внутрішнім потенціалом
3. Можливість суб'єктом господарювання забезпечити бажаний рівень рентабельності за окремо взятий період
4. Забезпечення зростання доданої вартості виробленої продукції
<i>Конкурентоспроможність на рівні галузі</i>
1. Здатність галузі до стратегічної гнучкості в умовах мінливості зовнішніх та внутрішніх ринків
2. Можливість забезпечення належного рівня економічної ефективності всієї галузі
3. Наявність конкурентних переваг у виробництві продукції високої якості
4. Раціональне використання людського капіталу та природних ресурсів

Примітка: сформовано автором.

та дбайливого підходу до ведення виробництва. І лісова галузь, яка найбільш дбайливо ставиться до власних ресурсів, на сучасному етапі буде мати найбільші конкурентні переваги.

Говорячи загалом про лісове господарство як галузь, то базовими конкурентними перевагами України в повоєнне відновлення можуть стати:

- групи або об'єднання лісових підприємств-лідерів, що підіймають інші підприємства галузі до свого рівня;
- розширена дослідно-конструкторська мережа і прогресивна виробничо-технологічна база, утворена за рахунок внутрішніх та зовнішніх інвестицій;
- наявність розвиненої технологічної інфраструктури;
- адаптивність науково-технічних, виробничих, а також комерційних систем як у внутрішньому середовищі галузі, так і з зовнішніми партнерами;
- раціональна система реалізації продукції, з урахуванням логістичних та інших витрат.

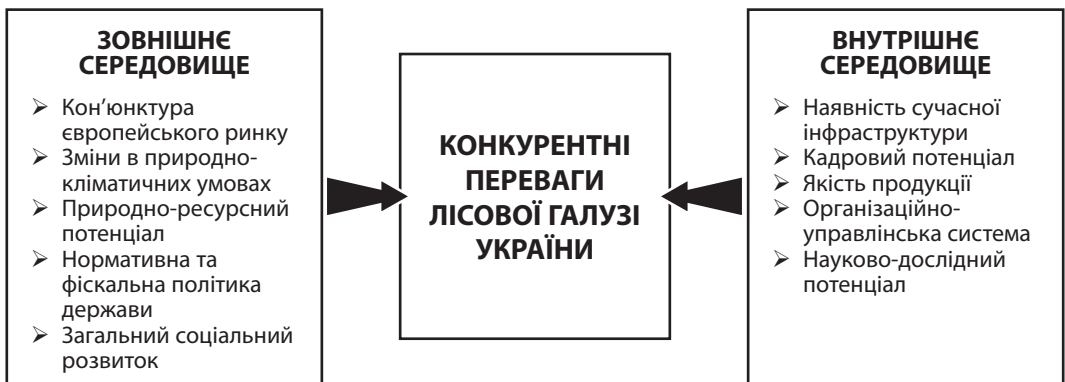
Оскільки **метою цієї статті** є характеристика конкурентоспроможності галузевих систем, тому слід детально проаналізувати чинники зовнішнього та внутрішнього середовища, які впливають на наявність або відсутність конкурентних переваг. Вони представлені нижче у блок-схемі (рис.).

Отже, питання конкурентоспроможності — це складна структурна проблема, яка функціонує одразу на трьох рівнях: макро-, мезо- та мікрорівнях. Наведені вище ієрархічні рівні перебувають у постійному та тісному взаємозв'язку. Можна сміливо стверджувати, що стан конкурентоспроможності лісового сектору України може мати виключно системний характер, де якісне забезпечення кожного із елементів конкурентоспроможності залежить від діяльності кожного окремого суб'єкта зокрема.

Якщо враховувати практичний аспект оцінки системи конкурентоспроможності, то на сучасному етапі видається найбільш раціональною модель, яка була запропонована Майклом Портером. Ця модель характеризується системою детермінантів, які поєднуються в єдину цілісну систему і визначає чи посилюється або послаблюється конкурентний потенціал товаровиробників галузі (в цьому випадку — лісових підприємств). Зважаючи на специфічність української лісової галузі, класична інтерпретація моделі видається неможливою в силу практичних реалій. Тому ця функція має такий вигляд:

$$C = F(PP; PD; SE),$$

де C — конкурентоспроможність; PP — параметри чинників лісопромислового виробництва; SE — наявність необхідних ресурсів та учасників взаємодії.



Схематичне відображення забезпечення конкурентних переваг для лісової галузі

Примітка: сформовано автором.

Таблиця 2. Характеристика методик оцінки конкурентоспроможності

Назва методики	Особливості методики	Переваги	Недоліки
Порівняльна продуктивна оцінка (зіставлення можливостей підприємства з конкурентними особливостями окремої групи товарів)	Комплексна оцінка всіх можливостей підприємства	Чітке обґрунтування відповіді на питання — чи доцільно працювати на даному ринку	Відсутність чіткої повноти оцінки усіх можливих чинників
Матричний аналіз (оцінка стратегічних перспектив окремо взятого суб'єкта господарювання)	Складання системи матричних рівнянь із визначенням ключових визначників	Грунтовний аналіз усіх можливих чинників	Неможливість здійснення повної інтегральної оцінки
Окупність інвестицій у конкурентоспроможність (визначення строку та обсягу окупності витраченого капіталу на удосконалення конкурентних спроможностей)	Застосовується метод комплексної інтегральної оцінки	Всебічний аналіз впливу можливих чинників	Багатомність і необхідність враховувати велику кількість змінних, які мають мінливий характер

Примітка: сформовано автором.

Загальновідома вищезазначена модель так званих «п'яти сил» дає можливість проаналізувати конкурентне середовище будь-якої галузі, включає такі елементи класичні елементи:

- загроза проникнення на ринок потенційних конкурентів;
- вплив покупців;
- вплив постачальників;
- загрози з боку замінників товару або послуги;
- рівень конкурентної боротьби між традиційними конкурентами.

Враховуючи специфічність роботи ринку лісової промисловості, вплив держави в регуляцію внутрішнього ринку, окремими елементами класичної моделі можна знехтувати в силу слабого впливу на показники ринкової кон'юнктури.

Щодо іншої методологічної бази оцінки систем конкурентоспроможності, то варто відмітити, що практика й науковий доробок економічної та маркетингової теорії має в своєму арсеналі цілий спектр методик (із власними перевагами та недоліками). Найбільш ефективними, вважаються, наступні

три, які представлено в таблиці, що подано нижче (табл. 2).

Отже, оцінка наявних методик оцінки конкурентоспроможності лісової галузі дає можливість диференціювати їх на такі типи: матричні методи; методи оцінки конкурентоспроможності за ринковою часткою; методи, засновані на теорії ефективної конкуренції.

ВИСНОВКИ

Аналізуючи вищевикладене, можна зробити висновок, що конкурентоспроможність лісової галузі залежить від конкурентоспроможності деревної продукції, стану лісозаготівельних підприємств і обсягів їх виробництва що в загальному формують довгостроковий стан конкурентоспроможності лісопромислового комплексу. Такий стан представляє інтегровану конкурентоспроможність основних і суміжних секторів, як-от: виробництво деревини та виробів з деревини; целюлозно-паперова галузь тощо. В умовах глобальної трансформації української економіки в бік європейського простору конкурентоспроможність можна

розглядати з точки зору спроможності лісової галузі країни протистояти постійним зовнішнім обмеженням. І саме тому важливим є розробка ґрунтового інструментарію оцінки систем конкурентоспроможності українського лісового сектору.

Безпосередню оцінку стану конкурентоспроможності лісопромислової галузі слід здійснювати, базуючись на системі детермінантів із єдиним взаємозв'язком ціліс-

ної системи між її елементами. Включення цих детермінантів необхідно здійснювати одразу на трьох рівнях: макро-, мезо-, а також мікрорівень окремого суб'єкта господарювання, адже поза межами одного підприємства чинники впливу мають динамічний характер і змінюються постійно. Тому необхідність розробки комплексної оцінки конкурентоспроможності не обґрунтованою та необхідною.

ЛІТЕРАТУРА

1. Фурдичко О.І. та ін. На шляху до збалансованості лісогосподарського землекористування України: еколого-економічний аспект. *Agricultural and Resource Economics E-Journal*. 2021. Vol. 7. № 4. P. 218–244. DOI: <https://doi.org/10.51599/are.2021.07.04.12>.
2. Лицур І., Карпук А. Механізм фіскального регулювання лісогосподарювання. *Економіка природокористування і сталій розвиток*. 2018. № 1–2 (20–21). С. 67–72. URL: http://ecos.kiev.ua/share/upload/journal_1_2.pdf.
3. Tretiak A. et al. The value added chain in the mechanism of public-private partnership for the development of the land use economy of rural territories. *Agricultural and Resource Economics*. 2020. Vol. 6 (3). P. 112–134. DOI: <https://doi.org/10.51599/are.2020.06.03.07>.
4. Дребот О.І., Боцула О.І., Височанська М.Я. Концептуальні підходи до збалансованого користування землями лісогосподарського призначення. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 12 (801). С. 66–72. URL: https://agrovisnyk.com/pdf/ua_2019_12_10.pdf.
5. Голян В.А., Голуб О.А. Фінансове забезпечення пріоритетів розвитку лісогосподарського комплексу: диверсифікація форм і засобів. *Проблеми економіки*. 2016. № 3. С. 31–39. URL: https://ndcifr.org/media/ndc_old/documents/Problem_03_2016.pdf.
6. Lesiuk H., Soloviy I. and Dubovich I. Ukrainian forest governance system in the context of institutional reforms: diagnosis of performance. *Forestry ideas*. 2020. Vol. 26. No 2 (60). P. 380–393. URL: https://forestry-ideas.info/issues/issues_Index.php?pageNum_rsIssue=1&totalRows_rsIssue=22&journalFilter=67.
7. Drebot O., Vysochanska M., Sakharnatska L. et al. Methods of calculation of ecological and economic functions of land forest assignment at level of region. *Innovative Economics and Management*. 2021. Vol. 8, No.1. P. 90–101. DOI: <https://doi.org/10.46361/2449-2604.8.1.2021.88-101>.
8. Сиякевич І.М. Економіка лісокористування: навч. підруч. Львів: ІЗМН, 2000. 397 с.
9. Толчанова З.О. Шляхи реформування лісового господарства України з урахуванням закордонного досвіду. *Економіка України*. 2008. № 7. С. 103–107.
10. Овчарук В.В., Бондарецька О.М. Сертифікація лісів як передумова підвищення конкурентоспроможності лісового господарства України. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення і проблеми розвитку*. 2013. № 776. С. 335–339.
11. Сторожук В. Огляд стану адаптації українського лісового законодавства до законодавства Європейського Союзу. 2017. URL: http://www.epri-fleg.org/site/assets/files/2121/report_storozhuk_assessment_approximation_ukraines_forestry_legislation_to_eu.pdf
12. Єгорова Т.П. Європейське лісове законодавство як інноваційний елемент удосконалення національної лісової політики. *Адаптація до права ЄС регулювання економіки України в сучасних умовах*: зб. наук. пр. за матеріалами круглого столу (м. Харків, 26 трав. 2015 р.). Харків, 2015. С. 86–94. URL: <http://dSPACE.nlu.edu.ua/bitstream/123456789/10296/1/Egorova.pdf>.
13. Furdychko O., Drebot O., Bondar V. et al. Current challenges for sustainable forestry management in Ukraine: production, taxation and investments issues. *Law, Business and Sustainability Herald*. 2021. Vol. 1, No 2. P. 58–75. <https://doi.org/10.46489/lbsh.2021-1-2-5>.

REFERENCES

1. Furdychko, O. et al. (2021). Na shliakh do zbalansovanosti lisohospodarskoho zemlekorystuvannia Ukrainy: ekoloho-ekonomichnyi aspekt [On the way to balance of forestry land use of Ukraine: ecological and economic aspect]. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*, 7 (4), 218–244. DOI: <https://doi.org/10.51599/are.2021.07.04.12> [in Ukrainian].
2. Lytsur, I. & Karpuk, A. (2018). Mekhanizm fiskalnoho rehulivannia lisohospodariuvannia [Mechanism of fiscal regulation of forestry]. *Ekonomika pryrodokorystuvannia i stalii rozvytok — Environmental*

- economics and sustainable development*, 1–2 (20–21), 67–72. URL: http://ecos.kiev.ua/share/upload/journal_1_2.pdf [in Ukrainian].
3. Tretiak, A. et al. (2020). The value added chain in the mechanism of public-private partnership for the development of the land use economy of rural territories. *Agricultural and Resource Economics*, 6, 3, 112–134. DOI: <https://doi.org/10.51599/are.2020.06.03.07> [in English].
 4. Drebot, O.I., Botsula, O.I. & Vysochanska, M.Ia. (2019). Kontseptualni pidkhody do zbalansovanoho korystuvannya zemliamy lisohospodarskoho pryznachennia [Conceptual approaches to the balanced use of forest land]. *Visnyk ahraryoi nauky — Bulletin of Agrarian Science*, 12, 66–72. URL: https://agrovisnyk.com/pdf/ua_2019_12_10.pdf [in Ukrainian].
 5. Holian, V.A. & Holub, O.A. (2016). Finansove zabezpechennia prioritetiv rozvytku lisohospodarskoho kompleksu: dyversyfikatsiia form i zasobiv [Financial Support of the Forestry Complex Development Priorities: Diversification of Forms and Means]. *Problemy ekonomiky — The problems of economy*, 3, 31–39. URL: https://ndc-ipr.org/media/ndc_old/documents/Problem_03_2016.pdf [in Ukrainian].
 6. Lesiuk, H., Soloviy, I. & Dubovich, I. (2020). Ukrainian forest governance system in the context of institutional reforms: diagnosis of performance. *Forestry ideas*, 26, 2 (60), 380–393. URL: https://forestry-ideas.info/issues/issues_Index.php?page_Num_rsIssue=1&totalRows_rsIssue=22&journalFilter=67 [in English].
 7. Drebot, O., Vysochanska, M., Sakharnatska, L. et al. (2021). Methods of calculation of ecological and economic functions of land forest assignment at level of region. *Innovative Economics and Management*, 8, 1, 90–101. DOI: <https://doi.org/10.46361/2449-2604.8.1.2021.88-101> [in English].
 8. Syniakovych, I.M. (2000). *Ekonomika lisokorystuvannya [Forest Economics]*. Lviv: IZMN [in Ukrainian].
 9. Tolchanova, Z.O. (2008). Shlyakhy reformuvannya lisovoho hospodarstva Ukrainy z urakhuvanniam zakordonnoho dosvidu [Ways to reform Ukraine's forestry taking into account foreign experience]. *Ekonomika Ukrainy — Ukraine economy*, 7, 103–107 [in Ukrainian].
 10. Ovcharuk, V.V. & Bondaretska, O.M. (2013). Ser tyfikatsiya lisiv yak peredumova pidvyshchennya konkurentospromozhnosti lisovoho hospodarstva Ukrainy [Forest certification as a prerequisite for increasing the competitiveness of forestry in Ukraine]. *Visnyk Natsional'noho universytetu «Lviv's'ka politekhnika». Seriya: Menedzhment ta pidpryyemnytstvo v Ukraini: etapy stanovlennya i problemy rozvytku — Bulletin of the Lviv Polytechnic National University. Series: Management and entrepreneurship in Ukraine: stages of formation and problems of development*, 776, 335–339 [in Ukrainian].
 11. Storozhuk, V. (2017). *Ohlyad stanu adaptatsiyi ukraïns'koho lisovoho zakonodavstva do zakonodavstva Yevropeys'koho Soyuzu [Overview of the state of adaptation of Ukrainian forest legislation to the legislation of the European Union]*. URL: http://www.enpi-fleg.org/site/assets/files/2121/report_storozhuk_assessment_approximation_ukraines_forestry_legislation_to_eu.pdf [in Ukrainian].
 12. Yehorova, T.P. (2015). Yevropeys'ke lisove zakonodavstvo yak innovatsiynyy element udoskonalennya natsional'noyi lisovoyi polityky [European forest legislation as an innovative element in improving national forest policy]. *Adaptatsiya do prava YES rehu lyuvannya ekonomiky Ukrainy v suchasnykh umovakh: zbirnyk naukovykh prats' za materialamy Kruhohu stolu [Adaptation to the EU law of the regulation of the economy of Ukraine in modern conditions: a collection of scientific works based on the materials of the Round Table]*. (pp. 86–94). Kharkiv. URL: <http://dSPACE.nlu.edu.ua/bitstream/123456789/10296/1/Egorova.pdf> [in Ukrainian].
 13. Furdychko, O., Drebot, O., Bondar, V. et al. (2021). Current challenges for sustainable forestry management in Ukraine: production, taxation and investments issues. *Law, Business and Sustainability Herald*, 1, 2, 58–75. DOI: <https://doi.org/10.46489/lbsh.2021-1-2-5> [in English].

Стаття надійшла до редакції журналу 07.08.2023

ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОКОСМІВ ДЛЯ ЕКОЛОГІЧНО АРГУМЕНТОВАНОГО ДОБОРУ БІОПАЛИВНИХ КУЛЬТУР

О.В. Мудрак¹, Т.В. Морозова²

¹КЗВО «Вінницька академія безперервної освіти» (м. Вінниця, Україна)
e-mail: ov_mudrak@ukr.net; ORCID: 0000-0002-1776-6120

²Національний транспортний університет (м. Київ, Україна)
e-mail: tetiana.morozova@ukr.net; ORCID: 0000-0003-4836-1035

Одним із можливих напрямів розв'язання проблеми нестачі та подорожчання енергетичних ресурсів може стати розвиток в Україні біопаливної галузі, підґрунтям якого є науково аргументований добір рослин (стійких до регіональних полютантів) з урахуванням специфіки регіонів. У статті здійснено узагальнення наукових даних щодо особливостей пророщування деяких енергетичних культур, розглянуто можливість застосування мікрокосмів для аргументованого добору біопаливних культур. Дослідження проводили у мікрокосмних моделях, вивчали проростання насіння та біометричні параметри проростків *Brassica napus* L. та *Zea mays* L. Показано доцільність застосування мікрокосмів для екологічно аргументованого добору «біопаливних» культур. На основі застосування методу мікрокосмних моделей доведено стійкість *B. napus* до ацетату свинцю та чутливість до фунгіциду «Раксил ультра». Для захисту ріпаку від шкідників використовуються системні препарати з діючими речовинами диметоат, гамма-цигалотрин, альфа-циперметрин, тіаметоксам, флудиоксаніл, металаксил, імідаклоприд тощо. Інсектицид використовується для протруювання насіння перед посівом (у комплексі з фунгіцидом), а також для обробки посівів під час досягнення економічного порогу шкідливості. З'ясовано, що передпосівну обробку насіння ріпаку необхідно здійснювати нижчими концентраціями фунгіциду, порівняно з насінням *Z. mays*. Встановлено, що сорт Галицький характеризується найбільшою лабораторною схожістю насіння та найкращими морфологічними параметрами проростків. З'ясовано, що фунгіцид «Раксил ультра» у високій концентрації інгібує схожість насіння (на пізніх етапах проростання), ріст стебла, сиру та суху біомасу проростків кукурудзи, за низької концентрації виявлено збільшення сухої маси надземної частини. Лабораторна схожість насіння ріпаку інгібувалася на всіх етапах проростання. Жодна з досліджених концентрацій фунгіциду не впливає на сиру та суху біомасу проростків ріпаку, усі досліджені концентрації фунгіциду інгібують ріст кореня проростків ріпаку, а найбільша — ріст стебла.

Ключові слова: біоенергетичні культури, мікрокосмні моделі, сорти, ріпак.

ВСТУП

Нині через високі ціни на нафту, похідні енергоносії, а також через загрозливу ситуацію для світового довкілля закономірно постає питання про альтернативні джерела енергії. Україна належить до енергодефіцитних країн, оскільки паливно-енергетичний комплекс значною мірою базується на імпорті енергетичної сировини [1], а власний видобуток не може повністю покрити потреби української економіки. Щороку Україна споживає близько 200 млн т умовного палива, з якого 53% власного виробництва. Енергетична політика переважно орієнтована на викопне

паливо, атомну енергетику. Мало уваги приділяється альтернативним видам палива. Коли мова йде про альтернативні джерела електроенергії, треба говорити про децентралізацію енергопостачання і про використання місцевого потенціалу з впровадження циркулярної економіки: надлишки соломи, тирса (в регіонах, де ведеться лісопереробка), шахтний метан та супутні гази можуть бути використаними як паливо. Одним із можливих напрямів розв'язання проблеми нестачі та подорожчання енергетичних ресурсів може стати розвиток біопаливної галузі, підґрунтям якого є науково аргументований добір рослин з урахуванням специфіки регіо-

нів (стійких до регіональних полютантів). У сезоні 2021/22 рр. до широкомасштабного вторгнення Росії Україна посідала третє місце у світовому рейтингу експортерів ріпаку (10%), у цьому маркетинговому році експортовано 2,7 млн т ($\approx 0,73$ млн т біодизеля). Експорт в країни ЄС 85–95% врожаю ріпаку. Однак цей напрям стикається з дискусією щодо потенційної конкуренції з вирощуванням харчових продуктів і кормів для тваринництва та птахівництва. Певні обмеження для вирощування і виробництва біопалив з енергетичних культур встановлені на рівні директив ЄС RED і RED II (вводять критерії сталості для біопалив на транспорті і обмежують використання ріпаку для виробництва біодизеля і кукурудзи для виробництва біоетанолу). Г. Гелетуша вважає за доцільне «для України, не обмежувати на рівні директив ЄС RED і RED II вирощування і виробництво біопалив з енергетичних культур, а надати країнам право самостійно ухвалювати, що їм вигідніше за умови, що частка земель, на яких вирощуються енергетичні культури, не перевищуватиме 10% від загальної кількості сільськогосподарських земель» [3].

За оцінками експертів, в Україні не використовується за прямим призначенням до 4 млн га сільськогосподарських земель [2]. Вирощування сільськогосподарської продукції на таких землях не дає достатнього економічного прибутку, тому вони не обробляються аграріями. Це малопродуктивні, забруднені і деградовані землі. За результатами воєнних дій ця площа збільшується (додаються землі забруднені в результаті вибухів, пожеж, заміновані території).

Завдяки сприятливим ґрунтово-кліматичним умовам для вирощування рослин найперспективнішим видом біоенергетики для України є фітоенергетика як галузь біоенергетики, що базується на сировині рослинного походження. Врожайність енергетичних культур залежить від кліматичних, ґрунтових та інших умов. Культури мають різну потребу у водному режимі, можуть значно відрізнятись морозо- і посухостійкістю [4]. У сезоні 2021/2022 (липень 2021 –

червень 2022), чотири місяці якого припало на повномасштабну війну, Україна змогла експортувати 48,5 млн т зерна [3]. Експорт кукурудзи становив 23,4 млн т (на 5,8 млрд дол. США). Частка Китаю в загальному обсязі експорту української кукурудзи 36% (8,5 млн т), виробництво біоетанолу в Китаї в 2021 становило 3,4 млрд л (з 8,5 млн т/рік експортованої в Китай кукурудзи можливо виробити 3,2 млрд л біоетанолу).

Головними пріоритетами фітоенергетики є пошук дешевої сировини й створення необхідної інфраструктури для вирощування та перероблення біомаси за допомогою хімічних чи біологічних процесів у різні види біопалива: рідкі (біоетанол, 1- і 2- біопропаноли, біобутанол), газоподібні (метан) і тверді (гранули, пелети та брикети). Теплота згоряння етанолу становить 21,1 МДж/кг, біогазу (60% метану) – 21,8 МДж/кг, твердого біопалива – 15–18 МДж/кг залежно від типу сировини та її якості.

Мета роботи – використовуючи метод імітаційних моделей (мікрокосмів) обґрунтувати добір біопаливної культури, стійкої до імперативних антропогенних чинників регіону.

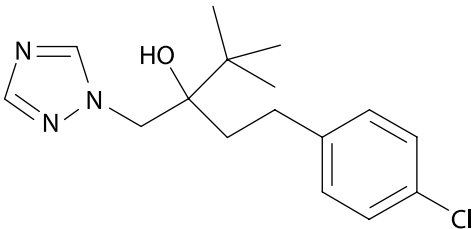
АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Традиційно енергетичними культурами є кукурудза (виробництво етанолу в промислових масштабах), ріпак (отримання біодизеля) та міскантус (виробництво біомаси). Вирощування ріпаку в світі перебуває у стадії піднесення, низка дослідників називають це «ріпаковою ейфорією». Попит на цю культуру в Україні постійно зростає (особливо з боку Європи), відповідно розширюються і площі під нею [7]. Сучасні технології вирощування ріпаку потребують чітких, продуманих заходів щодо захисту рослин від хвороб.

Вагомий внесок у висвітлення загальнотеоретичних і практичних аспектів ріпаківництва зробили українські та зарубіжні вчені: Ф.Ф. Адамець, В.І. Бойко, В.М. Бондаренко, П.С. Вишнівський, В.Д. Гречкосій,

О.Г. Дерев'янка, А.В. Іщенко, М.В. Калінчик, В.В. Лихочвор, О.О. Мітченко, Д.І. Нікітчина, А.А. Побережна, Р.Р. Проць, С.А. Середя, О.Г. Шайко, Стефан фон Крамон-Таубадель, Людвіг Штрівєр та інші науковці. Однак, практика вирощування біопаливних культур в Україні показує їх високу ураженість мікозами [8].

Універсальним та популярним фунгіцидом, який застосовується в Україні для захисту від грибкових захворювань слугує «Раксил ультра» (тебуконазол — $C_{16}H_{22}ClN_3O$) [9; 10].



Залишається не до кінця розв'язаним стратегічне питання забезпечення енергетичної незалежності сільськогосподарського виробництва шляхом розширення вироблення біодизеля [11]. В зв'язку з цим виникає питання оптимізації посівів ріпаку з урахуванням регіональних особливостей. Для більшості територій України основним джерелом забруднення є автотранспорт, головним поллютантом пірогенної групи у викидах автомобілів виступає Плюмбум та його сполуки. Отже, під час добору біопаливних культур для відповідної території слід оцінити їх стійкість до зазначених інгредієнтів.

Ріпак (*Brassica napus* L.) — одна з найрентабельніших культур, доволі традиційна культура для українського сільського господарства. Висока маржа стимулює фермерів до нарощування виробництва цієї олійної та біопаливної культури. Відомо, що ріпак є певною мірою агресивною культурою, тому ці проекти треба реалізувати шляхом правильних систем господарювання, використання системи сівозмін, невиснажливих технологій, які не завдають шкоди ґрунтам. Є певний досвід у роботі з цією культурою, вона не є ворожою для

наших ґрунтів та екосистем. Утім екологи застерігають, що ця, загалом добра справа, потребує дуже виваженого підходу. Домогтися доброї врожайності без високопродуктивних сортів і гібридів та за недотримання технологій вирощування неможливо. За період сезонів 2009–2019 рр. у 20 областях України збільшилися площі посівів ріпаку. Найбільший приріст площ під ріпаком зафіксовано в аграріїв Дніпропетровщини (+85,44 тис. га). Під урожай 2020 р. площі сівби ріпаку озимого скоротилися майже на 200 тис. га, становивши 1,1 млн га проти 1,3 млн га роком раніше (–15%). Посушливі погодні умови в низці областей зашкодили в оптимальні терміни здійснити сівбу в запланованих масштабах. За попередніми підрахунками 4% посівів (понад 40 тис. га) не утворили сходів (URL: <https://kurkul.com/infographics/view/109>).

Аналіз результатів опитування (2403 респондентів), проведеного Міністерством аграрної політики та продовольства України (з 7 по 14 серпня 2023 р.) щодо планів та підготовки сільгоспвиробників до проведення посівної кампанії озимих під урожай 2024 р. (URL: <http://surl.li/nuvxo>) показав, що майже половина фермерів (45%) не планують істотно скорочувати посівні площі озимих культур. До того ж, 38% опитаних підприємців можуть збільшити посівні площі. 14% аграріїв зазначили, що цього року не сіятимуть озимі. Однак, структура озимих культур може зазнати змін. Зокрема, підприємства скоротять частку пшениці та ячменю, але збільшать площі під ріпак озимий. Загалом, посівні площі під озимими культурами можуть збільшитися на 8% (0,5 млн га) порівняно з минулим сезоном. Ключовим чинником розширення посівних площ залишається ріпак, посіви під ним можуть збільшитися майже на 40% до рекордних 1,9 млн га.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Матеріалом дослідження слугувало насіння сортів *Brassica napus* L., наданих Івано-Франківським інститутом агропромислового виробництва: Дема, Черемош,

Демарка, Дембо, Дангал, Тисменицький, Света, Галицький та *Zea mays* L. сорту «Буковинський-3». Насіння пророщували в мікрокосмах із гнітом відкритого типу. Посівну якість визначали згідно з [5], довжину корінців [6]. Розчинений у воді кичень визначали методом Вінклера.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Аналіз посівної якості насіння. *V. parvus* у мікрокосмних моделях показав найбільший відсоток для сортів Галицький і Дембо (5-й день), на 7-й день максимальна кількість проростків зареєстрована в мікрокосмах із сортами Дангал, Галицький та Дембо (рис. 1).

Якщо схожість насіння сорту Дембо наростала поступово, то сорту Галицький стрибкоподібно, починаючи з середини експерименту, а сорту Дангал — наприкінці. Перевірка на нормальність розподілу за тестом Шапіро-Вілка показала, що для сортів Галицький, Дембо та Дангал на всіх етапах дослідження $p > 0,05$, отже дані мають нормальний розподіл. Для сортів Демарка, Черемош та Света ($p < 0,05$) — дані не мають нормального розподілу. Оскільки не всі дані мають нормальний розподіл, використали непараметричний тест Краскела-Уолліса. Показано статистично значущу різницю в медіанах ($p < 0,05$), що

свідчить про відмінність між сортами. Непараметричний тест Вілкоксона для пари Демарка та Дема показав статистично значущу різницю ($p < 0,05$), проростання насіння *V. parvus* має сортову приуроченість. Для встановлення статистично значущої різниці між середніми значеннями схожості насіння різних сортів використали однофакторний дисперсійний аналіз. Встановлено статистично значущі різниці між середніми значеннями відсотку проростання насіння різних сортів, F-value: 6,0007999 p-value: 0,000959 < 0,05.

Проростки, обраних для дослідження сортів порівнювали між собою за біометричними показниками. Найбільші значення довжини стебла відмічено для сорту Галицький. Оцінка достовірності різниці між варіантами за критерієм Стьюдента підтвердила наявність вірогідної різниці за чотирма з п'яти параметрів. До того ж, проростки сорту Галицький відзначились переважанням параметрів надземної частини, проростки сорту Дембо характеризувалися довшими корінцями. Найбільші значення сирової і сухої біомаси проростків виявлені для сорту Галицький, що зазначені у табл. 1.

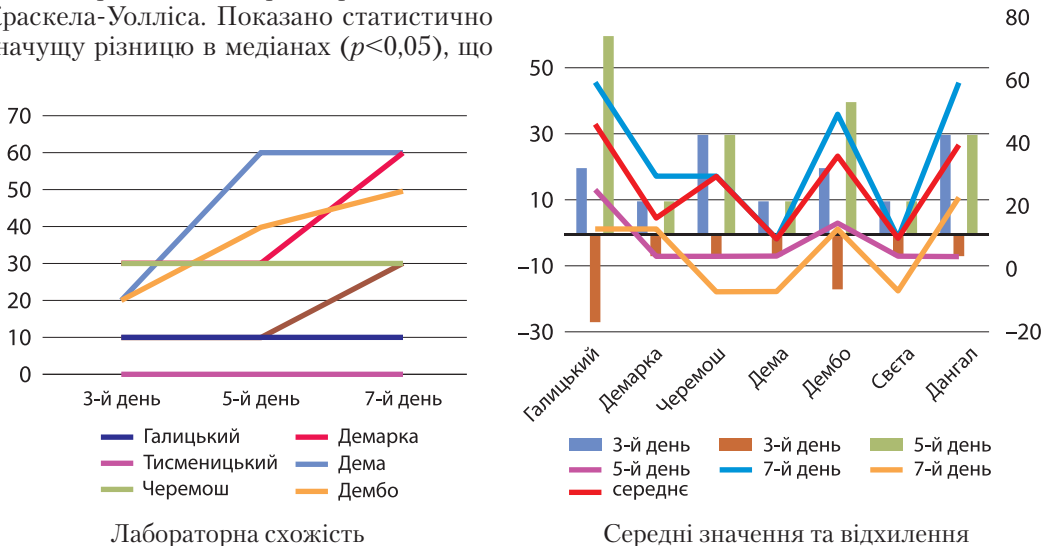


Рис. 1. Проростання насіння *V. parvus* у мікрокосмах (n=30)

Таблиця 1. Отримані рівняння регресії для сорту Галицький

Показник	Залежність	Коефіцієнт детермінації
Довжина стебла	$y = -0,3179x + 9,0571$	$R^2 = 0,2097$
Довжина головного кореня	$y = 0,5607x + 1,9857$	$R^2 = 0,6504$
Площа листової пластинки	$y = -0,1464x + 2,2286$	$R^2 = 0,0636$
Сира біомаса проростків	$y = -0,0464x + 0,5$	$R^2 = 0,3201$
Суша біомаса проростків	$y = -0,0018x + 0,0257$	$R^2 = 0,3125$

Для парної порівняльної оцінки сирової та сухої біомаси проростків застосували t-тест для залежних вибірок, показано, що різниця є статистично значущою ($p < 0,05$). Для порівняння біометричних параметрів *V. napus* L., використали ANOVA. Виявлено статистично значущі різниці між сортами за довжиною проростків ($F=9,03$, $p < 0,001$), площею листової пластинки ($F=13,89$, $p < 0,001$), масою стебла ($F=8,63$, $p < 0,001$) та кореня ($F=12,74$, $p < 0,001$). За допомогою пост-хост тесту Tukey HSD, встановлено, що різниця між сортами є статистично значущою, за винятком довжини проростків сортів Демарка та Дангал. Отже, сорти *V. napus* L. відрізняються за біометричними показниками проростків та відсотком проростання. Результати аналізу дисперсії показали статистично значущо різницю середніх значень довжини проростків різних сортів. Довжина проростків сортів Черемош та Галицький, статистично більші, ніж у інших сортів ($p < 0,05$), сорт Демарка має найменшу довжину проростків. Результати аналізу дисперсії показали статистично значущу різницю ($p < 0,05$) середніх значень площі листової пластинки та середніх значень маси проростків різних сортів. Сорт Галицький має найбільші довжини проростків та відносно велику масу, Демарка – найменшу довжину проростків, Дангал – найбільшу масу проростків. Ці висновки засновані на даних, отриманих у рамках конкретного експерименту, для підтвердження результату та їх застосування до практичних ситуацій необхідні додаткові дослідження.

Для ефективного захисту ріпаку від ураження шкідниками, з метою поперед-

ження фітопатологій необхідно проводити комплексні заходи (обробка фунгіцидами, інсектицидами, регуляторами росту). Такі заходи також стимулюють процеси росту культури. Так, обов'язково має проводитися своєчасне і ретельне знищення бур'янів на полях, а також на узбіччях полів і доріг, оскільки на засмічених посівах значно зростає чисельність хрестоцвітних блішок, різних видів попелиць, ріпакового пильщика, лучного метелика, ріпакового квіткоїда та інших фітофагів. Бо понад півсотні різних видів шкідників можуть викликати загибель посівів або знизити продуктивність рослин, тим самим значно знизити врожай ріпаку.

Порівняльний аналіз стійкості *Zea mays* L. та *Brassica napus* L. до забруднення ґрунтів. Вивчали вплив забруднення ґрунтів свинцем на посівну якість насіння модельних рослин. Показано достовірний гальмівний вплив на схожість насіння *Z. mays* L. солі свинцю в концентрації 0,4 мг/л (рис. 2). На графіку простежується зв'язок між концентрацією $Pb(CH_3COO) \cdot 2H_2O$ та схожістю насіння. Для обох видів спостерігається зменшення показника зі збільшенням концентрації солі. Для обчислення коефіцієнта кореляції та детермінації використали графік розсіювання і визначили, що існує лінійна залежність між залежною (схожість насіння) та незалежною (концентрація) змінними. $r \approx -0,78$. Коефіцієнт кореляції Пірсона набуває від'ємного значення, це означає, що зі збільшенням концентрації ацетату свинцю, схожість насіння зменшується.

Передпосівна обробка фунгіцидом насіння модельних рослин у концентрації

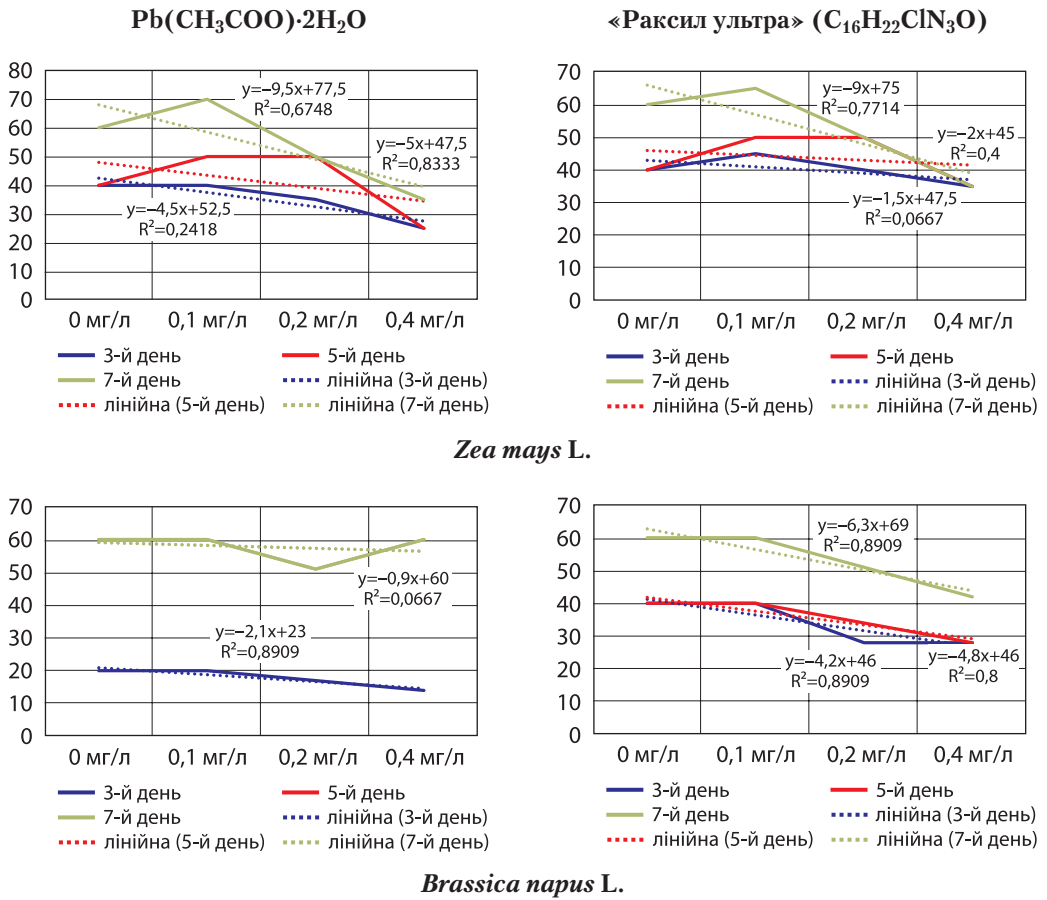


Рис. 2. Динаміка схожості насіння модельних видів на градієнті концентрації ацетату свинцю та фунгіциду в мікрокосмних моделях ($n=30$)

0,4 мг/л достовірно інгібувала схожість насіння *Z. mays* L. (див. рис. 2). Достовірне зменшення досліджуваного показника для *B. napus* L. відмічено впродовж усього експерименту.

Лінійний регресійний аналіз залежності лабораторної схожості насіння від концентрації $Pb(CH_3COO) \cdot 2H_2O$ дав змогу виділити рівняння:

$$Y = -0,34X + 48,13,$$

де Y – середнє значення схожості рослин; X – концентрація $Pb(CH_3COO) \cdot 2H_2O$.

Статистичний аналіз показав, що середні значення схожості насіння відрізнялися залежно від концентрації

$Pb(CH_3COO) \cdot 2H_2O$ та часу експерименту. За допомогою дисперсійного аналізу показано наявність статистично значущої різниці між середніми значеннями для обох видів рослин. Регресійний аналіз показав, що існує значимий зв'язок між концентрацією $Pb(CH_3COO) \cdot 2H_2O$ та схожістю насіння. Регресійна модель має вигляд:

$$\text{для } Zea mays \text{ L.: } Y = -0,58X + 52,4,$$

$$\text{для } Brassica napus \text{ L.: } Y = -0,54X + 55,5.$$

Коефіцієнт детермінації для обох рослин $>0,8$, що свідчить про те, що модель є достатньо адекватною. Показано, що концентрація $Pb(CH_3COO) \cdot 2H_2O$ впливає на проростання насіння обох модельних

рослин, при цьому існує значимий зв'язок між цими двома чинниками. Це може мати практичне значення для землеробства та охорони навколишнього середовища.

Морфологічні показники проростків *Z. mays* L. та *B. napus* L. за умов забруднення модельної екосистеми. Вивчали вплив солі свинцю на морфологічні показники проростків модельних видів рослин через місяць від моменту висіву насіння в мікрокосмах. Встановлено, що ацетат свинцю достовірно зменшує сирину проростків, та суху масу надземної частини *Z. mays* L. (рис. 3). За впливу концентрації 0,1 мг/л відмічений стимулювальний вплив на формування сирової маси підземної частини та на суху масу проростків.

Вплив солі свинцю на сирину проростків *B. napus* L. виявився менш вираже-

ним, ніж у *Z. mays* L. Найбільша з досліджених концентрацій (0,4 мг/л) негативно впливала на суху масу підземної частини проростків, не чинила дію на сирину масу, а також на суху масу надземної частини (див. рис. 3). За концентрації солі свинцю 0,1 мг/л відмічено збільшення сухої біомаси підземної частини проростків, на тлі практично незмінної сирової біомаси та сухої маси надземної частини. Отже, на солі свинцю реагує суха маса підземної частини проростків ріпаку. *F*-статистика для концентрації $Pb(CH_3COO) \cdot 2H_2O$ дорівнює 22,7, для надземної частини біомаси: $F=78,4$, що є статистично значущим при рівні значущості $\alpha=0,05$ ($F_{крит.}=3,14$). Отже, ми можемо стверджувати, що концентрація $Pb(CH_3COO) \cdot 2H_2O$ має статистично значущий вплив на формування підземної та

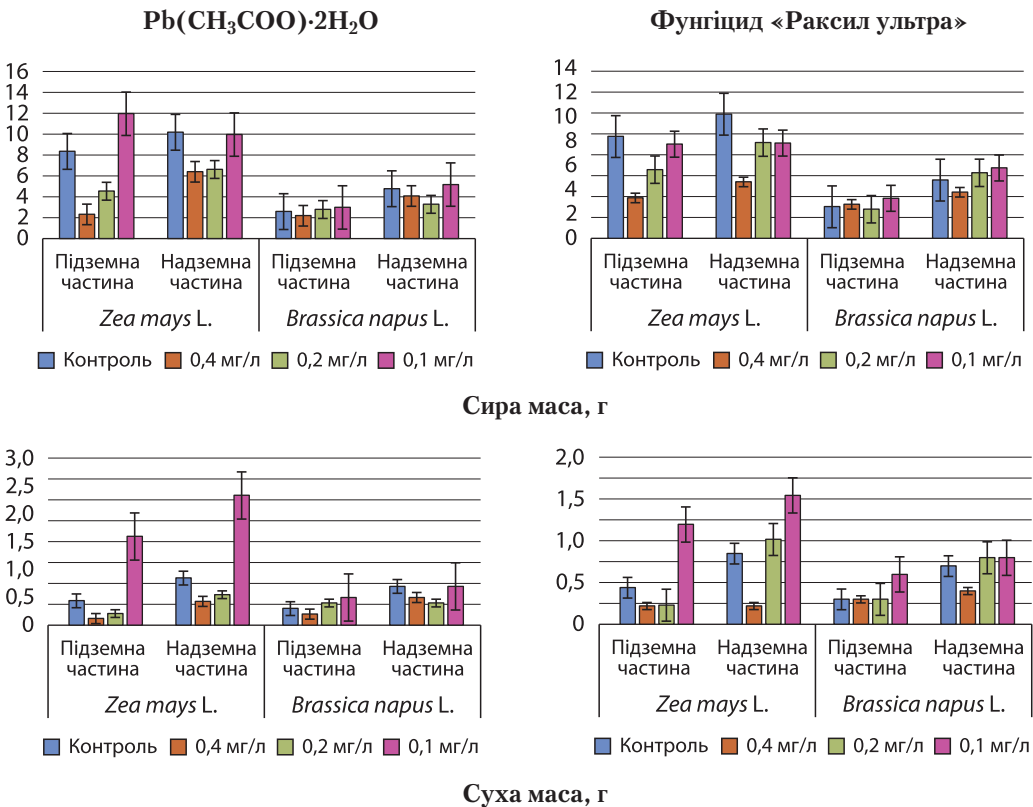


Рис. 3. Біомаса проростків модельних видів на градієнті антропогенних чинників в мікрокосмних моделях

Таблиця 2. Кореляційна матриця коефіцієнта кореляції Пірсона

	<i>Z. mays</i> L.			<i>B. napus</i> L.		
	Контроль	0,4 мг/л	0,2 мг/л	Контроль	0,4 мг/л	0,2 мг/л
0,4 мг/л	-0,94*			-0,847		
0,2 мг/л	-0,66	0,99*		-0,235	0,220	
0,1 мг/л	-0,88*	0,94*	0,93*	-0,606	0,474	0,240

надземної частини біомаси *Z. mays* L. Для встановлення кореляційних залежностей використали коефіцієнт кореляції Пірсона. Результати обчислень наведені у *табл. 2*.

За результатами однофакторного дисперсійного аналізу впливу ацетату свинцю на біомасу проростків *B. napus* L., отримано такі значення:

F-статистика: [4,0011881; 1,64740551; 20,64863349; 0,14261162];

p-значення: [0,01857305; 0,22981064; 0,00228635; 0,93396438].

Значення $F > 1$, а $p < 0,05$ для трьох із чотирьох випадків, це свідчить про наявність статистично значущої різниці між середніми значеннями у різних групах. Концентрація $Pb(CH_3COO) \cdot 2H_2O$ має статистично значущий вплив на біомасу проростків. З *табл. 2* видно, що існує від'ємна кореляція між концентрацією солі свинцю та біомасою проростків, що підтверджує наші попередні висновки. Найбільш вираженою є кореляція між контрольною групою та групою з концентрацією 0,4 мг/л.

Отже, збільшення концентрації знижує біомасу проростків обох модельних культур. Це підтверджує результати регресійного аналізу та ANOVA, де значення коефіцієнтів та значення *F*-статистики свідчать про статистично значимий вплив концентрації на біомасу проростків. Для прогнозування сухої маси рослин залежно від концентрації використали множинну лінійну регресію:

- рівняння регресії: $Y = -0,12X + 1,22$;
- коефіцієнт кореляції: $r = -0,77$;
- коефіцієнт детермінації $r^2 = 0,59$.

Отже, у результаті дослідження впливу різних концентрацій $Pb(CH_3COO) \cdot 2H_2O$ на біомасу проростків отримано такі ре-

зультати: зі збільшенням концентрації солі виявлено зменшення сирої та сухої маси проростків; результати кореляційного аналізу показали значну негативну кореляцію між концентрацією солі та біомасою проростків, що демонструє токсичний вплив на ріст рослин; регресійний аналіз підтверджує наявність зв'язку між концентрацією солі та біомасою проростків, де коефіцієнт детермінації сягає 0,90, що свідчить про високу залежність росту проростків від концентрації солі; результати дослідження підтверджують важливість контролю за забрудненням ґрунту токсичними речовинами. Вплив $Pb(CH_3COO) \cdot 2H_2O$ на біомасу проростків є негативним. Це підтверджується від'ємним коефіцієнтом регресії, (-0,0656 для *Z. mays* L.), $R^2=0,927$, що свідчить про високу точність моделі.

Отримана регресійна модель дає змогу прогнозувати біомасу модельних видів за будь-якої концентрації солі (*X*).

	<i>Z. mays</i> L.	<i>B. napus</i> L.
<i>Сира маса</i>		
Підземна частина	$Y=6,51-2,09 \cdot X$	$Y=-0,1483 \cdot X + 3,1213$
Надземна частина	$Y=7,58-1,36 \cdot X$	$Y=-0,0746 \cdot X + 4,923$
<i>Суха маса</i>		
Надземна частина	$Y=0,1351-0,0656 \cdot X$	$Y=0,7984-1,0224 \cdot X$

Аналіз морфологічних показників модельних видів за впливу фунгіциду «Раксил ультра» показав достовірне зменшення сирої та сухої біомас проростків *Z. mays* L. за концентрацій фунгіциду 0,4 мг/л (*рис. 4*). У концентрації 0,2 мг/л

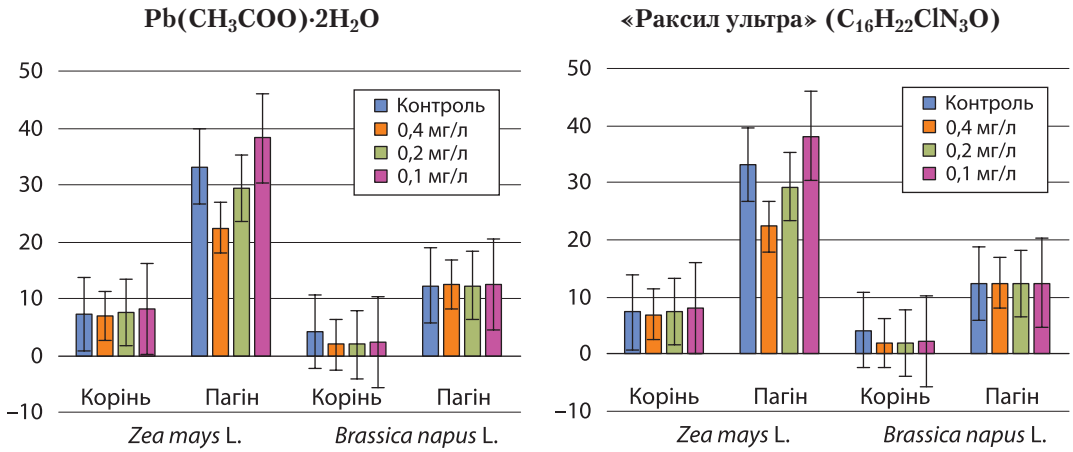


Рис. 4. Біометричні параметри біоенергетичних культур

фунгіцид інгібує сиру масу коренів проростків. Відмічено збільшення сухої маси надземної частини проростків за концентрації 0,1 мг/л. Достовірної зміни у показниках біомаси *B. napus* L. не виявлено.

Аналіз біометричних параметрів проростків модельних видів, показав інгібування росту стебла *Z. mays* L. за концентрації 0,2 мг/л (див. рис. 4) та гальмування росту кореня проростків *B. napus* L. на тлі відсутності достовірного впливу на довжину стебла. Фунгіцид «Раксил ультра» (тебуконазол – C₁₆H₂₂ClN₃O) у концентрації 0,4 мг/л достовірно пригнічував ріст стебла проростків *Z. mays* L. в довжину, але не

впливав на ріст коренів (див. рис. 4). У всіх концентраціях фунгіцид гальмував ріст головного кореня проростків *B. napus* L.

Одним із показників, який останнім часом застосовується для оцінки впливу стресових чинників на біологічні системи є концентрація кисню в біогеохімічних ланцюгах. Тому дослідили як впливає навантаження свинцем на вміст розчиненого кисню у підземних водах мікрокосмних систем (рис. 5).

Результати досліджень засвідчують, що солі свинцю достовірно зменшують вміст кисню у воді мікрокосмів під *Z. mays* L., достовірного впливу в мікрокосмах з

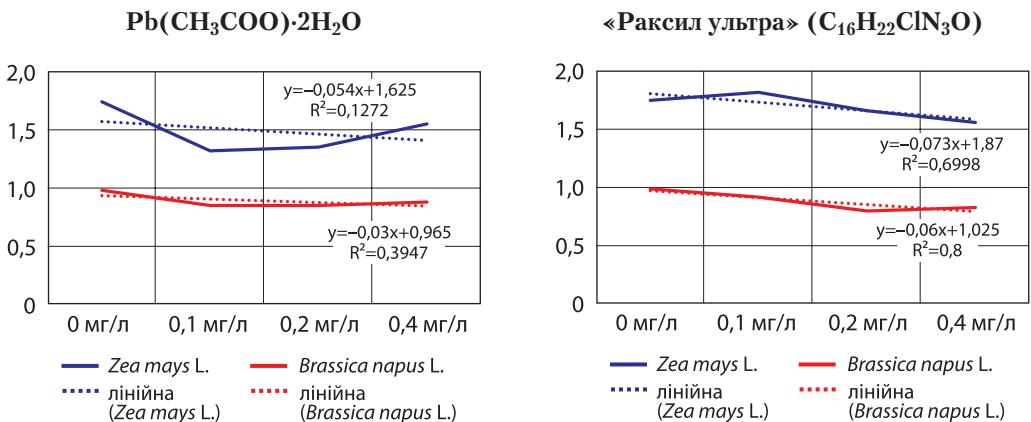


Рис. 5. Вміст розчиненого кисню

V. parvus L. виявлено не було. Фунгіцид «Раксил ультра» у жодній із досліджених концентрацій не впливає на концентрацію кисню в підземних водах мікрокосмів з *Z. mays* L., проте знижує його концентрацію у мікрокосмах з *V. parvus* L.

Найкращі попередники для ріпаку — багаторічні бобові трави, хороші — рання картопля, горох та однорічні трави. Попередник потрібно підбирати такий, щоб він рано звільняв поле для проведення якісного обробітку ґрунту під ріпак. Капуста, редька, гірчиця — попередники, які призводять до збільшення кількості шкідників у посівах культури. Фахівці не рекомендують вирощувати ріпак на одному полі частіше, ніж раз на 4–5 років. Незадовільними попередниками є овес та пшениця яра, буряк цукровий (виникає небезпека поширення нематоди у посівах). Сам ріпак буде добрим попередником для пшениці озимої, літніх посівів багаторічних трав (люцерни) та післяжнивних посівів гречки.

ВИСНОВКИ

На основі застосування методу мікрокосмних моделей доведено стійкість *V. parvus* L. до ацетату свинцю та чутливість до фунгіциду «Раксил ультра». Для захисту ріпаку від шкідників використовуються системні препарати з діючими речовинами диметоат, гамма-цигалотрин,

альфа-циперметрин, тіаметоксам, флудиоксаніл, металаксил, імідаклопрід тощо. Інсектицид використовується для протруювання насіння перед посівом (у комплексі з фунгіцидом), а також для обробки посівів під час досягнення економічного порогу шкідливості. Показано, що насіння ріпаку необхідно обробляти нижчими концентраціями фунгіциду, ніж насіння *Z. mays* L.

Сорт *V. parvus* L. Галицький характеризується найбільшою лабораторною схожістю насіння та найкращими морфологічними параметрами проростків. Фунгіцид «Раксил ультра» не впливає на концентрацію розчиненого кисню в підземних водах мікрокосмів з кукурудзою, проте знижує його концентрацію у мікрокосмах з ріпаком.

Фунгіцид «Раксил ультра» у високій концентрації інгібує схожість насіння (на пізніх етапах проростання), ріст стебла, сиру та суху біомасу проростків кукурудзи, за низької концентрації виявлено збільшення сухої маси надземної частини. Лабораторна схожість насіння ріпаку інгібувалася на всіх етапах проростання. Жодна з досліджених концентрацій фунгіциду не впливає на сиру та суху біомасу проростків ріпаку, усі досліджені концентрації фунгіциду інгібують ріст кореня проростків ріпаку, а найбільша — ріст стебла.

ЛІТЕРАТУРА

- Поляшенко С.О. Фітоенергетичні культури. *Альтернативні джерела енергії, енергозбереження та екологічні аспекти в аграрному секторі*: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Харків, 25–26 трав. 2020 р.). Харків, 2020. С. 79–77. URL: <http://surl.li/nxkucq>.
- Гелетука Г. Енергетичні культури vs продукти харчування в Україні. *Економічна правда*. URL: <http://surl.li/nxlbly>.
- Geletukha G., Kucheruk P. and Matveev Y. Prospects for biomethane production in Ukraine. *UABIO Position paper*. 2022. № 29. 56 p. URL: <http://surl.li/nxlcu>.
- Geletukha G., Zheliezna T. and Tryboi O. Prospects for the growing and use of energy crops in Ukraine. *UABIO Position Paper*. 2014. № 10. 30 p. URL: www.uabio.org/activity/uabio-analytics.
- ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. Київ: Держстандарт України, 2003. 173 с. URL: <http://surl.li/heycs>.
- Морозова Т.В. Аспекти екологічного моніторингу: моногр. Київ: Будинок природи, 2020. 380 с.
- Баранкова Н. Ріпаківництво в Україні і регіоні та шляхи його розвитку. *Сіверянський літопис*. 2007. № 6. С. 171–174. URL: <http://surl.li/jwpni>.
- Бойчук М., Харчук І., Бутрин Г. та ін. Насінництво сортів озимого ріпаку. *Пропозиція*. 2001. № 4. С. 50.
- Кліпакова Ю.О., Капінос М.В. Фізіолого-біохімічні реакції в насінні та проростках озимої пшениці за дії регулятора росту АКМ і протруйника. *Агробіологія*. 2012. Вип. 9. С. 12–15. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agr_2012_9_4.
- Перелік пестицидів та агрохімікатів, дозволених до використання в Україні в 2023 році (станом на 03.03.2023). URL: <https://agrarii-razom.com.ua/preparations>.

11. Морозова Т.В., Ліхо О.А. Емісія CO₂ з ґрунтів під енергетичними культурами. *Вісник НУБГП*.

Сер.: Сільськогосподарські науки. 2022. Вип. 2 (98) С. 89–103.

REFERENCES

1. Poliashenko, S.O. (2020). Fitoenerhetychni kultury [Phytoenergy crops]. *Al'ternatyvni dzherela enerhiyi, enerhozberezhennya ta ekolohichni aspekty v ahramomu sektori: Materialy Vseukrayins'koyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi [Alternative sources of energy, energy saving and environmental aspects in the agricultural sector: Materials of the All-Ukrainian Scientific and Practical Conference]*. (pp. 79–77). Kharkiv. URL: <http://surl.li/nxkyq> [in Ukrainian].
2. Heletukha, H. (2022). Enerhetychni kultury vs produkty kharchuvannia v Ukraini [Energy crops vs food products in Ukraine]. *Ekonomichna pravda — Economic truth*. URL: <http://surl.li/nxlby> [in Ukrainian].
3. Geletukha, G., Kucheruk, P. & Matveev, Y. (2022). Prospects for biomethane production in Ukraine. *UABIO Position paper, 29*. URL: <http://surl.li/nxlcu> [in English].
4. Geletukha, G., Zheliezna, T. & Tryboi, O. (2014). Prospects for the growing and use of energy crops in Ukraine. *UABio Position Paper, 10*, 30. URL: www.uabio.org/activity/uabio-analytics [in English].
5. Nasinnia silskohospodarskykh kultur. Metody vyznachennia yakosti [Seeds of agricultural crops. Methods of determining quality]. (2003). *DSTU 4138–2002*. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy. URL: <http://surl.li/heysc> [in Ukrainian].
6. Morozova, T.V. (2020). *Aspekty ekolohichnoho monitorynhu: monografiya [Aspects of environmental monitoring: monograph]*. Kyiv: Budynok pryrody [in Ukrainian].
7. Barankova, N. (2007). Ripakivnytstvo v Ukraini i rehioni ta shliakhy yoho rozvytku [Rape farming in Ukraine and the region and ways of its development]. *Siverianskyi litopys — Severyan annals*, 6, 171–174. URL: <http://surl.li/jwpni> [in Ukrainian].
8. Boichuk, M., Kharchuk, I., Butryn, G. et. al. (2001). Nasinnytstvo sortiv ozymoho ripaku [Seed production of winter rape varieties]. *Propozytsiia — Offer*, 4, 50 [in Ukrainian].
9. Klipakova, Yu.O. & Kapinos, M.V. (2012). Fizioloho-biokhimichni reaktsii v nasinni ta prorostkakh ozymoi pshenytsi za dii rehuliatora rostu AKM i protruinyka [Physiological-biochemical reactions in seeds and seedlings of winter wheat under the action of AKM growth regulator and protoxin]. *Ahrobiolohiia — Agrobiology*, 9, 12–15. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agr_2012_9_4 [in Ukrainian].
10. Perelik pestytsydiv ta ahrokhimikativ, dozvolenykh do vykorystannia v Ukraini v 2023 rotsi [List of pesticides and agrochemicals approved for use in Ukraine in 2023]. (2023). URL: <https://agrarii-razom.com.ua/preparations> [in Ukrainian].
11. Morozova, T.V. & Likho, O.A. (2022). Emisiia CO₂ z ґрунтів під enerhetychnymy kulturamy [Emission of CO₂ from soils under energy crops]. *Visnyk NUVHP. Seriya: Silskohospodarski nauky — Bulletin National University of Water and Environmental Engineering. Series: Agricultural sciences*, 2 (98), 89–103 [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 08.09.2023

ДЕСТРУКЦІЯ РЕШТОК ТРАНСГЕННИХ РОСЛИН КАРТОПЛІ (*SOLANUM TUBEROSUM* L.) ЗА ВПЛИВУ ҐРУНТОВОГО МІКРОБІОМУ

Н.В. Карачинська, А.І. Парфенюк, А.М. Ліщук

Інститут агроєкології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)

e-mail: karachinskan051177@gmail.com; ORCID: 0000-0002-6571-8430

e-mail: verespar@ukr.net; ORCID: 0000-0003-0169-4262

e-mail: lishchuk.alla.n@gmail.com; ORCID: 0000-0002-8339-9365

Науковою спільнотою не одне десятиріччя розглядаються різні гіпотези стосовно можливого впливу ГМ-рослин на нецільові мікроорганізми ґрунту, виділяючи прямий та опосередкований вплив. Пряму дію зазвичай легше виявити, адже трансгенні білки, що характеризуються діапазоном елімінації проти певних видів комах, патогенних грибів і бактерій, можуть впливати на нецільові корисні симбіонти та мікробні угруповання ґрунту, які беруть участь у перетворенні органічних речовин. Опосередкований вплив важко оцінити, оскільки багато різних чинників можуть подіяти на склад кореневих ексудатів та метаболічну активність рослин. Зміни в метаболічних шляхах можуть впливати на склад ґрунтових ексудатів і на експресію генів у рослинних тканинах. Одночасно ці зміни можуть позначитись на розкладанні органічних речовин та протіканні мікробіологічних процесів у ґрунті. На основі експериментальних досліджень проведено оцінку швидкості деструкції рослинних решток і деградації ДНК у трансгенних рослинах картоплі в дерново-середньопідзолистому ґрунті картопляної сівозміни. За результатами досліджень встановлено істотну роль мікробіому дерново-середньопідзолистого ґрунту картопляної сівозміни у руйнуванні решток трансгенних рослин картоплі та деградації ДНК. Деструкція решток трансгенних рослин за впливу мікрофлори дерново-середньопідзолистого ґрунту картопляної сівозміни становила 30 діб із втратою сирової маси $87,14 \pm 1,11\%$. Деградація ДНК у зазначений термін сягає 88% (186 нг/мг) від початкової кількості тотальної ДНК, а деградація генів пртII та 35S — близько 90% від початкової їх кількості у продуктах полімеразно-ланцюгової реакції. Виявлено, що близько 90% генів пртII та 35S у ДНК залишків трансгенних рослин картоплі під впливом мікробіому дерново-середньопідзолистого ґрунту відбувається на 30-ту добу.

Ключові слова: генетично модифіковані рослини, целюлозоруйнівна активність ґрунту, дерново-середньопідзолистий ґрунт, ген пртII, ген 35S, деградація ДНК, ґрунтова мікробіота.

ВСТУП

Генетично модифіковані рослини, або ГМ-культури, входять до ланцюгів живлення людини і сільськогосподарських тварин у багатьох країнах світу. За даними Міжнародної служби надбання агробіотехнологічних застосувань (ISAAA), у світі у 2019 р. ГМ-культури вирощували на площі 190,4 млн га в 29 країнах із часткою 14% усієї світової ріллі [1]. Трансгенні рослини, присутні на аграрному ринку України, продовжують збільшувати свої посівні площі. Виявлено значну кількість ГМ рослин у зразках ріпаку, сої та кормів для

продуктивних і непродуктивних тварин. Зауважено тенденцію до зростання кількості трансгенних рослин у досліджуваних зразках ріпаку і сої. За даними Kuchnir G.V. та ін. (2022), серед відібраних зразків ріпаку були позитивними на ГМ у 2019 р. 6,5%, у 2020 р. — 7,4, а у 2021 р. — 14,3%. Щодо сої, у 2019 р. 6,7% зразків були позитивними на ГМ, у 2020 р. — 16,7, а у 2021 р. — 18,2% [2].

Використання таких рослин в аграрних технологіях дають економічні переваги для виробників сільськогосподарської сировини. Однак вирощування трансгенних рослин у відкритих екосистемах може

призводить до вивільнення генетичних конструкцій у навколишнє природне середовище, що може створювати ризики для біорізноманіття та екологічної безпеки.

Існують дані і про певний негативний вплив трансгенних рослин на біоту ґрунту [3]. Ґрунтова мікробіота відіграє важливу роль у процесах деструкції решток трансгенних рослин та їхньої ДНК. Мікроорганізми, такі як бактерії та гриби, є ключовими учасниками циклу речовин у природному середовищі і вони активно беруть участь у розкладанні органічних матеріалів, включаючи рештки рослин. Це означає, що мікроорганізми можуть сприяти деградації ДНК та генетичних конструкцій, які можуть потрапити в ґрунт із рештками трансгенних рослин. Однак існує потреба у дослідженні цих процесів для повного розуміння і їхнього потенційного впливу на екосистеми. Тому під час розробки та використання генетично модифікованих рослин дуже важливо проводити дослідження їхнього впливу на агроценози та ґрунтову мікробну спільноту з метою гарантування безпеки та збереження екологічної рівноваги.

Метою наших досліджень була оцінка рівнів можливої деградації ДНК у рештках трансгенних рослин картоплі (*Solanum tuberosum* L.) за впливу целюлозоруйнівної мікрофлори дерново-середньопідзолистого ґрунту картопляної сівозміни в умовах Полісся України.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Генетично модифіковані рослини не виникли в результаті еволюційних процесів і не є частиною існуючого біорізноманіття. Їхнє впровадження в середовище, а також масове вирощування та використання продуктів, отриманих на їх основі, можуть становити істотну загрозу для людей та довкілля [4]. Мікроорганізми є домінуючими у ґрунті, складаючи понад 80% загальної біомаси (без урахування коренів) і значною мірою визначають функціонування наземних екосистем. Науковою спільнотою не одне десятиріччя розглядаються

різні гіпотези щодо можливого впливу ГМ-культур (ГМ-рослин) на нецільові мікроорганізми ґрунту, виділяючи прямий та опосередкований вплив [5].

За даними групи авторів [6], у ґрунті може відбуватися обмін генетичним матеріалом між *A. tumefaciens* і *P. fluorescens*, що дає змогу припустити можливість горизонтального переносу генів, який проходить у природних умовах *in vivo* за використання механізмів природної трансформації. За вивчення особливостей вирощування трансгенних за хлоропластними генами (транспластомних) рослин тютюну, було виявлено захоплення фрагментів генетичних конструкцій бактеріальними культурами *R. solanacearum* і *Acinetobacter* sp. BD413 [7].

Однією з умов природної трансформації ґрунтової біоти є присутність у ґрунті нативної рекомбінантної ДНК. Від її стабільності залежить здатність до обміну генетичним матеріалом між генетично модифікованими рослинами і ґрунтовими мікроорганізмами. Така ДНК, як джерело для трансформації, може надходити з відмерлих клітин або виділятися трансгенними рослинами в навколишнє природне середовище у вигляді ексудатів. Рештки трансгенних рослин, потрапляючи в ґрунт, також підлягають процесам деструкції. За даними низки авторів [8], ДНК у рослинних рештках швидко деградує.

Однак важливо зауважити, що вплив ГМ-культур на мікроорганізми ґрунту є складним і може залежати від конкретних видів ГМ-рослин, генетичних модифікацій, області вирощування, типу ґрунту і багатьох інших чинників. Дослідження в цій області продовжуються для кращого розуміння можливих впливів та визначення заходів для забезпечення екологічної безпеки за вирощування ГМ-культур.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктом досліджень були рештки трансгенних рослин картоплі сорту Радич, отримані нами в результаті трансформації *A. tumefaciens p35SGUSint* [9]. Зразки

дерново-середньопідзолистого ґрунту відбирали у картопляній сівозміні по попереднику пшениця озима на дослідному полі Інституту картоплярства НААН. Для визначення целюлозоруйнівної активності ґрунту використовували метод Крістенсена [10] за показниками зменшення маси субстрату целюлози фільтрувальних дисків.

З метою визначення деструкції решток трансгенних рослин картоплі і деградації їх ДНК за впливу мікрофлори ґрунту, метод Крістенсена модифікували. Для цього целюлозу фільтрувальних дисків замінювали субстратом із рослинних решток. Інтенсивність деструкції рослинних решток визначали за втратою загальної вегетативної маси рослин картоплі в динаміці. Рівень деградації ДНК із рослинних решток встановлювали шляхом її екстракції та наступного аналізу на спектрофотометрі. Деградацію генів *nptII* і *35S* у ДНК рослинних решток визначали за використання полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР) та спектрофотометрії. Деструкцію целюлози дисків фільтрувального паперу і решток трансгенних рослин картоплі та деградацію ДНК спостерігали у динаміці через 1, 3, 7, 10, 21, 30 діб.

Виділення ДНК із решток трансгенних рослин картоплі здійснювали, використовуючи набори реактивів для екстракції ДНК (Genomic DNA Purification Kit, Ферментас, Латвія). Концентрацію ДНК і синтезованих продуктів ПЛР генів *nptII* та *35S* вимірювали на спектрофотометрі ND-1000 (NanoDrop Technologies, Inc., США).

Наявність послідовностей відповідних генів у ДНК із рослинних решток картоплі виявляли шляхом полімеразної ланцюгової реакції на послідовності генів *nptII* [11] і *35S* [12] з розмірами продуктів, відповідно, 700 п.н. (*nptII*) та 189 п.н. (*35S*).

Дослідження здійснювали у трикратному повторенні. У контролі використовували стерильний ґрунт.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За результатами досліджень доведено, що на 10-ту добу целюлозоруйнівна актив-

ність дерново-середньопідзолистого ґрунту становила близько 10% (табл.).

Целюлозоруйнівна активність дерново-середньопідзолистого ґрунту

Термін культивування, діб	Целюлозоруйнівна активність, % зменшення маси целюлози	
	контроль	дослід
10 доба	0	9,67±1,43
20 доба	0	14,33±1,43
30 доба	9,30±1,43	52,00±0,80

З часом активність зростала і вже на 20-ту добу вона перевищувала 14%. В той самий час у контрольному варіанті цей показник дорівнював нулю. Слід зазначити, що після 20 доби почали з'являтися ознаки целюлозоруйнівної активності стерильного ґрунту в контрольному варіанті і на 30-ту добу під її впливом деструкція целюлози фільтрувальних дисків сягала 9,3%. Водночас целюлозоруйнівна активність нестерильного ґрунту на 30-ту добу становила 52%, що майже на 42% перевищувало контроль (див. табл.).

Отже, можна зробити висновок, що дерново-середньопідзолистий ґрунт після пшениці озимої, як попередника картоплі, характеризується високою целюлозолітичною активністю. Отримані дані підтверджуються результатами досліджень проведених в Інституті агроєкології і природокористування НААН [13], за якими целюлозолітична активність дерново-середньопідзолистого сушіщеного ґрунту коливається в межах 21–40% і залежить від різних систем удобрення та еколого-кліматичних чинників. Вчені стверджують, що інтенсивність розкладу біополімеру целюлози залежить від рівнів використання мінеральних та органічних добрив і коливається для дерново-середньопідзолистого ґрунту в межах від 30% (без використання добрив) до 53% (з використанням органічно-мінеральної системи удобрення).

Отже, целюлозоруйнівна активність дерново-середньопідзолистого ґрунту за органічно-мінеральної системи удобрення в

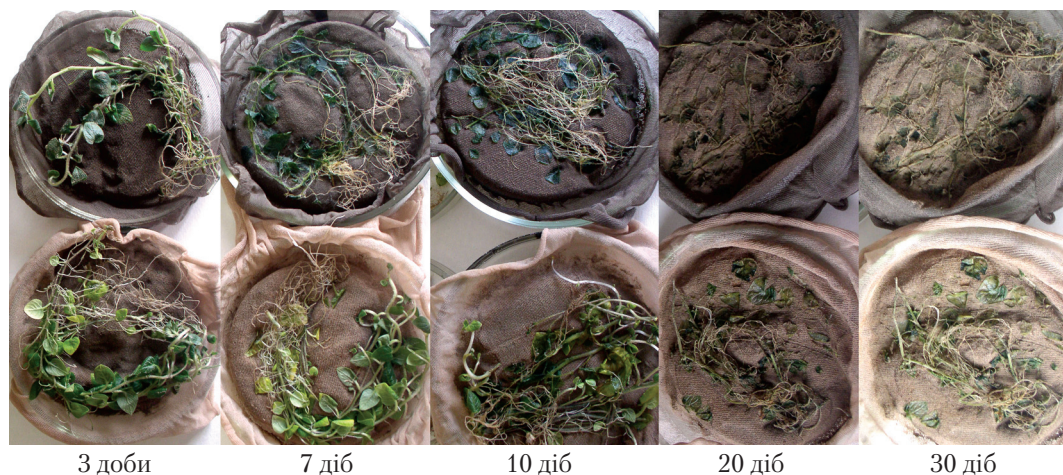


Рис. 1. Деструкція решток трансгенних рослин картоплі за впливу мікробіому дерново-середньопідзолистого ґрунту

Примітка: нижній ряд — контроль, верхній ряд — дослідний варіант.

картопляній сівозміні уже на 30-ту добу сягає 52%.

Відомо, що спеціалізовані види целюлозних бактерій, як аеробних, так і анаеробних, розвиваються там, де є целюлоза. Вміст целюлози в ґрунтах коливається від 0,5 до 5,0%. Слід зазначити, що єдиний показник кількості целюлози в ґрунті не може бути вирішальним, оскільки треба брати до уваги рослинні рештки, які, крім целюлози, містять цілу низку інших хімічних сполук, у т. ч. і біологічно активних [14].

Деструкцію тканин решток трансгенних рослин картоплі під шаром дерново-середньопідзолистого ґрунту спостерігали на 7-му добу у вигляді потемніння і втрати тургору тканин, а в контрольних зразках — на 10-ту добу (рис. 1).

З часом деструкція решток трансгенних рослин різко зростала і вже на 10-ту добу вона перевищувала контроль на $23,9 \pm 2,35\%$ (рис. 2). Слід зазначити, що на 20-ту добу втрата маси решток трансгенних рослин у контрольному варіанті становила $75,7 \pm 2,72\%$. Водночас у досліді вона сягала $85,3 \pm 2,44\%$ від початкової маси. На 30-ту добу втрата маси рослин як у контрольному, так і дослідному варіантах майже зрівнялась і становили $80,2 \pm 1,71\%$ та $87,1 \pm 1,11\%$ відповідно.

Рештки трансгенних рослин під шаром дерново-середньопідзолистого ґрунту починають розкладатися на 7-му добу. Різка втрата маси рослинних решток на 10-ту добу (у контролі і в досліді) свідчить про дію екзогенних чинників (вологості, рівнів аерації, температури ґрунту) й ендогенних чинників (ферментів та інших біологічно активних речовин), які зумовили деструкцію клітинних стінок і втрату води клітинами. На 20- і 30-ту добу спостерігали деструкцію тканин, як у контролі, так і в досліді, що свідчить про продовження процесу відмирання тканин і їхньої подальшої деструкції ґрунтовими мікроорганізмами.

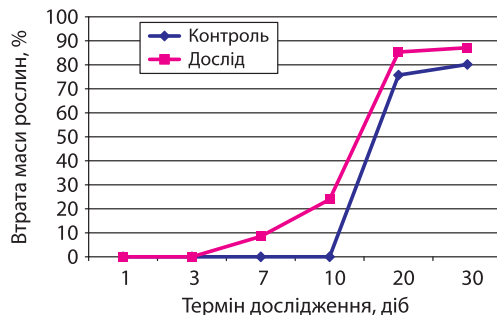


Рис. 2. Динаміка деструкції решток трансгенних рослин картоплі за впливу мікробіому дерново-середньопідзолистого ґрунту

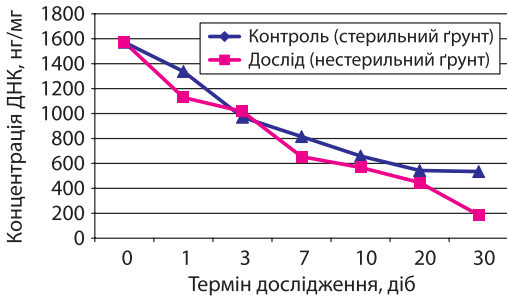


Рис. 3. Деградація ДНК решток трансгенних рослин за впливу мікробіому дерново-середньо підзолистого ґрунту

Отже, деструкція решток трансгенних рослин картоплі сорту Радич під шаром дерново-середньопідзолистого ґрунту органо-мінеральної системи удобрення картопляної сівозміни уже на 30-ту добу становила $87,14 \pm 1,11\%$.

Як свідчать дані літератури, рештки трансгенних рослин, потрапляючи в ґрунт, підлягають процесам деструкції. За деструкції рослинних решток, ДНК потрапляє під дію бактеріальних ферментів (целюлази, протеїнази, лігнінази), що беруть участь у руйнуванні багатьох полімерних молекул рослин, а також у результаті старіння рослин у їхніх тканинах підвищується нуклеазна активність, яка призводить до розкладання ДНК [15].

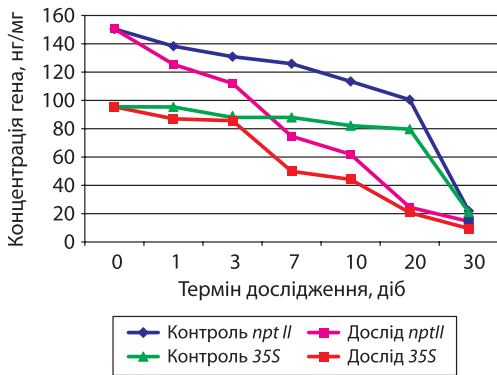


Рис. 4. Деградація генів *nptII*, *35S* на ДНК решток трансгенних рослин картоплі за впливу целюлозоруйнівних мікроорганізмів дерново-середньопідзолистого ґрунту

За результатами досліджень встановлено, що через 1 добу перебування решток трансгенних рослин картоплі під шаром дерново-середньопідзолистого ґрунту концентрація тотальної ДНК зменшується майже на 28% (1128 ng/mg). Через 10 діб культивування втрата ДНК становила уже 64% (569 ng/mg), а на 30-ту добу вона досягла рівня 88% (186 ng/mg) від початкової кількості тотальної ДНК (рис. 3).

За інкубації решток трансгенних рослин у контрольному варіанті через 1 добу культивування деградація ДНК становила 15% (1338 ng/mg), через 10 діб – 58% (659 ng/mg), а через 30 діб – 66% (535 ng/mg) від початкової кількості рослинної ДНК. Це свідчить про присутність деградації ДНК решток трансгенних рослин картоплі навіть у стерильному ґрунті (див. рис. 3), але тут зазначені процеси відбуваються повільніше.

Отже, за результатами проведених досліджень можна допустити, що на швидкість деградації ДНК, яка знаходиться в рослинних рештках, діють як ендогенні ферментативні системи рослини, так і екзогенні, тобто, ґрунтовий мікробіом та фізико-хімічні чинники ґрунту.

За цих обставин було виявлено деградацію генів *nptII* та *35S* уже через 1 добу перебування решток трансгенних рослин картоплі під шаром дерново-середньопідзолистого ґрунту (рис. 4). Деградація послідовностей *nptII* гена відбувалась швидше, ніж деградація *35S* гена. Ці процеси спостерігали у всіх варіантах. Водночас деградація цих генів у рештках трансгенних рослин за впливу мікрофлори ґрунту відбувалась уже на 7-му добу. В цей період *nptII* ген деградував на 50,4% (74,7 ng/mg), а *35S* ген на 47,7% (49,9 ng/mg). Слід зазначити, що у контрольному варіанті деградацію спостерігали лише через 21-шу добу. Водночас ген *nptII* деградував на 33,2% (100,5 ng/mg), а ген *35S* – на 16,5% (39,7 ng/mg). На 30-ту добу деградація трансгенів по варіантах сягала 90% (див. рис. 4).

Отримані результати свідчать про важливу роль ґрунтового мікробіому у процесі деградації трансгенів рослинних решток

картоплі. Концентрація тотальної ДНК і генів *nptII* та *35S* значно зменшуються уже на 20-ту добу. Через 30 діб перебування решток трансгенних рослин картоплі в дерново-середньопідзолистому ґрунті деградація генів сягає 90%.

ВИСНОВКИ

За результатами досліджень встановлено істотну роль мікробіому дерново-середньопідзолистого ґрунту картопляної сівозміни у руйнуванні решток трансгенних рослин картоплі та деградації ДНК. Дос-

лідження засвідчили, що целюлозолітична активність дерново-середньопідзолистого ґрунту картопляної сівозміни сягає $52,00 \pm 0,80$. Деструкція решток трансгенних рослин за впливу мікробіому дерново-середньопідзолистого ґрунту картопляної сівозміни відбувається за 30 діб із втратою сирової маси близько $87,14 \pm 1,11\%$. Деградація ДНК у зазначений період може сягати близько 88% (186 нг/мг) від початкової кількості тотальної ДНК, а деградація генів *nptII* та *35S* — близько 90% від початкової кількості у продуктах ПЛР.

ЛІТЕРАТУРА

1. Brief 55: Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2019. URL: <https://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/55/>.
2. Kuchnir G.V., Levitskyj T.R., Ryvak G.P. et al. The tendency of transgenic plants spread in 2019–2021. *Scientific and Technical Bulletin of State Scientific Research Control Institute of Veterinary Medical Products and Fodder Additives and Institute of Animal Biology*. 2022. Vol. 23(1). P. 71–75. DOI: <https://doi.org/10.36359/scivp.2022-23-1.10>.
3. Wei W. and Stewart Jr C.N. Biosafety and Ecological Assessment of Genetically Engineered and Edited Crops. *Plants*. 2023. Vol. 12(13). 2551. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants12132551>.
4. Bauer-Panskus A., Miyazaki J. and Kawall K. Risk assessment of genetically engineered plants that can persist and propagate in the environment. *Environ. Sci. Eur.* 2020. Vol. 32(1). P. 1–15. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12302-020-00301-0>.
5. Lebedev V., Lebedeva T., Tikhonova E. and Shestibratov K. Assessing impacts of transgenic plants on soil using functional indicators: twenty years of research and perspectives. *Plants*. 2022. Vol. 11(18). P. 2439. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants11182439>.
6. Arnold B.J., Huang I.T. and Hanage W.P. Horizontal gene transfer and adaptive evolution in bacteria. *Nature Reviews Microbiology*. 2022. Vol. 20 (4). P. 206–218. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41579-021-00650-4>.
7. Kay E., Vogel T.M., Bertolla F. et al. In situ transfer of antibiotic resistance genes from transgenic (transplastomic) tobacco plants to bacteria. *Applied and environmental microbiology*. 2002. Vol. 68 (7). P. 3345–3351. DOI: <https://doi.org/10.1128/AEM.68.7.3345-3351.2002>.
8. Barnes M.A. and Turner C.R. The ecology of environmental DNA and implications for conservation genetics. *Conservation genetics*. 2016. Vol. 17 (1). P. 1–17. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10592-015-0775-4>.
9. Vancanneyt G., Schmidt R., O'Connor-Sanchez A. et al. Construction of an intron-containing marker gene: Splicing of the intron in transgenic plants and its use in monitoring early events in Agrobacterium-mediated plant transformation. *Molec. Gen. Genet.* 1990. Vol. 220. P. 245–250. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00260489>.
10. Звягинцев Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. М.: Изд-во Моск. ун-та. 1991. 303 с.
11. Miguel C. Transgenic almond (*Prunus dulcis* Mill.) plant obtained by Agrobacterium-mediated transformation of leaf explants. *Plant cell Reports*. 1999. Vol. 18. P. 387–393. DOI: <https://doi.org/10.1007/s002990050591>.
12. Стороженко С.В. Анализ трансгенных растений с помощью полимеразной цепной реакции: пара универсальных праймеров для амплификации последовательности 35S промотора. *Биополимеры и клетка*. 1994. Т. 10. № 1. С. 72–75.
13. Дем'янюк О.С., Шерстобоева О.В. Потенційна целюлозолітична активність ґрунтів різних агро-еко систем України. *Агро-екологічний журнал*. 2005. № 5. С. 56–59.
14. Имшенецкий А.А. Микробиология целлюлозы. 1953. М.: Издательство академии наук СССР. 439 с.
15. Shahbaz M., Kuzyakov Y., Sanaullah M. et al. Microbial decomposition of soil organic matter is mediated by quality and quantity of crop residues: mechanisms and thresholds. *Biology and Fertility of Soils*. 2017. Vol. 53. P. 287–301. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00374-016-1174-9>.

REFERENCES

1. Brief 55: Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops. (2019). URL: <https://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/55/> [in English].
2. Kuchnir, G.V., Levitskyj, T.R., Ryvak, G.P. et al. (2022). The tendency of transgenic plants spread in 2019–2021. *Scientific and Technical Bulletin of State*

- Scientific Research Control Institute of Veterinary Medical Products and Fodder Additives and Institute of Animal Biology*, 23 (1), 71–75. DOI: <https://doi.org/10.36359/scivp.2022-23-1.10> [in English].
3. Wei, W. & Stewart Jr, C.N. (2023). Biosafety and Ecological Assessment of Genetically Engineered and Edited Crops. *Plants*, 12 (13), 2551. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants12132551> [in English].
 4. Bauer-Pankus, A., Miyazaki, J., Kawall, K. & Then, C. (2020). Risk assessment of genetically engineered plants that can persist and propagate in the environment. *Environmental Sciences Europe*, 32 (1), 1–15. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12302-020-00301-0> [in English].
 5. Lebedev, V., Lebedeva, T., Tikhonova, E. & Shestibratov, K. (2022). Assessing impacts of transgenic plants on soil using functional indicators: twenty years of research and perspectives. *Plants*, 11 (18), 2439. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants11182439> [in English].
 6. Arnold, B.J., Huang, I.T. & Hanage, W. P. (2022). Horizontal gene transfer and adaptive evolution in bacteria. *Nature Reviews Microbiology*, 20 (4), 206–218. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41579-021-00650-4> [in English].
 7. Kay, E., Vogel, T.M., Bertolla, F. et al. (2002). In situ transfer of antibiotic resistance genes from transgenic (transplastomic) tobacco plants to bacteria. *Applied and environmental microbiology*, 68 (7), 3345–3351. DOI: <https://doi.org/10.1128/AEM.68.7.3345-3351.2002> [in English].
 8. Barnes, M.A. & Turner, C.R. (2016). The ecology of environmental DNA and implications for conservation genetics. *Conservation genetics*, 17 (1), 1–17. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10592-015-0775-4> [in English].
 9. Vancanneyt, G., Schmidt, R., O'Connor-Sanchez, A., Willmitzer, L. & Rocha-Sosa, M. (1990). Construction of an intron-containing marker gene: splicing of the intron in transgenic plants and its use in monitoring early events in Agrobacterium-mediated plant transformation. *Molecular and General Genetics MGG*, 220, 245–250. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00260489> [in English].
 10. Zvyagintsev, D.G. (1991). *Metodyi pochvennoy mikrobiologii i biohimii [Methods of soil microbiology and biochemistry]*. Moscow [in Russian].
 11. Miguel, C.M. & Oliveira, M.M. (1999). Transgenic almond (*Prunus dulcis* Mill.) plants obtained by Agrobacterium-mediated transformation of leaf explants. *Plant Cell Reports*, 18, 387–393. DOI: <https://doi.org/10.1007/s002990050591> [in English].
 12. Storozhenko, S.V. (1994). Analiz transgenyynyh rasteniy s pomoschyu polimeraznoy tsepnoy reaktsii: para universalnyh praymerov dlya amplifikatsii posledovatelnosti 35S promotora [Analysis of transgenic plants using the polymerase chain reaction: a pair of universal primers for amplification of the 35S promoter sequence]. *Biopolimery i kletka — Biopolymers and the cell*, 10, 1, 72–75 [in Russian].
 13. Demyaniuk, O.S. & Sherstoboyeva, O.V. (2005). Potentsiina tseliulozolychna aktyvnist gruntiv riznykh ahroekosystem Ukrainy [Potential cellulolytic activity of soils of different agroecosystems of Ukraine]. *Ahroekologichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 5, 56–59 [in Ukrainian].
 14. Imshenetskiy, A.A. (1953). *Mikrobiologiya tsellyulozy [Microbiology of cellulose]*. Moscow [in Russian].
 15. Shahbaz, M., Kuzyakov, Y., Sanullah, M. et al. (2017). Microbial decomposition of soil organic matter is mediated by quality and quantity of crop residues: mechanisms and thresholds. *Biology and Fertility of Soils*, 53, 287–301. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00374-016-1174-9> [in English].

Стаття надійшла до редакції журналу 18.08.2023

БІОЛОГІЧНИЙ МЕТОД ЗАХИСТУ ЯБЛУНІ ПРОТИ ЗЕЛЕНОЇ (*APHIS POMI DEG.*) ТА СІРОЇ (*DYSAPHIS DEVESTA*) ЯБЛУНЕВИХ ПОПЕЛИЦЬ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

М.В. Гунчак¹, Ю.О. Зайцев², С.В. Шапран²

¹Чернівецька філія державної установи «Інститут охорони ґрунтів України
(м. Чернівці, Україна)

e-mail: chernivtsy_grunt@ukr.net; ORCID: 0000-0002-3521-8531

²Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України» (м. Київ, Україна)

e-mail: info@iogu.gov.ua; ORCID: 0000-0001-8368-8127

Встановлено, що досліджувані системи біологічного захисту яблуні в умовах Західно-го Лісостепу України показали високу ефективність проти зеленої та сірої яблуневих попелиць. Найвищу ефективність отримали за застосування системи захисту № 3 (Біоспектр БТ; Метаризин БТ + Боверин БТ; Бітоксибацілін БТ + Біоспектр БТ): ефективність проти зеленої яблуневі попелиці становила 76,4–85,3%, а проти сірої яблуневі попелиці — 65,2–79,0%. Біологічна система захисту яблуні № 1 (Актофіт БТ; Біоспектр БТ; Бітоксибацілін БТ) показала ефективність проти зеленої яблуневі попелиці 61,2–69,1%, а проти сірої яблуневі попелиці — 58,7–63,4%. За застосування біологічної системи захисту № 2 (Бітоксибацілін БТ; Актофіт БТ + Бітоксибацілін БТ; Боверин БТ) ефективність проти зеленої яблуневі попелиці становила 61,5–74,3%, а проти сірої яблуневі попелиці — 52,5–73,3%. Урожайність плодів яблуні за застосування біологічної системи захисту № 1 сягала 13,6 т/га, в т. ч. 6,1 т/га I-го сорту, 5,9 т/га II-го сорту та 1,9 т/га нестандартних плодів. Урожайність за застосування біологічної системи захисту № 2 становила 13,9 т/га, з них 6,8 т/га I-го сорту, 5,3 т/га II-го сорту та 1,8 т/га нестандартних плодів. Урожайність за використання біологічної системи захисту № 3 була на рівні 14,0 т/га, у т. ч. 7,1 т/га I-го сорту, 5,4 т/га II-го сорту та 1,5 т/га нестандартних плодів. Під час застосування біологічної системи № 1 отримали рентабельність 389,8% та дохід — 8754,0 грн/га. Від використання системи № 2 отримали умовно-чистий дохід у розмірі 10686,0 грн/га та рентабельність 322,5%. Застосування системи № 3 дало можливість одержати умовно-чистий дохід у розмірі 11692,0 грн/га, а рентабельність захисних заходів за її використання сягала 353,4%.

Ключові слова: яблуневі насадження, фітофаги, біологічні препарати, технічна ефективність, економічна ефективність.

ВСТУП

Плодові насадження є агроценозами, де з часом формується сталий комплекс шкідливих організмів, що завдають істотної шкоди культурам, знижуючи їх продуктивність і часто призводять до передчасної загибелі дерев. Захист плодів насаджень від комплексу шкідливих організмів є основою технології вирощування врожаю [1–3].

Відомо, що плодовим насадженням яблуні значних збитків завдають близько 180 видів шкідників, для яких характерні

велика різноманітність видового складу, різні способи життя й пошкодження, які вони завдають. У систематичному відношенні шкідники розподіляються так: кліщі — 6%; комахи — 91%, з яких рівнокрилі — 26%, напівтвердокрилі — 1, твердокрилі — 21, лускокрилі — 33, перетинчастокрилі — 7, двокрилі — 3; хребетні (гризуни, птахи) — 3% [4; 5].

До переліку шкідників яблуні також входить і досить значна кількість підряду попелиць (*Aphidinae*), які найбільше її пошкоджують [6]. Однак найпоширенішими в садових агроценозах Західного Лісостепу

України є зелена яблунева попелиця (*Aphis pomi* Deg.) та попелиця червоноголова або сіра яблунева попелиця (*Dysaphis devecta* Walk.).

Нині відомо багато біопрепаратів, які використовують проти шкідників яблуні, але ефективність їхньої дії різна. У зв'язку з тим, що чисельність попелиць постійно збільшується, метою роботи було вивчення ефективності систем біологічного захисту проти зеленої та сірої яблуневих попелиць.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Скорейко А.М. та ін. [7] вказують, що останнім часом для регулювання чисельності шкідників в агроценозах, поряд із хімічним, агротехнічним та механічними методами широко застосовується і біологічний, зокрема і використання біологічних препаратів.

Дослідниками доведено, що біологічні препарати, порівняно з хімічними мають нижчу ефективність, але вони екологічно безпечніші, тому їх застосування заслуговує уваги. На відміну від пестицидів, біологічні препарати характеризуються більш уповільненою дією, але й мають метатоксичний ефект і за певних умов можуть спричинити епізоотії у комах. Недоліком є також те, що ефективність біопрепаратів може знижуватись внаслідок несприятливих погодних умов: дощів, які здатні змивати препарат, низької температури, що послаблює активність живлення шкідників, а також ультрафіолетового випромінювання, яке частково інактивує бактерії [7; 8].

Як вказують Бровдій В.М. та ін. [9], нині пестициди біоцидної дії замінюються селективними препаратами, які є аналогами природних сполук. Широко застосовують природні біологічні агенти, які на відміну від пестицидів хімічного походження, будучи перенесеними в агроecosистему, не зумовлюють якісних та кількісних змін серед компонентів біоти, а змінюють лише чисельність одного виду.

В умовах інтенсифікації садівництва особливістю стратегії захисту яблуневих

садів має бути посилення екологічного підходу до розробки та реалізації захисних заходів із максимальним застосуванням біологічних засобів [10–11].

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Роботу виконано впродовж 2021–2022 рр. в Українській науково-дослідній станції карантину рослин ІЗР НААН (УкрНДСКР ІЗР) в лабораторії екологізації землеробства.

Дослідження проводили в плодovому саду УкрНДСКР ІЗР (Чернівецька обл.) за загальноприйнятими методиками на насадженнях яблуні 2014 р. садіння на сорту Айдаред на підщепі М-106 [12–13]. Схема садіння: 3×3 м. Система утримання ґрунту – під багаторічними травами.

Фітосанітарний моніторинг проводили візуально та за допомогою феромонних пасток [12].

Під час польових дослідів у кожному варіанті використовувалося по 10 облікових дерев (деревоповторність).

Ефективність дії інсектицидів визначали за офіційними методиками через дві доби та через 7 днів [12].

Ефективність дії біоінсектицидів ($E\phi$, %) розраховували за формулою:

$$E = 100 \cdot (1 - (B \cdot a / A \cdot e)), \quad (1)$$

де E – ефективність препарату у відсотках зниження чисельності шкідника; A – кількість живих особин на дослідній ділянці до обробки; B – кількість живих особин на дослідній ділянці після обробки; a – кількість живих особин у контролі до обробки; e – кількість живих особин у контролі після обробки.

Економічну ефективність застосування засобів захисту визначали за загальноприйнятими методиками [14].

Умовно-чистий дохід від застосування захисних заходів було розраховано за формулою [14]:

$$\text{ЧД} = \text{Вз} - \text{Ез}, \quad (2)$$

де ЧД – умовно-чистий дохід, грн/га; Вз – вартість збереженого врожаю, грн/га; Ез – витрати, пов'язані з одержанням збереженого врожаю, грн/га.

Вартість витрат, що пов'язані з одержанням збереженого врожаю визначали як суму витрат на препарати, витрат на їх застосування та витрат на збирання, транспортування й зберігання додаткового врожаю [14]:

$$Eз = Bm + Bв + Bд, \quad (3)$$

де Bm — витрати на придбання біопрепаратів; $Bв$ — витрати на внесення біопрепаратів; $Bд$ — витрати на збирання, транспортування та зберігання додаткового врожаю.

Норму рентабельності захисних заходів визначали як процентне співвідношення умовно-чистого доходу до затрат, пов'язаних з одержанням збереженого врожаю [14]:

$$P = ЧД / Eз \cdot 100\%. \quad (4)$$

Поріг окупності (Π) визначали за формулою [14; 15]:

$$\Pi = Eз / Ц, \quad (5)$$

де Π — ціна врожаю, грн/т.

Статистичну обробку одержаних даних здійснювали за загальноприйнятими методиками з використанням комп'ютерної програми Microsoft Office Excel [16].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Результатами фітосанітарного моніторингу встановлено, що впродовж 2021–2022 рр. яблуневому агроценозу в умовах Західного Лісостепу України значної шкоди завдавали зелена та сіра яблуневі попелиці.

Перша система біологічного захисту проти попелиць включає три обприскування у фенофазі «рожевий бутон» біоінсектицидом Актофіт БТ (аверсектин С, 0,2%), к.е. у нормі 4,0 л/га; у фенофазі «формування плодів»: препаратом Біоспектр БТ (бактерії роду *Pseudomonas* із титром не нижче $5,0 \cdot 10^9$ КУО/см³), р. — 6,0 л/га; у фенофазі «ріст плодів» (плід розміром волоського горіха): препаратом Бітоксисабацилін БТ (життєздатні клітини *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* (серотип 1), титр не нижче $2,0 \cdot 10^9$ КУО/см³ і спорокристалічний комплекс із токсинами двох видів: β -екзотоксин і δ -ендотоксин), р. — 4,0 л/га. Початкова ефективність препарату

Актофіт БТ, к.е. у нормі 4,0 л/га проти зеленої яблуневі попелиці становила 26,4%, а ефективність біологічного препарату через 7 діб сягала 69,1%. Проти сірої яблуневі попелиці початкова ефективність біоінсектициду становила 29,3%, а ефективність через 7 діб — 58,7%. Початкова ефективність Біоспектра БТ, р. (6,0 л/га) проти зеленої яблуневі попелиці сягала 25,5%, а ефективність біологічного препарату через 7 діб становила 61,2%. Проти сірої яблуневі попелиці ефективність Біоспектра БТ, р. сягала 23,8% та 59,0%. Під час застосування біопрепарату Бітоксисабацилін БТ, р. (4,0 л/га) проти зеленої яблуневі попелиці отримали початкову ефективність 34,7% та ефективність через 7 діб 66,5%, а за використання проти сірої яблуневі попелиці отримали початкову ефективність 32,5% та ефективність через 7 діб 63,4% (табл. 1).

Наступна система захисту включала застосування у фенофазі «рожевий бутон» біопрепарату Бітоксисабацилін БТ, р. у нормі 5,0 л/га; у фенофазі «формування плодів»: суміш Актофіту БТ, к.е. — 2,0 л/га та Бітоксисабациліну БТ, р. — 3,0 л/га; у фенофазі «ріст плодів» (плід розміром волоського горіха): Боверин БТ (гриби роду *Beauveria*, титр життєздатних клітин не нижче $3,0 \cdot 10^9$ КУО/см³), р. — 20,0 л/га.

Початкова ефективність препарату Бітоксисабацилін БТ, р. у нормі 5,0 л/га проти зеленої яблуневі попелиці становила 21,9%, а ефективність біологічного препарату через 7 діб сягала 61,5%. Початкова ефективність біопрепарату проти сірої яблуневі попелиці становила 25,9%, а ефективність через 7 діб — 52,5%. Початкова ефективність суміші Актофіту БТ, к.е. (2,0 л/га) та Бітоксисабациліну БТ, р. (3,0 л/га) проти зеленої яблуневі попелиці була на рівні 33,8%, а ефективність суміші препаратів через 7 діб сягала 69,3%. Ефективність суміші за застосування проти сірої яблуневі попелиці становила 29,2% та 66,3%. За використання біоінсектициду Боверин БТ, р. (20,0 л/га) проти зеленої яблуневі попелиці отримали початкову ефективність 34,9% й ефективність через

Таблиця 1. Ефективність біопрепаратів проти зеленої та сірої яблуневих попелиць, 2021–2022 рр.

Варіант, норма внесення	Кратність обробки*	Чисельність з.я.п.**, кол./100 лист. (середнє по повторностях)		Ефективність проти з.я.п., %		Чисельність с.я.п.***, кол./100 лист. (середнє по повторностях)		Ефективність проти с.я.п., %		Урожайність, т/га	
		через 2 доби	через 7 дб	через 2 доби	через 7 дб	до обр.	через 2 доби	через 7 дб	через 2 доби		через 7 дб
Контроль (вода)	1	5,1	5,2	5,4	—	—	3,8	4,1	4,6	—	12,5
	2	14,7	14,9	15,1	—	—	13,9	14,5	16,7	—	
	3*	15,3	15,5	12,8	—	—	18,9	19,1	17,8	—	
	3	8,9	8,7	5,5	—	—	10,2	9,5	8,1	—	
<i>Хімічна система захисту</i>											
Каліпсо, к.с. (0,3 л/га)	1	5,3	2,4	0,7	55,6	87,5	3,9	1,6	0,6	62,0	87,3
Каліпсо, к.с. (0,3 л/га)	2	11,9	4,6	1,0	61,9	91,8	5,7	2,1	0,6	64,7	91,2
Каліпсо, к.с. (0,3 л/га)	3	6,1	3,1	0,3	60,8	94,0	2,2	0,6	0,1	70,7	94,3
<i>Біологічна система № 1</i>											
Актофіт БТ, к.е. (4,0 л/га)	1	5,2	3,9	1,7	26,4	69,1	3,8	2,9	1,9	29,3	58,7
Біоспектр БТ, р. (6,0 л/га)	2	14,3	10,8	5,7	25,5	61,2	7,3	5,8	3,6	23,8	59,0
Бітоксинацилін БТ, р. (4,0 л/га)	3	5,8	3,7	1,2	34,7	66,5	6,2	3,9	1,8	32,5	63,4
<i>Біологічна система № 2</i>											
Бітоксинацилін БТ, р. (5,0 л/га)	1	5,4	4,3	2,2	21,9	61,5	4,0	3,2	2,3	25,9	52,5
Актофіт БТ, к.е. (2,0 л/га) + Бітоксинацилін БТ, р. (3,0 л/га)	2	14,6	9,8	4,6	33,8	69,3	8,4	6,2	3,4	29,2	66,3
Боверин БТ, р. (20,0 л/га)	3	4,4	2,8	0,7	34,9	74,3	3,3	2,1	0,7	31,7	73,3
<i>Біологічна система № 3</i>											
Біоспектр БТ, р. (6,0 л/га)	1	5,2	3,7	1,3	30,2	76,4	3,8	2,8	1,6	31,7	65,2
Метаризин БТ, р. (3,0 л/га) + Боверин БТ, р. (10,0 л/га)	2	14,2	9,6	3,0	33,3	79,4	6,2	4,1	1,7	36,6	77,2
Бітоксинацилін БТ, р. (3,0 л/га) + Біоспектр БТ, р. (3,0 л/га)	3*	2,2	1,5	0,2	30,3	85,3	1,8	1,1	0,3	34,4	79,0
НІР ₀₅		1,42	3,15	2,35	—	—	1,35	2,05	1,55	—	0,2

Примітка: * обробки проводилися у такі фенофази: 1 – «рожевий бутон», 2 – «формування плодів», 3* – ріст плодів» (плід розміром ліщини), 3 – «ріст плодів» (плід розміром волоського горіха); з.я.п.** – зелена яблунева попелиця; с.я.п.*** – сіра яблунева попелиця.

7 діб 74,3%, а за застосування проти сірої яблуневої попелиці одержали початкову ефективність 31,7% та ефективність через 7 діб 73,3%.

Ще одна система захисту базувалась на таких обробках: у фенофазі «рожевий бутон»: Біоспектр БТ р. у нормі 6,0 л/га; у фенофазі «формування плодів»: суміш Метаризину БТ, р. (3,0 л/га) та Боверину БТ, р. (10,0 л/га); у фенофазі «ріст плодів» (плід розміром ліщини): суміш Бітоксикациліну БТ, р. (3,0 л/га) та Біоспектра БТ р. (3,0 л/га). Початкова ефективність препарату Біоспектр БТ р. у нормі 6,0 л/га проти зеленої яблуневої попелиці становила 30,2%, а ефективність біологічного препарату через 7 діб сягала 76,4%, а проти сірої яблуневої попелиці ефективність була на рівні 31,7% та 65,2%. Початкова ефективність суміші Метаризину БТ, р. (3,0 л/га) та Боверину БТ, р. (10,0 л/га) проти зеленої яблуневої попелиці сягала 33,3%, а ефективність суміші препаратів через 7 діб становила 79,4%. Проти сірої яблуневої попелиці початкова ефективність сягала 36,6%, а ефективність через 7 діб — 77,2%. Під час застосування суміші Бітоксикациліну БТ, р. (3,0 л/га) і Біоспектра БТ, р. (3,0 л/га) проти зеленої яблуневої попелиці отримали початкову ефективність 30,3% та ефективність через 7 діб 85,3%, а за застосування суміші препаратів проти сірої яблуневої попелиці одержали ефективність 34,4% і 79,0%.

Як еталон використовувався інсектицид Каліпсо 480 SC (тіаклопрід), к.с. у нормі 0,3 л/га, який є низькотоксичним та діє на нервову систему комах, викликаючи їх параліч, а потім загибель. Препарат було вне-

сено у фенофазі: «рожевий бутон», «формування плодів» та «ріст плодів», коли плід мав розмір волоського горіха. Ефективність його дії проти зеленої яблуневої попелиці через 2 доби становила 55,6%, 61,9% та 60,8%. Ефективність дії препарату через 7 діб сягала 87,5%, 91,8% і 94,0%. Ефективність дії інсектициду Каліпсо, к.с. проти сірої яблуневої попелиці у фенофазі «рожевий бутон» через 2 доби становила 62,0%, а через 7 діб — 87,3%. Ефективність у фенофазі «формування плодів» сягала 64,7% та 91,2%, а ефективність під час «росту плодів» — 70,7% і 94,3%.

Урожайність плодів яблуні за застосування біологічної системи захисту № 1 становила 13,6 т/га, в т. ч. 6,1 т/га I-го сорту, 5,9 т/га II-го сорту й 1,9 т/га нестандартних плодів (табл. 2).

Урожайність за використання біологічної системи захисту № 2 становила 13,9 т/га, з них 6,8 т/га I-го сорту, 5,3 т/га II-го сорту та 1,8 т/га нестандартних плодів. Урожайність за застосування біологічної системи захисту № 3 була на рівні 14,0 т/га, в т. ч. 7,1 т/га I-го сорту, 5,4 т/га II-го сорту та 1,5 т/га нестандартних плодів. За використання хімічної системи захисту врожайність становила 14,2 т/га, з них 8,1 т/га I-го сорту, 4,8 т/га II-го сорту та 1,3 т/га нестандартних плодів.

Під час досліджень було проведено економічну оцінку біологічних систем захисту яблуні від зеленої та сірої яблуневих попелиць в умовах Західного Лісостепу України.

Економічний аналіз застосування даних систем на яблуні проводили згідно з такими показниками: вартість системи за-

Таблиця 2. Урожайність плодів яблуні за різних систем захисту від попелиць, 2021–2022 рр.

Показник	Хімічна система		Біологічна система № 1		Біологічна система № 2		Біологічна система № 3	
	т/га	%	т/га	%	т/га	%	т/га	%
Урожайність	14,2		13,6		13,9		14,0	
у т.ч. I сорт	8,1	57,0	6,1	44,9	6,8	48,9	7,1	50,7
II сорт	4,8	33,8	5,6	41,2	5,3	38,1	5,4	38,6
нестандарт	1,3	9,2	1,9	14,0	1,8	12,9	1,5	10,7

Таблиця 3. Економічна ефективність систем захисту яблуні від попелиць в умовах Західного Лісостепу України, 2021–2022 рр.

Назва показника	Контроль	Хімічна система	Біологічна система 1	Біологічна система 2	Біологічна система 3
Вартість системи, грн/га	—	2790,0	1452,0	2520,0	2514,0
Витрати, пов'яз. з її застос., грн/га	—	794,0	794,0	794,0	794,0
Урожайність, т/га	12,5	14,2	13,6	13,9	14,0
Ціна реалізації 1 т плодів, грн	8000,0	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0
Збережений врожай, т/га	—	1,7	1,1	1,4	1,5
Вартість збереженого врожаю, грн/га	—	17000,0	11000,0	14000,0	15000,0
Витрати, пов'язані з додатковим урожаєм, грн/га	—	1309,0	847,0	1078,0	1155,0
Умовно-чистий дохід, грн/га	—	13416,0	8754,0	10686,0	11692,0
Рентабельність, %	—	374,3	389,8	322,5	353,4
Поріг окупності, т/га	—	0,36	0,22	0,33	0,33

хисту, грн/га; витрати, пов'язані з її застосуванням, грн/га; врожайність, т/га; ціна реалізації 1 т плодів, грн; збережений урожай, т/га; вартість збереженого врожаю, грн/га; витрати, пов'язані з отриманням додаткового врожаю, грн/га; але основними показниками економічної ефективності застосування пестицидів є умовно-чистий дохід, грн/га та рентабельність, % (табл. 3).

Дослідження та розрахунки показали, що за використання всіх досліджуваних систем захисту яблуні проти зеленої та сірої яблуневих попелиць отримали високі показники умовно-чистого доходу від застосованих заходів, рентабельності захисних заходів та порогу окупності.

Найбільший дохід серед біологічних систем захисту отримали від використання системи № 3 (Біоспектр БТ, Метаризин БТ + Боверин БТ, Бітоксибацилін БТ + Біоспектр БТ) — 11 692,0 грн/га, рентабельність захисних заходів за її застосування становила 353,4%. Поріг окупності показав, що для покриття витрат на використання цієї системи необхідний приріст урожаю 0,33 т/га. За застосування біологічної системи №1 (Актофіт БТ, Біоспектр БТ, Бітоксибацилін БТ) одержали

найвищу рентабельність — 389,8%, дохід становив 8 754,0 грн/га. Поріг окупності застосування цієї системи — 0,22 т/га. Від використання системи № 2 (Бітоксибацилін БТ, Актофіт БТ + Бітоксибацилін БТ, Боверин БТ) отримали умовно-чистий дохід у розмірі 10 686,0 грн/га та рентабельність 322,5%. Поріг окупності застосування цієї системи — 0,33 т/га. Від використання хімічної системи захисту (трьохразове внесення Каліпсо 480 SC, к.с.) одержали дохід 13 416,0 грн/га, за рентабельності 374,3%, поріг окупності її застосування сягав 0,36 т/га.

ВИСНОВКИ

Встановлено, що досліджувані системи біологічного захисту показали ефективність дії проти зеленої яблуневої попелиці в межах 61,5–85,3%, проти сірої яблуневої попелиці була на рівні 52,5–79,0%. Зокрема найвищу ефективність отримали за застосування системи № 3: ефективність проти зеленої яблуневої попелиці становила 76,4–85,3%, а проти сірої яблуневої попелиці — 65,2–79,0%. Урожайність яблуневих насаджень під час дослідження біологічних систем захисту яблуні сягала 13,6–14,0 т/га. Дослідження та розрахун-

ки показали, що найбільш ефективною за рівнем рентабельності за роки проведення досліджень була біологічна система захисту № 1 (389,8%), а найбільший умовно-чистий дохід отримано від застосування біологічної системи захисту № 3 (11 692,0

грн/га). За застосування систем біологічного захисту від зеленої та сірої яблуневих попелиць одержали умовно-чистий дохід від 8 854 до 11 692 грн/га, за рентабельності 322,5–389,8%.

ЛІТЕРАТУРА

1. Борзих О.І., Черній А.М., Гродський В.А. та ін. Захист яблуні від шкідливих комах, кліщів та хвороб (Південний і Південно-Східний Степ): реком. Київ: Колобіг, 2014. 44 с.
2. Шевчук І.В., Гриник І.В., Каленич Ф.С. Агроекологічні системи інтегрованого захисту плодівих і ягідних культур від шкідників і хвороб: реком. Київ: ПП Санспарель, 2021. 188 с.
3. Лішук А.М., Парфенюк А.І., Городиська І.М. та ін. Основні важелі управління екологічними ризиками в агроценозах. *Агроекологічний журнал*. 2022. № 2. С. 74–85. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2022.263320>.
4. Борзих О.І., Бублик Л.І., Гунчак М.В. та ін. Екотоксикологічні параметри застосування біопестицидів, розробка та адаптація біологічних систем захисту яблуні від шкідників та хвороб до ґрунтово-кліматичних умов та фітосанітарного стану агроценозу. *Фітосанітарна безпека*. 2023. № 68. С. 3–26. DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2022.68.3-26>.
5. Бандура Л.П., Черних С.А., Яновський Ю.П. Захист інтенсивних яблуневих садів від комплексу фітофагів у степовій зоні України. *Agrology*. 2023. № 4. С. 103–107. DOI: <https://doi.org/10.32819/021013>.
6. Яновський Ю.П., Суханов С.В., Крикунов І.В., Фоменко О.О. Ефективність сучасних інсектицидів у захисті яблуневих насаджень від попелиці червоноголової. *Захист і карантин рослин*. 2020. Вип. 66. С. 222–230. DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2020.66.222-230>.
7. Гунчак М.В., Гаврилюк Л.Л., Скорейко А.М. Біологічний метод захисту яблуні від шкідливих організмів. Чернівці: ФОП Варвус В.В., 2018. 18 с.
8. Шерстобоева О.В., Крижанівський А.Б., Бунас А.А. Антагонізм *Bacillus thuringiensis* до фітопатогенних мікромішетів — збудників хвороб яблуні. *Агроекологічний журнал*. 2021. № 2. С. 71–77. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2021.234460>.
9. Бровдій В.М., Гулий В.В., Федоренко В.П. Біологічний захист рослин: навч. посіб. Київ: Світ, 2003. 352 с.
10. Борзих О.І., Бублик Л.І., Гаврилюк Л.Л. та ін. Екотоксикологічні параметри безпечного застосування та адаптації хімічних систем захисту яблуні від шкідливих організмів до ґрунтово-кліматичних умов Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України. *Захист і карантин рослин*. 2021. Вип. 67. С. 42–72. DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2021.67.42-72>.
11. Федоренко В.П., Мостов'як С.М., Мостов'як І.І. Екологічно безпечні методи контролю численності шкідників у сучасних агротехнологіях. *Агроекологічний журнал*. 2021. № 4. С. 64–74. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2021.252957>.
12. Методики випробування і застосування пестицидів / за ред. С.О. Трибеля. Київ: Світ, 2001. 448 с.
13. Чабанюк Я.В., Шерстобоева О.В., Ткач Є.Д. та ін. Визначення біологічної ефективності пестицидів і агрохімікатів: метод. вказівки. Київ, 2013. 36 с.
14. Методика економічної та енергетичної оцінки типів насаджень, сортів, інвестицій в основний капітал, інновацій та результатів технологічних досліджень у садівництві / за ред. О.М. Шестопала. Київ: Інститут садівництва УААН, 2006. 141 с.
15. Гунчак М.В. Економічна ефективність різних систем захисту яблуні (*Malus domestica* Borkh.) у Придністров'ї. *Садівництво*. 2018. Вип. 73. С. 74–81.
16. Ушкаренко В.О., Вожегова Р.А., Голобородько С.П., Коковихін С.В. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві. Херсон: Айлант, 2013. 378 с.

REFERENCES

1. Borzykh, O.I., Chernii, A.M., Hrodyskyi, V.A. et al. (2014). *Zakhyst yabluni vid shkidlyvykh komakh, klishchiv ta khvorob (Pivdennyi i Pivdenno-Skhidnyi Step) [Protection of apple trees from harmful insects, mites and diseases (Southern and Southeastern Steppe)]*. Kyiv: Kolobih [in Ukrainian].
2. Shevchuk, I.V., Hrynyk, I.V. & Kalenych, F.S. (2021). *Ahroekolohichni systemy intehrovanoho zakhystu plodovykh i yahidnykh kultur vid shkidnykiv i khvorob. Rekomendatsii [Agroecological systems of integrated protection of fruit and berry crops from pests and diseases. Recommendations]*. Kyiv: PP Sansparel [in Ukrainian].
3. Lishchuk, A.M., Parfeniuk, A.I., Horodyska, I.M. et al. (2022). *Osnovni vazheli upravlinnia ekolohichnymu ryzykamy v ahrotsenozakh [The main levers of environmental risk management in agroecosystems]*. *Ahroekolohichni zhurnal — Agroecological journal*, 2, 74–85. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2022.263320> [in Ukrainian].
4. Borzykh, O.I., Bubyk, L.I., Hunchak, M.V. et al. (2021). *Ekotoksykologichni parametry zastosuvannya*

- biopestydydiv, rozrobka ta adaptatsiia biolohichnykh system zakhystu yabluni vid shkidnykiv ta khvorob do gruntovoklimatychnykh umov ta fitosanitarnoho stanu ahrotenozu [Ecotoxicological parameters of the use of biopesticides, development and adaptation of biological systems of protection of apple trees from pests and diseases to soil and climatic conditions and the phytosanitary state of the agrocenosis]. *Fitosanitarna bezpeka — Phytosanitary safety*, 68, 3–26. DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2022.68.3-26> [in Ukrainian].
5. Bandura, L.P., Chernykh, S.A. & Yanovskyi, Yu.P. (2023). Zakhyst intensyvykh yablunevykh sadiv vid kompleksu fitofahiv u stepovii zoni Ukrainy [Protection of intensive apple orchards from a complex of phytophages in the steppe zone of Ukraine]. *Agrology — Agrology*, 4, 103–107. DOI: <https://doi.org/10.32819/021013> [in Ukrainian].
 6. Ianovskyi, Yu.P., Sukhanov, S.V., Krykunov, I.V. & Fomenko, O.O. (2022). Efektyvnist suchasnykh insektydydiv u zakhysti yablunevykh nasadzhen vid popelytsi chervonohalovoi [Effectiveness of modern insecticides in protecting apple orchards from red-headed aphid]. *Zakhyst i karantyn roslyn — Plant protection and quarantine*, 66, 222–230. DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2020.66.222-230> [in Ukrainian].
 7. Hunchak, M.V., Havryliuk, L.L., Solomiichuk, M.P. & Skoreiko, A.M. (2018). *Biolohichni metod zakhystu yabluni vid shkidlyvykh orhanizmv [Biological method of protecting apple trees from harmful organisms]*. Chernivtsi: FOP Varvus V.V. [in Ukrainian].
 8. Sherstoboieva, O.V., Kryzhanivskiy, A.B. & Bunas, A.A. (2021). Antahonizm *Bacillus thuringiensis* do fitopatohennykh mikromitsetiv — zbudnykiv khvorob yabluni [Antagonism of *Bacillus thuringiensis* to phytopathogenic micromycetes, causative agents of apple diseases]. *Ahroekolohichniy zhurnal — Agroecological journal*, 2, 71–77. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2021.234460> [in Ukrainian].
 9. Brovdii, V.M., Hulyi, V.V. & Fedorenko, V.P. (2003). *Biolohichniy zakhyst roslyn: Navchalnyi posibnyk [Biological protection of plants: Study guide]*. Kyiv: Svit [in Ukrainian].
 10. Borzykh, O.I., Bublyk, L.I., Gavrylyuk, L.L. et al. (2021). Ekotoksykologichni parametry bezpechnoho zastosuvannya ta adaptatsii khimichnykh system zakhystu yabluni vid shkidlyvykh orhanizmv do gruntovo-klimatychnykh umov Peredkarpatskoi provintsii Karpatskoi hirskei zony Ukrainy [Ecotoxicological parameters of safe application and adaptation of chemical systems of protection of apple trees from harmful organisms to soil and climatic conditions of the Pre-Carpathian province of the Carpathian mountain zone of Ukraine]. *Zakhyst i karantyn roslyn — Plant protection and quarantine*, 67, 42–72. DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2021.67.42-72> [in Ukrainian].
 11. Fedorenko, V.P., Mostoviak, S.M. & Mostoviak, I.I. (2021). Ekolohichno bezpechni metody kontroliu chyslennosti shkidnykiv u suchasnykh ahrotekhnolohiiakh [Ecologically safe methods of controlling the number of pests in modern agricultural technologies]. *Ahroekolohichniy zhurnal — Agroecological journal*, 4, 64–74. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2021.252957> [in Ukrainian].
 12. Trybel, S.O. (Ed). (2001). *Metodyky vyprovuvannya i zastosuvannya pestydydiv [Test procedures and pesticides]*. Kyiv: Svit [in Ukrainian].
 13. Chabaniuk, Ya.V., Sherstoboieva, O.V., Tkach, Ye.D. et al. (2013). *Vyznachennia biolohichnoi efektyvnosti pestydydiv i ahrokhimikativ. Metodichni vkazivky [Determination of biological effectiveness of pesticides and agrochemicals. Methodical instructions]*. Kyiv [in Ukrainian].
 14. Shestopal, O.M. (Ed). (2006). *Metodyka ekonomichnoi ta enerhetychnoi otsinky typiv nasadzhen, sortiv, investytsii v osnovnyi kapital, innovatsii ta rezultativ tekhnolohichnykh doslidzen u sadivnytstvi [Methodology of economic and energy assessment of types of plantations, varieties, investments in fixed capital, innovations and results of technological research in horticulture]*. Kyiv: Instytut sadivnytstva UAAN [in Ukrainian].
 15. Hunchak, M.V. (2018). Ekonomichna efektyvnist riznykh system zakhystu yabluni (*Malus domestica* Borkh.) u Prydnistrovi [Economic efficiency of different systems of apple tree protection (*Malus domestica* Borkh.) in Transdnistria]. *Sadivnytstvo — Horticulture*, 73, 74–81 [in Ukrainian].
 16. Ushkarenko, V.O., Vozhehova, R.A., Holoborodko, S.P. & Kokovikhin, S.V. (2013). *Statystychni analiz rezultativ polovykh doslidiv u zemlerobstvi [Statistical analysis of the results of field experiments in agriculture]*. Kherson [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 05.08.2023

ДОМІНУЮЧІ ВИДИ ШКІДНИКІВ РЕДИСКИ (*RAPHANUS SATIVUS* (L.) CONVAR. *RADICULA* (PERS.) SAZON.) У ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

С.В. Щетина

Уманський національний університет садівництва (м. Умань, Україна)
e-mail: sv_shetina@ukr.net; ORCID: 0000-0001-8504-2944

За результатами фітосанітарного моніторингу (2008–2022 рр.) уточнено видовий склад шкідників агроценозів редиски (*Raphanus sativus* (L.) convar. *radicula* (Pers.) Sazon.) у Правобережному Лісостепу України. В посівах редиски виявлено 59 видів комах-фітофагів, два види нематод і один вид слимаків. У структурі шкідливого ентомокомплексу присутні комахи з 20 родин 8 рядів. У таксономічній структурі домінують представники рядів *Coleoptera* (17 видів), *Lepidoptera* (16 видів), *Homoptera* (9 видів), які сукупно займали 71% у структурі шкідливого ентомокомплексу. Представники рядів двокрили (*Diptera*) і прямокрили (*Orthoptera*) були представлені видами з 6 і 5 родин відповідно й у структурі ентомокомплексу мали 10 і 8% відповідно. Найменше видове різноманіття було виявлено для ряду трипси (*Thysanoptera*), напівтвердокрили (*Hemiptera*) і перетинчастокрили (*Hymenoptera*), які сукупно займали 10% у структурі шкідливого ентомокомплексу. Визначено 16 константних види: *Plutella maculipennis* Curt., *Phyllotreta cruciferae* Goeze, *Phyllotreta undulata* Kutsch., *Pieris brassicae* L., *Agrotis segetum* Denis&Schiff., *Lacanobia oleracea* L., *Eurydema ventralis* Kol., *Brevicoryne brassicae* L., *Delia brassicae* Bouche, *Athalia rosae* L., *Delia platura* Mg., *Ceutorrhynchus quadridens* Panz., *Delia floralis* Fallen, *Thrips tabaci* Lindeman, *Entomoscelis adonidis* Pallas, *Evergestis extimalis* Scop., що наносили значної шкоди рослинам редиски впродовж вегетаційного періоду, які за трофічною спеціалізацією були представлені на 75% олігофагами та за життєвою формою на 81% хортобіонтами. З високою та середньою частотою трапляння в досліджуваних агроценозах виявляла: білишку хрестоцвіту (*Phyllotreta cruciferae* Goeze), білишку хвилясту (*Phyllotreta undulata* Kutsch.), міль капустиану (*Plutella maculipennis* Curt.), попелицю капустиану (*Brevicoryne brassicae* L.), совку озиму (*Agrotis segetum* Denis&Schiff.), совку городню (*Lacanobia oleracea* L.), площі заселення якими в окремі роки досягали максимуму — до 60–100%.

Ключові слова: фітосанітарний стан, комахи-фітофаги, структура шкідливого ентомокомплексу, константні види, частота трапляння.

ВСТУП

Під час вирощування ранніх овочевих культур, серед яких найпоширенішою є редиска (*Raphanus sativus* (L.) convar. *radicula* (Pers.) Sazon.), значну увагу необхідно приділяти фітосанітарному стану агроценозів. Це пов'язано не лише з отриманням високих урожаїв якісної і безпечної продукції овочівництва, а й потенційною небезпечкою накопичення шкідників і збудників хвороб для наступних культур. Оскільки найчастіше в особистих селянських і невеликих фермерських господарствах редиску вирощують як проміжну культуру перед розсадними рослинами (наприклад,

томатами, баклажанами, перцем та ін.) та іншими овочевими культурами (картоплею, морквою, огірками й ін.), які мають спільних шкідників і фітопатогенів. Тому незважаючи, що редиска є культурою короткого вегетаційного періоду, необхідно проводити постійний контроль шкідливих організмів для оперативного прогнозу поширення й шкідливості небезпечних організмів, подальшого застосування ефективних заходів поліпшення фітосанітарного стану агроценозів і зменшення їх біологічного забруднення.

Розуміння біології та поведінки шкідників у зв'язку із змінами клімату, мінливим навколишнім природним середовищем,

антропогенним навантаженням має вирішальне значення, оскільки впливає на їх поширення та поведінку.

Мета — дослідити видовий склад ентомокомплексу та структуру шкідливого комплексу агроценозу редиски (*Raphanus sativus* (L.) *convar. radicularis* (Pers.) Sazon.) за вирощування в умовах відкритого ґрунту на території Правобережного Лісостепу України.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Шкідливі організми є основними чинниками втрати врожайності сільськогосподарських культур в усьому світі, а боротьба зі шкідниками відіграє неабияку роль у забезпеченні продовольчої безпеки, ефективності ведення сільського господарства та впливає на біорізноманіття [1–3]. Встановлено, що лише членистоногі наносять збитків у рік на рівні 18–26% втрати врожаїв вартістю понад 470 млрд дол. США [4].

Серед шкідливих організмів в агроценозах овочевих культур важливе економічне значення мають комахи-фітофаги. Було визначено [5], що глобальні втрати у виробництві овочів становлять 27,7%, з яких 8,7% пов'язані з комахами-фітофагами, які потенційно можуть спричинити ще більші втрати, якщо не контролювати їх чисельність. Продовольча та сільськогосподарська організація ООН (FAO) також визначає щорічні глобальні втрати овочів лише через шкідливу дію комах на рівні 15–20% під час вирощування та 18–20% — за їх зберігання [6].

Шкідлива дія комах-фітофагів на сільськогосподарські культури проявляється у пошкодженні надземних і підземних органів рослин, поширенню хвороб, що призводить до порушення фізіологічних процесів та зниження врожайності, втрат під час зберігання вирощеного врожаю, що в кінцевому підсумку впливає на економічні показники [4; 7]. Так, наприклад, трипси на рослини цибулі ріпчастої та шалот, огірках спричиняють десенсибілізацію у вигляді затриманні росту, викривленні та втрачан-

ні тургору листків, деформації листків та його передчасне відмирання, пошкодження квітів, що призводить до загибелі рослин. Окрім того, трипси у стадії личинки здатні переносити збудників вірусних захворювань TSWV TSV [8; 9].

У посівах культурних рослин чисельність, видова структура, домінуючі види та шкідливість комах-фітофагів постійно змінюється за впливу екологічних та агротехнологічних чинників. Зокрема, розміщення посівів, мікроклімат сільськогосподарських угідь, метеорологічні умови вегетаційного періоду, глобальні зміни клімату, міграція шкідників, режим діапаузи, тощо мають значний вплив на шкідливі організми [10; 11].

Ріст, розвиток, розмноження й поширення комах-фітофагів має тісний зв'язок із кліматичними чинниками та ґрунтовим середовищем [12–14]. Для цього їм потрібні певні температурні умови. Якщо умови мають незначні відхилення, комахи-фітофаги адаптуються до них, і продовжують своє поширення.

Зміна клімату безпосередньо впливає на розмноження, розвиток, виживання та поширення комах-фітофагів і опосередковано впливає на взаємодію між видами, включаючи хижаків, конкурентів і мутуалістів, а також на взаємодію з їхнім середовищем [13–15]. Ці зміни в поведінці та розподілі комах-фітофагів створюють нові та серйозні проблеми для агровиробників, оскільки рослини-господарі цих комах-фітофагів змінюються в регіонах вирощування [1].

Багато проблем із комахами-фітофагами в сучасному сільському господарстві виникли через надмірне застосування і залежність від синтетичних пестицидів [4]. Нераціональне використання пестицидів впливає на природних ворогів комах-фітофагів, порушує екологічну рівновагу, спричиняє активність економічно важливих фітофагів та спалах вторинних.

Шкідливі комахи з широким діапазоном господарів можуть розмножуватися на різних видах рослин та їх пошкоджувати, а в умовах змін клімату можуть змінювати

господаря, тим самим підсилюючи екологічні ризики в агроекосистемах [16].

Необхідною умовою ефективного контролю чисельності шкідливих-комах в агроекосистемах є постійний моніторинг їх видового різноманіття і чисельності, сезонної динаміки й шкідливості, що дає змогу визначити потенційну негативну дію шкідливих організмів та розробити належні методи контролю їх чисельності. Це узгоджується з основними принципами інтегрованого захисту рослин, який наразі є найбільш прийнятним у Європейському Союзі та активно розвивається в усьому світі [17; 18]. Впровадження новітніх екологічно безпечних технологій та методів захисту сільськогосподарських рослин від комах-шкідників шляхом забезпечує отримання високих урожаїв і поліпшеними показниками якості [18].

Аналіз вітчизняних наукових видань засвідчив відсутність відомостей щодо структури шкідливого комплексу редиски, домінантних й економічно важливих видів та їх шкідливості. Більшість сучасних вітчизняних досліджень спрямована на моніторинг шкідливих організмів і фітопатогенів у посівах основних зернових і технічних культур, а також овочевих культур, які входять до «борщового набору», ефективності різних хімічних і біологічних препаратів захисту рослин та застосування інтегрованого захисту рослин. Так, наприклад, на території Центрального Лісостепу України в агроценозах зернових колосових культур виявлено 56 видів фітофагів із 24 родин 10 рядів, серед яких домінували представники рядів: *Coleoptera* (18 видів), *Diptera* (11 видів), *Hemiptera* (8 видів), *Homoptera* (8 видів), *Lepidoptera* (5 видів). За трофічною спеціалізацією 50% виявлених комах-фітофагів є поліфаги, які здатні заселяти і пошкоджувати інші види рослин, у т. ч. овочеві [19]. На території Правобережного Лісостепу України в посівах цибулі ріпчастої видовий склад фітофагів включав 12 видів із рядів *Coleoptera* (46,2%), *Lepidoptera* (23,1%), *Diptera* (15,4%), *Thysanoptera* (10,4%), *Orthoptera* (5,0%) та ін. [20].

Водночас іноземні вчені більше приділяють уваги дослідженням культури редиски, видовому складу шкідливих організмів і фітопатогенів та розробленню екологічно безпечних заходів її вирощування [21–23].

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження виконано в Уманському національному університеті садівництва. Впродовж 2008–2022 рр. на території Черкаської обл., як репрезентативної для зони Правобережного Лісостепу, проводили моніторинг фітосанітарного стану агроценозів редиски, яку вирощували в умовах відкритого ґрунту на присадибних ділянках та у фермерських господарствах. Щороку проводили маршрутні обстеження посівів на площі близько 20 га.

Обліки шкідливого ентомокомплексу здійснювали за загальноприйнятими в ентомології методиками [24; 25]. Встановлено таксономічну приналежність комах за допомогою відповідних визначників і довідників [26; 27], розподіл за життєвими формами – з урахуванням їх стадії розвитку, яка була найбільш шкідливою для рослин [28].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За результатами моніторингових досліджень фітосанітарного стану агроценозів редиски визначено, що рослини пошко-

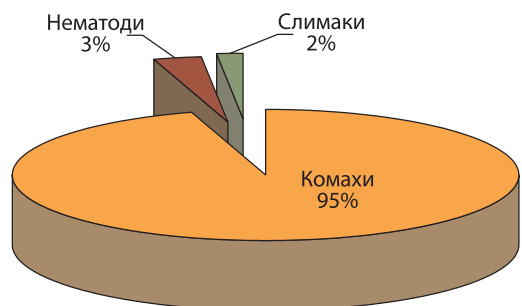


Рис. 1. Структура комплексу шкідників агроценозу редиски, Черкаська обл., 2008–2022 рр., %

джують 59 видів комах, два види нематод і один вид слимаків. Структуру шкідливого комплексу агроценозу редиски наведено на рис. 1.

Серед нематод (ряд *Tylenchida*) виявлено представників із родини гетеродерові (*Heteroderidae*) нематоду золотисту картопляну (*Globodera rostochiensis* Woll.) і нематоду галову північну (*Meloidogyne marioni* Woll.). Серед слимаків — голі слимаки (*Kailie gliemeži*).

До складу шкідливої ентомофауни належать представники:

Ряду *Coleoptera* (твердокрилі):

- *Chrysomelidae* (листоїди) — *Phyllotreta cruciferae* Goeze (блішки хрестоцвіті), *Phyllotreta undulata* Kutsch. (блішки хвилясті), *Psylliodes affinis* Payk. (блішка картопляна жовта), *Phyllotreta vittate* Redt. (блішка виймчаста), *Phyllotreta nemorum* L. (блішка блідонога), *Phyllotreta atra* F. (блішка чорна), *Phyllotreta crucifera* Goeze. (блішка південна), *Phyllotreta armoraciae* Koch. (блішка широкосмугаста), *Entomoscelis adonidis* Pallas (листоїд ріпаковий);
- *Curculionidae* (довгоносики) — *Baris coerulea* Scop. (барид зелений бруквяний), *Baris carbonaria* Boh. (барид чорний капустяний), *Baris chlorizans* Germ. (барид ріпаковий), *Ceutorrhynchus quadridens* Panz. (прихованохоботник стебловий капустяний), *Ceuthorrhynchus assimilis* Payk. (прихованохоботник ріпаковий (насінневий));
- *Elateridae* (ковалики) — *Agriotes lineatus* (L.) (ковалик смугастий), *Agriotes sputator* L. (ковалик посівний);
- *Nitidulidae* (блискітники) — *Meligethes aeneus* F. (квітоїд ріпаковий).

Ряду *Diptera* (двокрилі):

- *Agromyzidae* (мухи мінуючі) — *Delia platura* Mg. (муха паросткова);
- *Anthomyiidae* (сновиги) — *Delia brassicae* Bouche (муха капустяна весняна), *Delia floralis* Fallen (муха капустяна літня);
- *Tipulidae* (довгоніжки) — *Tipula oleracea* L. (довгоніжка капустяна), *Tipula paludosa* Mg. (довгоніжка шкідлива), *Tipula vernalis* Mg. (довгоніжка весняна).

Ряду *Hemiptera* (напівтвердокрилі):

- *Pentatomidae* (щитники) — *Eurydema ventralis* Kol. (клоп капустяний), *Eurydema oleracea* (клоп ріпаковий).

Ряду *Homoptera* (рівнокрилі):

- *Aleyrodidae* (білокрилки) — *Trialeurodes vaporariorum* Westw. (білокрилка оранжерейна), *Aleurodes prolella* (білокрилка капустяна);
- *Aphididae* (попелиці справжні) — *Brevicoryne brassicae* L. (попелиця капустяна), *Aphis gossypii* Glov. (попелиця баштанна (бавовникова)), *Macrosiphum euphorbiae* Thom. (попелиця велика картопляна), *Rhopalosiphum padi* L. (попелиця черемхово-злакова), *Schizaphis graminum* Rondani (попелиця злакова звичайна), *Macrosiphum (Sitobion) avenae* F. (попелиця злакова велика), *Brachycolus (Cuernavaca) noxius* Mordv. (попелиця ячмінна);

Ряду *Hymenoptera*

(перетинчастокрилі):

- *Tenthredinidae* (пильщики справжні) — *Athalia rosae* L. (пильщик (трач) ріпаковий)).

Ряду *Lepidoptera* (лускокрилі):

- *Gelechiidae* (молі) — *Plutella xylostella* L. (міль капустяна);
- *Noctuidae* (совки) — *Scotia segetum* Denis & Schiff. (совка озима), *Lacanobia oleracea* L. (совка городня), *Mamestra brassicae* L. (совка капустяна), *Helicoverpa armigera* Hub. (совка бавовникова), *Hydraecia micacea* Esp. (совка картопляна (болотна)), *Laphygma exigua* Hb. (совка помідорна (карадріна)), *Euxoa agricola* V. (совка дика), *Euxoa tritici* L. (совка пшенична), *Autographa gamma* L. (совка гамма);
- *Pieridae* (білани) — *Aporia crataegi* L. (білан жилкуватий), *Pieris brassicae* L. (білан капустяний), *Pieris rapae* L. (білан ріпаковий), *Pontia edusa* Fabr. (білянка ріпакова);
- *Pyralidae* (справжні вогнівки) — *Evergestis forficallis* L. (вогнівка капустяна), *Evergestis extimalis* Scop. (вогнівка стручкова (обпалена)).

Ряду *Orthoptera* (прямокрилі):

- *Acrididae* (справжні саранові) — *Locusta migratoria* L. (сарана перелітна);

- *Gryllidae* (цвіркун) — *Gryllus campestris* L. (цвіркун польовий);
- *Gryllotalpidae* (капустянки) — *Gryllotalpa gryllotalpa* L. (капустянка звичайна);
- *Tettigoniidae* (коники) — *Tettigonia viridissima* L. (коник зелений), *Decticus verrucivorus* L. (коник сірий).

Ряду *Thysanoptera* (трипси):

- *Thripidae* (трипси) — *Thrips tabaci* Lindeman (трипс тютюновий), *Heliothrips haemorrhoidalis* (трипс оранжерейний), *Haplothrips tritici* Kurd. (трипс пшеничний).

Отже, в умовах Правобережного Лісо-степу України в посівах редиски виявлено 59 видів комах-фітофагів із 20 родин, які належали до 8 рядів.

Аналіз видового складу засвідчив, що найбільша кількість видів комах-фітофагів від загального числа виявлених видів належить до твердокрилих (*Coleoptera*) — 17 видів (або 29%) і лускокрилих (*Lepidoptera*) — 16 видів (або 27%) (рис. 2).

Ряд *Coleoptera* представлено 17 видами шкідливих комах із 4-х родин, половина з яких належить до родини листоїди (*Chrysomelidae*) та майже 28% — до родини довгоносики (*Curculionidae*).

До другої за кількістю видів групи належать представники ряду *Lepidoptera* (лускокрилі), який представлено 16-ма видами фітофагів із 4-х родин: совки (*Noctuidae*), молі (*Gelechiidae*), вогнівки справжні (*Pyralidae*), білани (*Pieridae*). Найбільше видове різноманіття (9 видів, або 56%) було характерно для родини *Noctuidae*.

Ряд рівнокрилі (*Homoptera*) налічував 9 видів із двох родин: попелиці справжні (*Aphididae*) і білокрилки (*Aleyrodidae*), частка яких у загальній структурі комплексу комах-фітофагів становила 15%. Серед яких родина *Aphididae* налічувала найбільшу кількість видів (7), що становило 78%.

Представники ряду двокрилі (*Diptera*) у загальній структурі комплексу комах-фітофагів займали 10% і були представлені 6 видами з 3-х родин: довгоножки (*Tipulidae*), сновиги (*Anthomyiidae*) і мухи мінуючі (*Agromyzidae*).

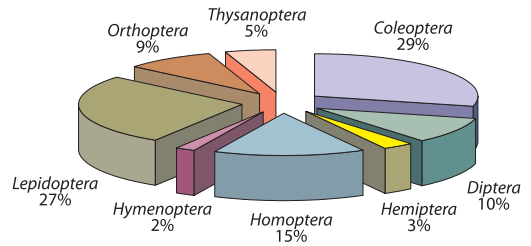


Рис. 2. Таксономічна структура шкідливого ентомокомплексу агроценозу редиски, Черкаська обл., 2008–2022 рр., %

Ряд прямокрилі (*Orthoptera*) налічував 5 видів із 4 родин і займав 9% у загальній структурі шкідливого ентомокомплексу. У видовому відношенні родини капустянки (*Gryllotalpidae*), коники (*Tettigoniidae*), цвіркун (*Gryllidae*) і справжні саранові (*Acrididae*) були представлені однаковою кількістю видів (1–2).

У таксономічній структурі шкідливого ентомокомплексу редиски найменше видове різноманіття виявлено для ряду трипси (*Thysanoptera*) — 3 види, напівтвердокрилі (*Hemiptera*) 2 види, перетинчастокрилі (*Hymenoptera*) — 1 вид. Сукупно представники цих рядів займали 10% у структурі шкідливого ентомокомплексу редиски.

Серед виявленого різноманіття комах-фітофагів у посівах редиски визначено 16 константних видів, які з різною частотою трапляння були присутні в досліджуваних агроценозах та наносили найбільшої шкоди (табл.).

Аналіз основних комах-фітофагів засвідчив, що в досліджених агроценозах домінували олігофаги, які пошкоджують лише рослини родини капустяні (*Brassicaceae*) — 75% (12 видів). Комахи поліфаги становили 25% (4 види).

Серед основних комах-шкідників за життєвими формами домінували фітофіли — хортобіонти, частка яких становила 81% (13 видів). Геофіли були представлені лише геобіонтами і становили 19% (3 види).

З високою частотою трапляння впродовж років досліджень виявляли блішки хрестоцвіті (*Phyllotreta cruciferae* Goeze) і хвилясту (*Phyllotreta undulata* Kutsch.),

**Основні види комах-фітофагів в агроценозах редиски,
Черкаська обл., середнє за 2008–2022 рр.**

Комаха-фітофаг	Спеціалізація (трофічна)	Життєва форма	Частота трапляння*, %
Міль капустяна (<i>Plutella maculipennis</i> Curt.)	Олігофаг	Хортобіонт	++
Блішки хрестоцвіті (<i>Phyllotreta cruciferae</i> Goeze)	Олігофаг	Хортобіонт	+++
Блішка хвиляста (<i>Phyllotreta undulata</i> Kutsch.)	Олігофаг	Хортобіонт	+++
Білан капустяний (<i>Pieris brassicae</i> L.)	Олігофаг	Хортобіонт	+
Совка озима (<i>Agrotis segetum</i> Denis & Schiff.)	Поліфаг	Геобіонт	++
Совка городня (<i>Lacanobia oleracea</i> L.)	Поліфаг	Хортобіонт	++
Клоп капустяний (<i>Eurydema ventralis</i> Kol.)	Олігофаг	Хортобіонт	+
Попелиця капустяна (<i>Brevicoryne brassicae</i> L.)	Олігофаг	Хортобіонт	++
Муха капустяна весняна (<i>Delia brassicae</i> Bouche)	Олігофаг	Хортобіонт	+
Пильщик (трач) ріпаковий (<i>Athalia rosae</i> L.)	Олігофаг	Хортобіонт	+
Муха паросткова (<i>Delia platura</i> Mg.)	Поліфаг	Геобіонт	+
Муха капустяна літня (<i>Delia floralis</i> Fallen)	Олігофаг	Геобіонт	+
Прихованохоботник стебловий капустяний (<i>Ceutorrhynchus quadridens</i> Panz.)	Олігофаг	Хортобіонт	+
Трипс тютюновий (<i>Thrips tabaci</i> Lindeman)	Поліфаг	Хортобіонт	+
Листоїд ріпаковий (<i>Entomoscelis adonidis</i> Pallas)	Олігофаг	Хортобіонт	+
Вогнівка стручкова (обпалена) (<i>Evergestis extimalis</i> Scop.)	Олігофаг	Хортобіонт	+

Примітка: *частота трапляння виду: «+» – низька; «++» – середня; «+++» – висока.

площі заселення якими в середньому становили 9–57%, досягаючи в окремі роки максимум до 88–90%. Також виявлено чотири види (міль капустяна, попелиця капустяна, совка озима, совка городня) з частотою трапляння 30–50%, які в середньому заселяли від 3% до 75% площ та спричиняли 2–32% пошкодження рослин. Тому під час розроблення заходів із контролю чисельності комах-фітофагів у посівах редиски варто звертати увагу на вищезазначені види та їх біолого-екологічні особливості.

ВИСНОВКИ

На території Черкаської обл. в агроценозах редиски виявлено 59 видів комах-фітофагів, два види нематод і один вид слимаків. Структуру шкідливого енто-

комплексу редиски формували комахи з 20 родин 8 рядів. У таксономічній структурі шкідливого ентомокомплексу редиски домінують представники рядів *Coleoptera* (17 видів), *Lepidoptera* (16 видів), *Homoptera* (9 видів), які сукупно займали 72% у структурі шкідливого ентомокомплексу. Представники рядів двокрилі (*Diptera*) і прямокрилі (*Orthoptera*) були представлені видами з 6 і 5 родин відповідно і в структурі ентомокомплексу займали 10% і 8% відповідно. Найменше видове різноманіття було виявлено для ряду трипси (*Thysanoptera*), напівтвердокрилі (*Hemiptera*) і перетинчастокрилі (*Hymenoptera*), які сукупно займали 10% у структурі шкідливого ентомокомплексу. Визначено 16 константних види, які наносили значної шкоди рослинам редиски впродовж вегетаційного пе-

ріоду. Серед яких з високою частотою трапляння (50% і більше) виявляли олігофаги з родини листоїди (*Chrysomelidae*) блішки

хрестоцвіті (*Phyllotreta cruciferae* Goeze) і блішку хвилясту (*Phyllotreta undulata* Kutsch.).

ЛІТЕРАТУРА

- Skendžić S., Zovko M., Živković I.P. et al. The impact of climate change on agricultural insect pests. *Insects*. 2021. Vol. 12 (5). P. 440. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects12050440>.
- Alansary R.E., Taher A.S. and Elmabruk A.H. Survey of Global Crop Loss. *Balance Journal — in Applied and Humanities*. 2021. Vol. 2. P. 9–19.
- IPPC Secretariat. 2021. Scientific review of the impact of climate change on plant pests — A global challenge to prevent and mitigate plant pest risks in agriculture, forestry and ecosystems. Rome. FAO on behalf of the IPPC Secretariat. <https://doi.org/10.4060/cb4769en>.
- Culliney T. Crop Losses to Arthropods. In: Pimentel, D., Peshin, R. (Eds.). *Integrated Pest Management*. Springer, Dordrecht. 2014. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-007-7796-5_8.
- Nigel S. Pest and Disease Control Handbook. Lovenham-Press Limited; Lavenhannem, UK. 1980. P. 163–172.
- Food and Agriculture Organization (FAO). URL: <https://www.fao.org>.
- Стратегія і тактика захисту рослин. Т. 1. Стратегія / за ред. В.П. Федоренка. Київ: Альфа-стевія, 2012. 500 с.
- Ключевський Ю.Е., Глушкова С.О., Палагіна О.В. Трипси — небезпечні шкідники овочевих культур. *Карантин і захист рослин*. 2019. № 7–8 (256). С. 5–10.
- Слободенюк О.І. Пошкодження рослин, що спричинені рослиноїдними видами трипсів (*Thysanoptera*, *Thripidae*) в умовах України. *Динаміка наукових досліджень 2004*: матеріали III Міжнар. наук.-практ. конфер. Дніпропетровськ, 2004. С. 40–41.
- Zhang C., Cai J., Xiao D. et al. Research on Vegetable Pest Warning System Based on Multidimensional Big Data. *Insects*. 2018. Vol. 9(2). P. 66. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects9020066>.
- Subedi B., Poudel A. and Aryal S. The impact of climate change on insect pest biology and ecology: Implications for pest management strategies, crop production, and food security. *Journal of Agriculture and Food Research*. 2023. Vol. 14. P. 100733. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100733>.
- Theunissen J. Intercropping in field vegetable crops: Pest management by agrosystem diversification — An overview. *Pest Manag. Sci.* 2010. Vol. 42. P. 65–68. DOI: <https://doi.org/10.1002/ps.2780420111>.
- Prakash A., Rao J., Mukherjee A.K. et al. Climate Change: Impact on Crop Pests. Applied Zoologists Research Association (AZRA), Central Rice Research Institute, Odisha, India. 2014.
- Nayak S.B., Rao K.S. and Ramalakshmi V. Impact of climate change on insect pests and their natural enemies. *Int. J. Ecol. Environ. Sci.* 2020. Vol. 2. P. 579–584.
- Nyamukondiwa C., Machezano H., Chidawanyika F. et al. Geographic dispersion of invasive crop pests: the role of basal, plastic climate stress tolerance and other complementary traits in the tropics. *Curr. Opin. Insect Sci.* 2022. 100878. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cois.2022.100878>.
- Agosta S.J. On ecological fitting, plant-insect associations, herbivore host shifts, and host plant selection. *Oikos*. 2006. Vol. 114. P. 556–565.
- Collier R. Pest insect management in vegetable crops grown outdoors in northern Europe — approaches at the bottom of the IPM pyramid. *Front. Hortic.* 2023. Vol. 2. DOI: <https://doi.org/10.3389/fhort.2023.1159375>.
- Kumar A., Tiwari G. and Singh A.K. IPM practices for insect pests of major vegetable crops: An overview. *The Pharma Innovation Journal*. 2022. SP-11(3). P. 1728–1734.
- Мостов'як І.І., Дем'янюк О.С., Лісовий М.М. Екологічна структура шкідливого ентомокомплексу агроеносів зернових злакових культур Центрального Лісостепу України. *Аерокологічний журнал*. 2020. № 2. С. 31–39. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2020.207678>.
- Кудла В.В., Ткаленко Г.М., Ігнат В.В. Ентомокомплекс цибулі ріпчастої в Правобережному Лісостепу України. *Карантин і захист рослин*. 2022. № 1. С. 13–16. DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2022.1.13-16>.
- Selvakumar R., Singh Db., Nabi S.U. et al. Scientific Management of Pests and Diseases in Radish Cultivation. *Indian Farmer*. 2019. Vol. 6 (3). P. 198–202.
- Dahal K.M., Bhattarai D.R., Sharma M.D. and Poude B. Evaluation of Radish (*Raphanus sativus* L.) Varieties under Shade-net Condition for Yield and Quality. *Nepalese Horticulture*. 2021. Vol. 15. P. 16–23. DOI: <https://doi.org/10.3126/nh.v15i0.36641>.
- Ahmed N., Ahman I., Englund J.-E. and Johansson E. Effect on radish pests by application of insecticides in a nearby spring oilseed rape field. *Journal of Applied Entomology*. 2011. Vol. 135 (3). P. 168–176. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2010.01559.x>.
- Трибель С.О., Сігарьова Д.Д., Секун М.П. та ін. Методика випробування і застосування пестицидів / за ред. С.О. Трибеля. Київ: Світ, 2001. 448 с.
- Омелюта В.П., Григорович І.В., Чабан В.С. та ін. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур / за ред. В.П. Омелюти. Київ: Урожай, 1986. 292 с.
- Літвінов Б.М., Євтушенко М.Д., Білецький Є.М. та ін. Сільськогосподарська ентомологія / за ред.

- Б.М. Літвінова, М.Д. Євтушенка. Київ: Вища освіта, 2005. 508 с.
27. Практикум із сільськогосподарської ентомології: навч. посіб. / за ред. Б.М. Літвінова. Київ: Аграрна освіта, 2009. 301 с.
28. Лісовий М.М., Чайка В.М. Концептуальні підходи досліджень ентомологічного різноманіття агроценозів України. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 2. С. 188–194. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2017.220288>.

REFERENCES

- Skendžić, S., Zovko, M., Živković, I.P. et al. (2021). The impact of climate change on agricultural insect pests. *Insects*, 12 (5), 440. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects12050440> [in English].
- Alansary, R.E., Taher, A.S. & Elmabruk, A.H. (2021). Survey of Global Crop Loss. *Balance journal — In Applied and Humanities*, 2, 9–19 [in English].
- IPPC Secretariat (2021). Scientific review of the impact of climate change on plant pests — A global challenge to prevent and mitigate plant pest risks in agriculture, forestry and ecosystems. Rome. FAO on behalf of the IPPC Secretariat. DOI: <https://doi.org/10.4060/cb4769en> [in English].
- Culliney, T. (2014). Crop Losses to Arthropods. In: Pimentel, D., Peshin, R. (Eds.) *Integrated Pest Management*. Springer, Dordrecht. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-007-7796-5_8 [in English].
- Nigel, S. (1980). *Pest and Disease Control Handbook*. Lovenham-Press Limited; Lavenhannem, UK. 163–172 [in English].
- Food and Agriculture Organization (FAO). URL: <https://www.fao.org> [in English].
- Fedorenko, V.P. (Ed.) (2012). *Stratehii i taktyka zakhystu roslyn* [Strategy and tactics of plant protection]. (Vol. 1). Kyiv: Alfa-steviiia [in Ukrainian].
- Klechkovskyi, Yu.E., Hlushkova, S.O. & Palahina, O.V. (2019). Trypsy — nebezpechni shkidnyky ovochevykh kultur [Thrips are dangerous pests of vegetable crops]. *Karantyn i zakhyst roslyn — Quarantine and plant protection*, 7–8 (256), 5–10 [in Ukrainian].
- Slobodenyuk, O.I. (2004). Poshkodzhennia roslyn, shcho sprychyneni roslynoidnymy vydamy trypsiv (*Thysanoptera*, *Thripidae*) v umovakh Ukrainy [Damage to plants caused by herbivorous species of thrips (*Thysanoptera*, *Thripidae*) in the conditions of Ukraine]. *Dynamika naukovykh doslidzhen: Materialy III Mizhnarodnoi nauково-praktychnoi konferentsii* [Dynamics of scientific research: Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference]. (pp. 40–41). Dnipropetrovsk [in Ukrainian].
- Zhang, C., Cai, J., Xiao, D. et al. (2018). Research on Vegetable Pest Warning System Based on Multidimensional Big Data. *Insects*, 9 (2), 66. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects9020066> [in English].
- Subedi, B., Poudel, S. & Aryal, S. (2023). The impact of climate change on insect pest biology and ecology: Implications for pest management strategies, crop production, and food security. *Journal of Agriculture and Food Research*, 14, 100733. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100733> [in English].
- Theunissen, J. (2010). Intercropping in field vegetable crops: Pest management by agrosystem diversification — An overview. *Pest Manag. Sci.*, 42, 65–68. DOI: <https://doi.org/10.1002/ps.2780420111> [in English].
- Prakash, A., Rao, J., Mukherjee, A.K. et al. (2014). Climate Change: Impact on Crop Pests. Applied Zoologists Research Association (AZRA), Central Rice Research Institute, Odisha, India [in English].
- Nayak, S.B., Rao, K.S. & Ramalakshmi, V. (2020). Impact of climate change on insect pests and their natural enemies. *Int. J. Ecol. Environ. Sci.*, 2, 579–584 [in English].
- Nyamukondiwa, C., Macheke, H., Chidawanyika, F. et al. (2022). Geographic dispersion of invasive crop pests: the role of basal, plastic climate stress tolerance and other complementary traits in the tropics. *Curr. Opin. Insect Sci*, 100878. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cois.2022.100878> [in English].
- Agosta, S.J. (2006). On ecological fitting, plant-insect associations, herbivore host shifts, and host plant selection. *Oikos*, 114, 556–565 [in English].
- Collier, R. (2023). Pest insect management in vegetable crops grown outdoors in northern Europe — approaches at the bottom of the IPM pyramid. *Front. Hortic.*, 2. DOI: <https://doi.org/10.3389/fhort.2023.1159375> [in English].
- Kumar, A., Tiwari, G. & Singh, A.K. (2022). IPM practices for insect pests of major vegetable crops: An overview. *The Pharma Innovation Journal*, SP-11 (3), 1728–1734 [in English].
- Mostoviak, I.I., Demyayuk, O.S. & Lisovyi, M.M. (2020). Ekologichna struktura shkidlyvoho entomokompleksu ahrotsenoziv zernovykh zlakovykh kultur Tsentralnoho Lisostepu Ukrainy [Ecological structure of the harmful entomocomplex of agrocenoses of grain cereal crops of the Central Forest-Steppe of Ukraine]. *Ahroekologichnyy zhurnal — Agroecological journal*, 2, 31–39. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2020.207678> [in Ukrainian].
- Kudla, V.V., Tkalenko, H.M. & Ihnat, V.V. (2022). Entomokompleks tsybuli ripchastoi v Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy [Onion entomological complex in the Right Bank Forest Steppe of Ukraine]. *Karantyn i zakhyst roslyn — Quarantine and plant protection*, 1, 13–16. DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2022.1.13-16> [in Ukrainian].
- Selvakumar, R., Singh, Db., Nabi, S.U. et al. (2019). Scientific Management of Pests and Diseases in Radish Cultivation. *Indian Farmer*, 6 (3), 198–202 [in English].
- Dahal, K.M., Bhattarai, D.R., Sharma, M.D. & Poude, B. (2021). Evaluation of Radish (*Raphanus sativus* L.) Varieties under Shade-net Condition for Yield and Quality. *Nepalese Horticulture*, 15, 16–23. DOI: <https://doi.org/10.3126/nh.v15i0.36641> [in English].

23. Ahmed, N., Ahman, I., Englund, J.-E. & Johansson, E. (2011). Effect on radish pests by application of insecticides in a nearby spring oilseed rape field. *Journal of Applied Entomology*, 135 (3), 168–176. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2010.01559.x> [in English].
24. Trybel, S.O. (Ed.). (2001). *Metodyka vyprobuvannia i zastosuvannia pestytsydiv [Methodology of testing and application of pesticides]*. Kyiv: Svit [in Ukrainian].
25. Omelyuta, V.P. (1986). *Oblik shkidnykiv i khvorob silskohospodarskykh kultur [Accounting for pests and diseases of crops]*. Kyiv: Urozhaj [in Ukrainian].
26. Litvinov, B.M., Yevtushenko, M.D. (Eds.), Biletskyi, E.M. et al. (2005). *Silskohospodarska entomolohiia [Agricultural entomology]*. Kyiv: Vyshcha osvita [in Ukrainian].
27. Litvinov, B.M. & Yevtushenko, M.D. (Eds.). (2009). *Praktykum iz silskohospodarskoi entomolohii. Navchalnyi posibnyk [Workshop on Agricultural Entomology: Textbook]*. Kyiv: Ahrarna osvita [in Ukrainian].
28. Lisovyi, M.M. & Chaika, V.M. (2017). Kontseptualni pidkhody doslidzhen entomolohichnoho riznomanittia ahrotsenoziv Ukrainy [Conceptual approaches to studies of entomological diversity of agrocenoses of Ukraine]. *Ahroekolohichnyy zhurnal — Agroecological journal*, 2, 188–194 DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2017.220288> [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 20.09.2023

ВПЛИВ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИХ ТА БІОЛОГІЧНИХ ДОБРИВ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ЧАСНИКУ ОЗИМОГО (*ALLIUM SATIVUM*) ЗА УМОВ ЇХ ВНЕСЕННЯ КРАПЛИННИМ ЗРОШЕННЯМ

О.І. Улянич, Н.О. Остапенко

Уманський національний університет садівництва (м. Умань, Україна)
e-mail: olena.ivaniivna@gmail.com; ORCID: 0000-0002-1687-834X
e-mail: ostapenkonatalia1984@ukr.net

У статті наведено результати трирічних досліджень впливу біопрепарату Органік-баланс та органо-мінерального добрива Хелпрост із прилипачем Липосам на посівній площі часнику озимого сорту Прометей. Встановлено, що за умов краплинного зрошення та підживлення біопрепаратом Органік-баланс, органо-мінеральним добривом Хелпрост із прилипачем Липосам із нормою 2/2/1 л/га у фазі інтенсивного росту та розвитку рослин часнику озимого були вищими за контрольний варіант на 39,4% й 37,3%, площа листкової пластинки — 280,5 см² і 252,7 см². У першому варіанті, де рослини поливали лише водою висота становила 57,4 см, площа асиміляційної поверхні — 183,5 см². За підживлення органо-мінеральним добривом Хелпрост та прилипачем Липосам із нормою 2/1 і 1/1 л/га, рослини часнику були вищими за контрольний варіант на 37,9%, й 36,4%, площа листкової поверхні — 224,0 см² та 199,6 см² відповідно. За підживлення біопрепаратом Органік-баланс та прилипачем Липосам із нормою 2/1 л/га приріст висоти рослини порівняно із контролем були вищими на 38,2%, площа листків сягала 236,5 см². Із проведених досліджень відмічено значний вплив підживлення біопрепаратом та органо-мінеральним добривом на формування врожаю. Отже, найкращий показник виявили за сумісної обробки посівів однозубки біопрепаратом Органік-баланс та органо-мінеральним добривом Хелпрост із прилипачем Липосам із нормою 2/2/1 л/га та з нормою 2/1/1 л/га, урожайність була найвищою 18,7 і 18,3 т/га, приріст урожаю становив 6,5 й 6,1 т/га відповідно. Деяко менші показники отримали за підживлення біопрепаратом Органік-баланс, проте перевищував контрольний варіант на 5,2 т/га. За підживлення органо-мінеральним добривом Хелпрост із прилипачем Липосам вищі показники продуктивності одержано у варіанті із нормою його внесення 2/1 л/га та переважав контроль на 2,6%, тоді як за підживлення нормою 1/1 л/га л/га приріст урожаю сягав 1,9%.

Ключові слова: сорт, ріст, розвиток, продуктивність, біопрепарати, підживлення посівів.

ВСТУП

На сьогодні у сільському виробництві використовують хімічні добрива, пестициди та гербіциди у надмірній кількості, що, своєю чергою, призводить до значного негативного впливу на якість ґрунту та його біологічної активності [1], погіршується розкладання рослинних решток [2–4], що зрештою знижується продуктивність землі, і в результаті, погіршується якість та врожайність сільськогосподарської продукції, яку отримали під час збору врожаю [5].

Хімічні добрива, такі як нітратний азот, калій та інші речовини, за певних умов вививаються із ґрунту й потрапляють до під-

ґрунтових вод і водоймів, забруднюючи їх і навколишнє середовище [6; 7].

Органічне землеробство передбачає використання рослинних добрив, сидератів, біологічних добрив і біопестицидів для підживлення та догляду за культурами, вирощених екологічно безпечним способом. Використовуючи біопрепарати, виготовлені мікроорганізмами біоконтролю, можна не лише покращити структуру ґрунту, а й підвищити врожайність рослин [8].

Питання вищого значення часнику озимого (*Allium sativum*) із застосуванням підживлення органо-мінеральних та біологічних препаратів залишається відкритим, зокрема через відсутність науково обґрунто-

ваної ресурсощадної технології. Тому, **метою наших досліджень** було встановити вплив кореневого внесення біо- та органо-мінеральних препаратів на ріст, розвиток і врожайність часнику озимого сорту Прометей за умов краплинного зрошення.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Зважаючи на високу вартість мінеральних добрив, недостатнє забезпечення органічними добривами актуально визначити продуктивність часнику озимого на фоні використання біопрепаратів. Відомо, що з мікробіологічною активністю пов'язаний кругообіг поживних речовин у землеробстві, процеси гуміфікації, мінералізації, оптимізації фізичних властивостей ґрунту. Збереження корисної ґрунтової мікробіоти забезпечується внесенням органічних добрив та концентрованих мікробіологічних препаратів [9; 10].

Високоєфективними та екологічно безпечними є біопрепарати, які використовують для стимуляції росту й розвитку сільськогосподарських культур, стійкості до стресів, хвороб, шкідників та збалансованого живлення [11]. Біологічно активні речовини, універсальні регулятори росту, адаптогени і антистресанти дають можливість не тільки зменшити негативний вплив, а є одним із шляхів підвищення продуктивності рослин під час збереження родючості ґрунту без погіршення екологічного стану навколишнього середовища [12].

Поступовий перехід від традиційних до органічних технологій вирощування овочевих культур включає елементи екологізації, що передбачає широке застосування біологічних препаратів, значно зменшуючи використання мінеральних добрив та хімічних засобів захисту рослин [13]. Наприклад, біовугілля — це продукт, який отримали із біомаси шляхом піролізу. Після проведення науковцями досліджень, які використовували біовугілля для стимуляції росту та у боротьбі з хворобами рослин, відмітили покращання фізико-хімічних властивостей ґрунту й взаємодії корисних ґрунтових мікробів із рослинами [14–16].

Завдяки компостованим органічним добривам, які утворюються із сільськогосподарських відходів (залишки рослин, які не переробляються на корм для тварин) мають значний вплив на ріст, розвиток та врожайність культур [17]. Компост, що містить у своєму складі мікроби, є біологічно активним для відновлення ґрунту, росту рослин, проростання насіння та боротьби із хворобами [18–20]. Для отримання мікоризних добрив компости доповнюють екзогенними мікроорганізмами, які збільшують накопичення органічної речовини, підтримуючи мікроорганізми, поліпшуючи структуру ґрунту [21; 22].

Під час вивчення впливу біопрепаратів на врожайність сортів томатів Ріо Фуєго та Міссурів умовах Південного Степу України, встановили, що приріст урожаю сорту Ріо Фуєго від досліджуваних препаратів становив 11,1 т/га, або 25,4%. Менш урожайним за роки досліджень виявився сорт Міссурі, але він переважно реагував на внесення біопрепаратів, у якого приріст урожайності товарних плодів порівняно з контролем становив 29,3% [23].

За використання комплексів біологічних препаратів вітчизняного виробництва в органічних технологіях забезпечує отримання насіння гороху посівного зі схожістю 94–95%, приріст урожаю насіння гороху — до 0,85 т/га (препарат Амінеон від виробника ТОВ «ЕМУ Грін») [24].

За даними Городиської І.М. та Чуб А.О. [25], які здійснили дослідження на бобових культурах встановили, що застосування біопрепаратів позитивно впливали на якісні та кількісні показники дослідних культур (соя, горох і квасоля), врожайність порівняно з контролем підвищилася на 16,5, 7,5 та 7,4%.

Із дослідження Ю.В. Машенка «Вплив систем удобрення та ефективних мікроорганізмів на продуктивність гречки в умовах Північного Степу України» [26] визначено, що використання ефективних мікроорганізмів або органо-мінеральних добрив не забезпечило високої врожайності, а лише зменшувало вміст білка, азоту, фосфору в насінні. Найкращі показники були за зас-

тосування суміші мінеральних і мікробіологічних добрив у вигляді приростів від 26,5% до 31,0%.

За відсутністю рекомендацій щодо строків та норм внесення, питання залишається відкритим для вивчення біопрепаратів, органо-мінеральних добрив та їхнього впливу на рослину.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили впродовж 2017–2019 рр. на дослідному полі кафедри овочівництва НВВ Уманського НУС. Дослід був закладений в умовах краплинного зрошення.

Фенологічні спостереження, біометричні вимірювання та облік урожаю здійснювались за загальноприйнятими методиками Інституту овочівництва і баштанництва НААН. Площа дослідної ділянки — 20 м², облікова — 10 м². Розміщення ділянок у досліді — рендомізоване, чотириразове повторення досліду. Часник озимий висаджували на початку другої декади жовтня за рядковою схемою 45×6 см.

Дослід включав такі варіанти:

1. Без підживлення (контроль).
2. Органік-баланс 2 л/га + Хелпрост 2 л/га + Липосам 1 л/га.
3. Органік-баланс 1 л/га + Хелпрост 1 л/га + Липосам 1 л/га.
4. Органік-баланс 2 л/га.
5. Хелпрост 2 л/га + Липосам 1 л/га.
6. Хелпрост 1 л/га+Липосам 1 л/га.

Восени після збирання попередника (ранні овочі) було здійснено оранку та культивуацію. Біопрепарат Органік-баланс та прилипач Липосам у нормі 2/1 л/га вносили у ґрунт восени за тиждень до висаджування однозубок. Органо-мінеральне добриво Хелпрост із нормою 1 та 2 л/га із прилипачем Липосам (1 л/га), біопрепарат Органік-баланс (2 л/га) — проводили поверхневе кореневе підживлення рослини протягом вегетації двічі (у фазі 3–4 справжніх листків, на початку утворення суцвіть та у фазі інтенсивного росту та розвитку рослини) одночасно із поливом.

Догляд за посівами включав: розпушування ґрунту у міжряддях для збереження вологи та покращання повітряного режимів, систематичне знищення бур'янів, поливний режим і підживлення.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У часнику озимого коренева система слаборозвинута, тому для формування вегетативної маси та врожаю необхідно ґрунт забезпечити поживними елементами. Отримані нами експериментальні дані свідчать про те, що застосування біопрепаратів впливають на ріст, розвиток та врожайність часнику озимого. Температура повітря у 2016–2017 рр. із дати висаджування часнику озимого сорту Прометей до появи сходів була дещо нижчою, проте близькою до багаторічної температури. У 2017–2018 рр. погодні умови в осінньо-зимовий період були теплими, що спричинило появу сходів. Загальна висота рослин станом на 3 листопада 2017 р. була в межах 2,4–5,2 см, а кількість листків на рослині 1–1,6 шт. Температура взимку знизилася до мінус 15°С, але вимерзання рослин не було і масові сходи відмічені з початком весняного сезону 2018 р.

Після проведення біометричних вимірювань у фазі 3–4 справжніх листків встановили, що найвищими були рослини за сумісної обробки біопрепаратом Органік-баланс та органо-мінеральним добривом Хелпрост із прилипачем Липосам із нормою 2/2/1 і 2/1/1 л/га висота рослин була 28,4 й 27,1 см. За підживлення органо-мінеральним добривом Хелпрост із прилипачем Липосам із нормою 2/1 та 1/1 л/га рослини переважали контрольний варіант на 6,4% і 6,1% відповідно. За внесення біопрепарату Органік-баланс із прилипачем Липосам із нормою 2/1 л/га висота часнику була вищою за контроль 2,2 см.

У фазі інтенсивного росту та розвитку рослини часнику озимого були вищими після підживлення біопрепаратом Органік-баланс, органо-мінеральним добривом Хелпрост із прилипачем Липосам із нормою 2/2/1 л/га й 2/1/1 л/га та переважали контроль на 39,4% і 37,3%. У першому

варіанті, де рослини поливали лише водою, висота становила 57,4 см. За підживлення органо-мінеральним добривом Хелпрост із прилипачем Липосам із нормою 2 та 1 л/га рослини часнику були вищими за контрольний варіант на 37,9% і 36,4%. Після підживлення біопрепаратом Органік-баланс спостерігали приріст висоти рослин до контролю на 38,2%.

Через місяць після сходів рослини часнику у варіанті із підживленням біопрепаратом Органік-баланс, Хелпрост із прилипачем Липосам із нормою 2/2/1 л/га та 2/1/1 л/га зафіксували максимальну різницю у висоті, де рослини переважали контроль на 12,4 см і 8,8 см. У варіанті, де часник підживлювали органо-мінеральним добривом Хелпрост та прилипачем Липосам із нормою 2/1 та 1/1 л/га приріст у висоті становив 43,4% і 41,6%. За підживленням біопрепаратом Органік-баланс висота рослини порівняно із контролем були

вищими на 6,3 см. У варіанті, де рослини поливали лише водою, висота була на рівні 62,4 см (табл. 1).

Площа листків (табл. 2) на одній рослині у фазі 3–4 справжніх листків, на фоні осіннього обробітку ґрунту біопрепаратом Органік-баланс переважав контроль на 9,9%.

За підживлення біопрепаратом Органік-баланс та органо-мінеральним добривом Хелпрост із прилипачем Липосам із нормою 2/2/1 й 2/1/1 л/га перевищував контроль на 12,3% і 11,5%. Застосування органо-мінерального добрива Хелпрост із прилипачем Липосам із нормою 2/1 та 1/1 л/га площа листків зроста на 10,1% і 9,0%. Біопрепарат Органік-баланс із прилипачем Липосам із нормою 2/1 л/га сприяли формуванню листової поверхні часнику озимого площею 236,5 см²/га.

Через місяць після сходів посівів часнику відмітили, що істотно вищою була

Таблиця 1. Висота рослин часнику озимого сорту Прометей через 30, 60, 90 діб після весняного відростання залежно від підживлення біологічним та органо-мінеральним добривом (середнє за 2017–2019 рр.)

Підживлення	30 діб	60 діб	90 діб
Без підживлення	23,7	57,4	62,4
Органік-баланс 2 л/га + Хелпрост 2 л/га + Лип.1 л/га	28,4	68,6	74,8
Органік-баланс 1 л/га + Хелпрост 1 л/га + Липосам 1 л/га	27,1	65,0	71,2
Органік-баланс 2 л/га	25,9	66,6	68,7
Хелпрост 2 л/га + Липосам 1 л/га	27,0	66,1	69,5
Хелпрост 1 л/га + Липосам 1 л/га	25,9	63,4	66,7
НІР ₀₅	1,391	4,17	5,02

Таблиця 2. Площа листової пластинки часнику озимого сорту Прометей через 30, 60, 90 діб після весняного відростання залежно від підживлення біологічним та органо-мінеральним добривом, см² (середнє за 2017–2019 рр.)

Підживлення	30 діб	60 діб	90 діб
Без підживлення	25,8	183,5	155,3
Органік-баланс 2 л/га + Хелпрост 2 л/га + Липосам 1 л/га	47,7	280,5	306,8
Органік-баланс 1 л/га + Хелпрост 1 л/га + Липосам 1 л/га	44,6	252,7	276,7
Органік-баланс 2 л/га	38,4	236,5	244,4
Хелпрост 2 л/га + Липосам 1 л/га	39,1	224,0	247,5
Хелпрост 1 л/га + Липосам 1 л/га	34,8	199,6	227,0
НІР ₀₅	3,03	11,23	13,2

Таблиця 3. Урожайність рослин залежно від підживлення органо-мінеральних та біологічним добривом 90 діб (середнє за 2017–2019 рр.)

Підживлення	Рік			Середнє	± до середнього
	2017	2018	2019		
Без підживлення	11,3	11,6	13,7	12,2	—
Органік-баланс 2 л/га + Хелпрост 2 л/га + Липосам 1 л/га	20,6	15,1	20,4	18,7	6,5
Органік-баланс 1 л/га + Хелпрост 1 л/га + Липосам 1 л/га	19,4	17,3	18,2	18,3	6,1
Органік-баланс 2 л/га	19,0	15,5	17,8	17,4	5,2
Хелпрост 2 л/га + Липосам 1 л/га	18,6	14,8	17,4	16,9	4,7
Хелпрост 1 л/га + Липосам 1 л/га	16,8	13,3	15,6	15,2	3,0
НІР ₀₅	1,35	1,09	1,29	1,24	—

площа листової поверхні за підживлення біопрепаратом Органік-баланс і органо-мінеральним добривом Хелпростом із прилипачем Липосам нормою 2/2/1 та 2/1/1 л/га 306,8 см² і 276,7 см². У варіанті, де підживлювали лише органо-мінеральним добривом Хелпрост із прилипачем Липосам нормою 2/1 та 1/1 л/га, площа листків була 247,5 см² і 227,0 см². Біопрепарат Органік-баланс з прилипачем Липосам із нормою 2/1 л/га мали позитивний вплив на рослини, площа асиміляційної поверхні становила — 244,4 см².

Одним із важливих показників вирощування часнику озимого є урожайність. За результатами наших досліджень, у середньому за три роки часник озимий сорту Прометей по-різному реагував на підживлення біопрепаратами та органо-мінеральним добривом (табл. 3).

Характеризуючи середні дані, було зафіксовано, що за підживлення посівів однозубки біопрепаратом Органік-баланс і органо-мінеральним добривом Хелпрост із прилипачем Липосам із нормою 2/2/1 л/га та 2/1/1 л/га урожайність була найвищою і приріст урожаю становив 6,5 і 6,1 т/га.

Так, на фоні осіннього обробітку ґрунту біопрепаратом Органік-балансом уро-

жайність відносно контрольного варіанта зросла на 2,1%. За підживлення органо-мінеральним добривом Хелпрост із прилипачем Липосам вищі показники продуктивності одержано у варіанті нормою його внесення 2/1 л/га та переважав контроль на 2,6%, підживлення нормою 1/1 л/га урожайність підвищилася на 3 т/га. Загалом, урожайність за внесення органо-мінерального добрива Хелпрост нормою 1 та 2 л/га із прилипачем Липосам 1 л/га в 1,2–1,3 раза більша проти контролю.

ВИСНОВКИ

Отже, встановлено, що органо-мінеральні та біологічні добрива позитивно впливали на ріст та розвиток однозубок часнику озимого сорту Прометей протягом вегетаційного періоду. Висота рослин порівняно із контролем зростала на 36,4–39,4%.

Приріст спостерігали за використання біопрепаратом Органік-баланс і органо-мінеральним добривом Хелпрост із прилипачем Липосам із нормою 2/2/1 л/га та 2/1/1 л/га сприяли формуванню листової поверхні часнику площею 280,5 і 252,7 см². Підвищення врожайності цієї культури у 1,2–1,5 раза, приріст сягав від 3 до 6,5 т/га.

ЛІТЕРАТУРА

1. Baveja P., Kumar S., Kumar G. Nawozy i pestycydy: ich wpływ na zdrowie gleby i środowisko. W zdrowiu gleby; Springer: Berlin/Heidelberg, Niemcy, 2020. P. 265–285.
2. Балюк С.А., Носко Б.С., Воротинцева Л.І. Регулювання родючості ґрунтів та ефективності добрив в умовах змін клімату. Вісник аграрної науки. 2018. № 4. С. 5–12. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201804-01>.
3. Дубицька А.О., Качмар О.Й., Дубицький О.Л., Вавринович О.В. Вплив екологічно безпечних систем удобрення пшениці озимої на біологічну

- активність ґрунту в умовах зміни клімату. *Зернові культури*. 2019. Т. 3. № 2. С. 331–336. DOI: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0093>.
4. Бердніков О.М., Волкогон В.В., Потапенко Л.В., Козар С.Ф. Агрохімічна оцінка ефективності біопрепаратів у вузькоспеціалізованій сівозміні. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2020. Вип. 31. С. 44–50. DOI: <https://doi.org/10.35868/1997-3004.31.44-50>.
 5. Bhardwaj A.K., Aria G., Kumar R. et al. Transitioning to nanonutrients to support agroecosystems and the environment: Challenges and benefits of moving from ion to particle nutrition. *J. Nanobiotechnology*. 2022. Vol. 20. 19 p.
 6. Костюкевич Т.К. К72 Забруднення природного середовища мінеральними добривами: конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2023. 186 с.
 7. Chaitra A., Ahuja R., Sidhu S., Sikka R. Znaczenie nanonawozów w rolnictwie zrównoważonym. *Środowisko. Nauka. Ekol. Aktualny rez*. 2021. Vol. 5. 1029 p.
 8. Durán-Lara E.F., Valderrama A. and Marican A. Natural organic compounds for application in organic farming. *Agric*. 2020. Vol. 10. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture10020041>.
 9. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України / за ред. М.В. Зубець. Київ: Аграрна наука, 2010. 980 с.
 10. Przegląd J. Zrównoważone praktyki rolnicze mające na celu poprawę wzrostu i plonów niektórych ważnych upraw popularnych w Walwa Tehsil, dystrykt Sangli (Maharashtra). *Plant. Nauka. rez*. 2021. Vol. 37. P. 133–143.
 11. Calvo P., Nelson L. and Klopper J.W. Use of plant biostimulants in agriculture. *Plant soil*. 2014. Vol. 383. P. 3–41. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8>.
 12. Ahirvar N. K., Singh R., Chavraziya S. et al. Effective Role of Beneficial Microbes in Achieving Sustainable Agriculture and Green Environment Development Goals: A Review. *Front. microbiol*. 2020. Vol. 5. P. 111–123.
 13. Surendra K. Dara. Biological inoculants and biopesticides in small fruit and vegetable production in California. Vol. 2: Advances in Bio-Inoculants Advances in Bio-inoculant Science. 2022. P. 277–283.
 14. Paerl H.V., Pinkney J.L. and Step T.F. The Cyanobacterial-Bacterial Consortium: Exploring the Functional Unit of Microbial Survival and Growth in Extreme Environments. *Environment. microbiol*. 2000. Vol. 2. P. 11–26.
 15. Rasul M., Akhter A., Soya G. and Hyder M.S. Role of biochar, compost and plant growth promoting rhizobacteria in tomato early blight control. *Sci. Reply*. 2021. Vol. 11. 6092 p.
 16. Agarwal H., Kashyap V.G., Mishra A. et al. Biochar based fertilizers and their applications for plant growth promotion and protection. *Biotech*. 2022. Vol. 12. 136 p.
 17. Whitbread A., Blair G., Konboon Y. et al. Managing crop residues, fertilizers and leaf litters to improve soil c, nutrient balances, and the grain yield of rice and wheat cropping systems in Thailand and Australia. *Agric. Ecosyst. Environ*. 2003. Vol. 100. P. 251–263. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(03\)00189-0](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(03)00189-0).
 18. Sharma S., Singh P., Choudhary O.P. and Neemisha. Nitrogen and rice straw incorporation impact nitrogen use efficiency, soil nitrogen pools and enzyme activity in rice-wheat system in north-western India. *F. Crop Res*. 2021. Vol. 266. P. 108131. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2021.108131>.
 19. Singh S. A review on possible elicitor molecules of cyanobacteria: Their role in improving plant growth and providing tolerance against biotic or abiotic stress. *J. Appl. Microbiol*. 2014. Vol. 117. P. 1221–1244. DOI: <https://doi.org/10.1111/jam.12612>.
 20. Uzoh I.M. and Babalola O. Rhizosphere biodiversity as a premise for application in bio-economy. *Agric. Ecosyst. Environ*. 2018. Vol. 265. P. 524–534. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.07.003>.
 21. Kaur S., Kaur M., Devi R. and Kapoor S. Paddy straw and maize stalks compost for cultivation of agaricus bisporus. *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci*. 2019. Vol. 8. P. 2418–2428. DOI: <https://doi.org/10.20546/ijemas.2019.801.255>.
 22. Zahra M.B., Fayyaz B., Aftab Z.E.H. and Haider M.S. Mitigation of degraded soils by using biochar and compost: a systematic review. *J. Soil Sci. Plant Nutr*. 2021. Vol. 21. P. 2718–2738. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42729-021-00558-1>.
 23. Youssef M.A., Yousef A.F., Ali M.M et al. Exogenously applied nitrogenous fertilizers and effective microorganisms improve plant growth of stevia (*Stevia rebaudiana bertonii*) and soil fertility. *AMB Express*. 2021. Vol. 11. P. 133. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13568-021-01292-8>.
 24. Mahapatra S., Yadav R. and Ramakrishna W. *Bacillus subtilis* impact on plant growth, soil health and environment: Dr. Jekyll and Mr. Hyde. *J. Appl. Microbiol*. 2022. Vol. 132. P. 3543–3562. DOI: <https://doi.org/10.1111/jam.15480>.
 25. Horodyska I.M., Ternovyi Yu.V. and Chub A.O. Rol biolohichnykh preparativ u orhanichnomu zemlerobstvi. 2018. P. 54–58.
 26. Машенко Ю.В. Вплив систем удобрення та ефективних мікроорганізмів на продуктивність гречки в умовах Північного Степу України. *Бюл. Ін-ту зерн. гост-ва*. Кіровоград. 2009. С. 26–30.

REFERENCES

1. Baveja, P., Kumar, S. & Kumar, G. (2020). Nawozy i pestycydy: ich wpływ na zdrowie gleby i środowisko. W zdrowiu gleby; Springer: Berlin/Heidelberg, Niemcy, 265–285 [in English].
2. Balyuk, S.A., Nosko, B.S. & Vorotyntseva, L.I. (2018). Regulyuvannya rodyuchosti Gruntiv ta efektyvnosti dobryv v umovah zmin klimatu [Regulation of soil fertility and fertilizer efficiency in conditions of climate change]. *Herald of Agrarian Science*, 4, 5–12. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovysnyk201804-01> [in Ukrainian].
3. Dubytska, A.O., Kachmar, O.Y., Dubytskyi, O.L. & Vavrynovych, O.V. (2019). Vplyv ekolohichno bezpechnykh system udobrennia pshenytsi ozymoi

- na biolohichnu aktyvnist gruntu v umovakh zminy klimatu [The effect of ecologically safe fertilization systems of winter wheat on the biological activity of the soil in conditions of climate change]. *Zernovi kultura — Cereal crops*, 3, 2, 331–336. DOI: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0093> [in Ukrainian].
4. Berdnikov, O.M., Volkogon, V.V., Potapenko, L.V. & Kozar, S.F. (2020). Ahrokhimichna otsinka efektyvnosti biopreparativ u vuzkospetsializovanii sivozmini [Agrochemical evaluation of the effectiveness of biological preparations in highly specialized crop rotation]. *Silskohospodarska mikrobiologhiia — Agricultural microbiology*, 31, 44–50. DOI: <https://doi.org/10.35868/1997-3004.31.44-50> [in Ukrainian].
 5. Bhardwaj, A. K., Aria, G., Kumar, R. et al. (2022). Transitioning to nanonutrients to support agroecosystems and the environment: Challenges and benefits of moving from ion to particle nutrition. *J. Nanobiotechnology*, 20, 19 [in Ukrainian].
 6. Kostyukevich, T.K. (2023). *K72 Zabrudnennia pryrodnoho seredovyschcha mineralnymi dobryvamy: konspekt lektsii [Pollution of the natural environment by mineral fertilizers: lecture notes]*. Odesa: ODEKU [in Ukrainian].
 7. Chaitra, A., Ahuja, R., Sidhu, S. & Sikka, R. (2021). Znaczenie nanonawozów w rolnictwie zrównoważonym. *Środowisko. Nauka. Ekol. Aktualny rez.*, 5, 1029 [in English].
 8. Durán-Lara, E.F., Valderrama, A. & Marican, A. (2020). Natural organic compounds for application in organic farming. *Agric*, 10. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture10020041> [in English].
 9. Zubets, M.V. (Ed.). (2010). *Naukovi osnovi agropromisloвого virobnitstva v zoni Lisostepu Ukraïni [Scientific basis of agro-industrial production in the forest-steppe zone of Ukraine]*. Kyiv [in Ukrainian].
 10. Overview, J. (2021). Sustainable agricultural practices to improve the growth and yield of some important crops popular in Walwa Tehsil, Sangli district (Maharashtra). *Plant.*, 37, 133–143 [in English].
 11. Calvo, P., Nelson, L. & Klopfer, J.W. (2014). Use of plant biostimulants in agriculture. *Plant soil.*, 383, 3–41. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8> [in English].
 12. Ahirvar, N.K., Singh, R., Chavraziya, S. et al. (2020). Effective Role of Beneficial Microbes in Achieving Sustainable Agriculture and Green Environment Development Goals: A Review. *Front. microbiol.*, 5, 111–123 [in English].
 13. Surendra, K. Dara (2022). Biological inoculants and biopesticides in small fruit and vegetable production in California. *Advances in Bio-Inoculants Advances in Bio-inoculant Science*, 2, 277–283 [in English].
 14. Paerl, H.V., Pinkney, J.L. & Step, T.F. (2000). The Cyanobacterial-Bacterial Consortium: Exploring the Functional Unit of Microbial Survival and Growth in Extreme Environments. *Environment. microbiol.*, 2, 11–26 [in English].
 15. Rasul, M., Akhter, A., Soya, G. & Hyder, M.S. (2021). Role of biochar, compost and plant growth promoting rhizobacteria in tomato early blight control. *Sci. Reply.*, 11, 6092 [in English].
 16. Agarwal, H., Kashyap, V.G., Mishra, A. et al. (2022). Biochar based fertilizers and their applications for plant growth promotion and protection. *Biotech.*, 12, 136 [in English].
 17. Whitbread, A., Blair, G., Konboon, Y. et al. (2003). Managing crop residues, fertilizers and leaf litters to improve soil c, nutrient balances, and the grain yield of rice and wheat cropping systems in Thailand and Australia. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 100, 251–263. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(03\)00189-0](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(03)00189-0) [in English].
 18. Sharma, S., Singh P., Choudhary, O. P. & Neemisha (2021). Nitrogen and rice straw incorporation impact nitrogen use efficiency, soil nitrogen pools and enzyme activity in rice-wheat system in north-western India. *F. Crop Res.*, 266, 108131. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2021.108131> [in English].
 19. Singh, S. (2014). A review on possible elicitor molecules of cyanobacteria: Their role in improving plant growth and providing tolerance against biotic or abiotic stress. *J. Appl. Microbiol.*, 117, 1221–1244. DOI: <https://doi.org/10.1111/jam.12612> [in English].
 20. Uzoh, I. M. & Babalola, O. (2018). Rhizosphere biodiversity as a premise for application in bio-economy. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 265, 524–534. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.07.003> [in English].
 21. Kaur, S., Kaur M., Devi, R. & Kapoor, S. (2019). Paddy straw and maize stalks compost for cultivation of agaricus bisporus. *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci.*, 8, 2418–2428. DOI: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.801.255> [in English].
 22. Zahra, M.B., Fayyaz, B., Aftab, Z.E.H. & Haider, M.S. (2021). Mitigation of degraded soils by using biochar and compost: a systematic review. *J. Soil Sci. Plant Nutr.*, 21, 2718–2738. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42729-021-00558-1> [in English].
 23. Youssef, M.A., Yousef, A.F., Ali, M.M. et al. (2021). Exogenously applied nitrogenous fertilizers and effective microorganisms improve plant growth of stevia (*Stevia rebaudiana bertonii*) and soil fertility. *AMB Express*, 11, 133. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13568-021-01292-8> [in English].
 24. Mahapatra, S., Yadav, R. & Ramakrishna, W. (2022). *Bacillus subtilis* impact on plant growth, soil health and environment: Dr. Jekyll and Mr. Hyde. *J. Appl. Microbiol.*, 132, 3543–3562. DOI: <https://doi.org/10.1111/jam.15480> [in English].
 25. Horodyska, I.M., Ternovy, Yu.V. & Chub, A.O. (2018). Rol biolohichnykh preparativ u orhanichnomu zemlerobstvi, 54–58 [in English].
 26. Mashchenko, Yu.V. (2009). Vplyv system udobrennia ta efektyvnykh mikroorhanizmv na produktyvnist hrechky v umovakh pivnichnoho stepu Ukrainy [The influence of fertilization systems and effective microorganisms on the productivity of buckwheat in the conditions of the northern steppe of Ukraine]. *Byulleten' Instytutu zernovoho hospodarstva — Bulletin of the Institute of Grain Management*, 26–30 [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 26.08.2023

ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ІНТЕНСИВНОСТІ ФІТОТОКСИЧНОГО ВПЛИВУ ГЕРБІЦИДІВ У ПОСІВАХ ОЗИМИХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

В.І. Стародуб, Є.Д. Ткач, В.І. Шавріна

*Інститут агроєкології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: myrzavica88@gmail.com; ORCID: 0000-0003-3883-9453
e-mail: bio_eco@ukr.net; ORCID: 0000-0002-0666-1956
e-mail: eco_agro@ukr.net; ORCID: 0000-0002-2370-7530*

Дослідження щодо вивчення ефективного використання гербіцидів, а в подальшому їх вплив безпосередньо на рослини сільськогосподарських культур є актуальним завданням як в агроєкології, так і в агрономії. Тому, в польових умовах, на території Сквирської дослідної станції органічного виробництва (СДСОВ) м. Сквиря, впродовж жовтня–грудня 2022 р. у фазі ВВСН 13–20 (до фази куцнення) нами було проведено дослідження з визначення ефективності й інтенсивності фітотоксичного впливу одно- та двокомпонентних гербіцидів системної дії у посівах пшениці озимої. Визначено ефективність дії гербіцидів через 21 добу після проведення обприскування посівів. Так, препарат із діючою речовиною 2,4-д, 2-етил-гексилловий ефір 300 г/л + йодосульфурон-метил натрію 15 г/кг, за норми витрати 0,7 л/га на 21 добу після обприскування пшениці мав ефективність 65,8–83, що була найвищою серед досліджуваних варіантів. Після обприскування посівів та вивчення ефективності гербіцидів проводили визначення інтенсивності фітотоксичного впливу препаратів на рослини пшениці озимої. Найвищий прояв фітотоксичності дії на рослини мав гербіцид із препаративною формою трибенурон-метил, 102,5 г/кг + дикамба, 659 г/кг за норми витрати 20,0 г/га. Визначено, що на 7-му добу після його використання інтенсивність прояву фітотоксичності сягала 12,02%, а через 21 добу після внесення — 7,14%. Також визначали фітотоксичну дію гербіциду з діючою речовиною аклоніфен 520 г/кг за норми витрати 2,0 л/га, на рослини пшениці, що на 7-му добу становила 9,16%, через 21 добу після внесення — 4,80%. У варіантах, де вносили вищезгадані препарати спостерігали пожовтіння листків, скручування країв листків (поодинокі), незначні некрози на верхівках листків. Доведено, що за шкалою прояву фітотоксичності всі досліджувані гербіциди мали ледь помітний ступінь прояву фітотоксичності — 10%, що відповідало 1 балу.

Ключові слова: хімічні препарати, бур'яни, пшениця озима, діюча речовина.

ВСТУП

Відомо, що зернові культури в Україні посідають одне з найбільш провідних місць у галузі рослинництва. Вітчизняний та зарубіжний досвід свідчить про те, що застосування інтенсивних технологій вирощування зернових культур на сучасному етапі розвитку землеробства дає можливість у зонах із сприятливими ґрунтово-кліматичними умовами постійно одержувати понад 5,0 т/га зерна. Однак, нещодавно фітосанітарний стан посівів озимих зернових культур значно погіршився. Це передусім зумовлено нестабільними погодними умовами (останніми роками спос-

терігаються малосніжні теплі зими та бездошові спекотні літа), кризовими явищами в економіці, загальним зниженням рівня агротехніки, порушенням технології вирощування та ін.

Варто відмітити, що посіви пшениці озимої засмічують понад 80 видів бур'янів. Найбільш розповсюдженими є багаторічні коренепаросткові, зимуючі та однорічники.

Доведено, що забур'яненість озимих зернових значно впливає на врожайність культури. Наявність у посівах проростків багаторічних (15–35 шт./м²) та насіння однорічних бур'янів (до 3500 шт./м²) втрати врожаю можуть становити від 25–55% [1].

У системі захисних заходів у світовому сільському господарстві насамперед домінує хімічний метод. Для отримання високих та стабільних урожаїв зернових захист посівів від бур'янів є надзвичайно важливим елементом технології вирощування культур.

Однак, з іншого боку, використання гербіцидів може негативно впливати на саму культуру. Тобто, здійснюється фітотоксична дія препарату на рослину. Такий вплив препаратів призводить до значних пошкоджень культурних рослин, а в деяких випадках до повної втрати їх продуктивності.

Досліджено, що гербіциди, за їх не правильного використання, а також за несприятливих умов під час використання, можуть завдавати значної шкоди культурній рослині.

Наслідками фітотоксичної дії гербіцидів можуть бути зниження схожості, енергії проростання насіння, зменшення накопичення сухої речовини. Також ознаками фітотоксичної дії хімічних сполук або речовин є опіки надземних органів рослин, листків, колоса, хлороз листків, опадання листків, розростання деяких органів і тканин рослин, викривлення стебел, пригнічення росту й розвитку, порушення обміну речовин, зниження врожаю і його якості і в результаті накопичення залишкових кількостей в урожаї та ґрунті. Загалом, унаслідок фітотоксичної дії пригнічується ріст і розвиток рослин культур, знижується їх врожайність, рослина стресує або повністю гине [2].

Тому, **метою наших досліджень** було визначення ефективності досліджуваних одно- та двокомпонентних гербіцидів проти спектра найпоширеніших видів бур'янів, що засмічували посіви в осінній період вегетації, після сходів пшениці озимої, а також обстеження цих посівів, після проведення обприскування, для визначення інтенсивності фітотоксичної дії препаратів на рослини пшениці озимої, аби під час вирощування озимих зернових культур забезпечити правильне використання засобів захисту.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Європейською та Середземноморською організаціями із захисту рослин було розроблено рекомендації з оцінки фітотоксичності пестицидів, де зазначено, що оцінка фітотоксичності засобів захисту рослин для сільськогосподарських культур або рослинного продукту є важливим елементом оцінки його ефективності.

Основні принципи оцінки фітотоксичності однакові незалежно від того чи є досліджувана сполука гербіцидом, фунгіцидом, інсектицидом і т. д., різниця лише полягає не в методиці оцінки, а в плані експерименту. Стандартами ЄОКЗР (Європейська організація карантину та захисту рослин) у пункті 1 щодо оцінки ефективності гербіцидів включають випробування як на ефективність, так і на селективність препаратів через більший ризик для врожаю від хімічних сполук, які розроблені для впливу на рослини.

Методи, які використовуються для оцінки фітотоксичності також можуть бути використані, якщо засоби захисту рослин мають «позитивний» вплив на культуру під час випробування селективності. Вибір сорту також є важливим з огляду на оцінку фітотоксичності. Втім може бути корисним проведення спеціальних випробувань для порівняння фітотоксичності декількох сортів культури [3].

За кордоном дослідженнями з визначення фітотоксичності пестицидів почали займатися ще в 1973 р. Так, у 2020 р. канадськими вченими з лісового господарства було проведено експерименти (польові й тепличні), аби визначити можливі фітотоксичні ефекти пестицидів, які вносили на насіння, розсаду, молоді саджанці сосни, ялини та туї [4].

Науковці з факультету ботаніки Державного наукового коледжу Мадхав, Уджайн, Мадх'я-Прадеш (Індія, 2022 р.), проводили польові дослідження на пшениці озимій із використанням трьох різних пестицидів, що належали до різних хімічних груп, а саме: вітавакс пауер, тріазоцел, супер-Кіллер 25. Здійснювали контроль у посівах пшениці

озимої, досліджуючи вплив цих препаратів на проросле насіння, при цьому збільшуючи концентрацію препаратів.

Було виявлено, що всі пестициди знижували відсоток схожості насіння пшениці порівняно з контролем, за винятком вітавакс пауер, який дав позитивні результати. Всі використані концентрації пестицидів мали фітотоксичний вплив на проростання насіння та проросле насіння загалом [5].

В Україні також чимало вчених займаються вивченням та дослідженням фітотоксичності пестицидів, адже це є актуальним питанням в агропромисловому виробництві. Як доводить у своїх працях І. Сторчоус, що фітотоксичний моніторинг є обов'язковим. Під час контролю запропоновано здійснювати оцінку інтенсивності (характеру) і масштабів пошкодження рослин у балах за критеріями. За умов виявлення проявів фітотоксичності з інтенсивністю два бали рекомендовано здійснити додаткове обстеження таких полів фахівцями токсикологами [6; 7].

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження з визначення ефективності та інтенсивності прояву фітотоксичності гербицидів на пшениці озимій сорту Колонія було проведено за загальноприйнятою методикою С.О. Трибеля [2], в польових умовах на території Сквирської дослідної станції органічного виробництва (СДСОВ)

Інституту агроєкології і природокористування НААН у період жовтень–грудень 2022 р., у фазі сходи — початок кушення (ВВСН — 13–20 — до кушення). Тому, що саме в цій фазі розвитку культури спостерігали значне засмічення посівів бур'янами.

Ґрунтовий покрив дослідної ділянки: чорноземи глибокі малогумусні, середньосуглинкового складу на карбонових породах та на лесі. Орний шар характеризувався такими агрохімічними показниками: рН_{сол.} — 6,65; вміст гумусу (за Тюриним) — 4,25%, легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) — 124,25 мг/кг, обмінного калію і рухомого фосфору (за Чириковим) — відповідно 119,2 мг/кг і 126,1 мг/кг ґрунту.

Досліджувані пестициди — це одно- й двокомпонентні гербициди для післясходової обробки пшениці озимій проти широкого спектра одно- та дводольних бур'янів. За характеристикою дії вони відносяться до групи системних гербицидів, за групою за хімічним складом — сульфонілсечовини, діфінілові ефіри, арилоксіалкарбонові кислоти. За механізмом дії це препарати, що безпосередньо інгібують фермент ацетоллактатсинтазу. Цей фермент бере участь в утворенні деяких амінокислот, що мають розгалужений ланцюг. А це, своєю чергою, зумовлює зупинку клітинного росту і ділення рослин бур'янів.

Основними критеріями відбору для проведення дослідження саме таких гербицидів були: кількість ввезених і викорис-

Таблиця 1. Схема дослідів

№ з/п	Варіант	Норма внесення
1	Контроль (обробка водою)	—
2	Трибенурон-метил, 102,5 г/кг + дикамба, 659 г/кг	20 г/га
3	Аклоніфен 520 г/кг	2,0 л/га
4	2,4-д, 2-етил-гексилловий ефір 300 г/л	0,8 л/га
5	2,4-д, 2-етил-гексилловий ефір 300 г/л + йодосульфурон-метил натрію 15 г/кг	0,7 л/га
6	2,4-д, 2-етил-гексил 300 г/л + йодосульфурон метил натрію 5 г/кг	0,5 л/га
7	Йодосульфурон-метил натрію 10 г/кг + форамсульфурон 300 г/кг	0,1 л/га
8	Йодосульфурон-метил натрію 5 г/кг + мезосульфурон-метил 7,5 г/л	0,35 л/га
9	Йодосульфурон-метил натрію 15 г/кг + мефенпір-діетил, 15 г/кг	0,3 л/га

таних в Україні, вартість, доступність, а також ефективність їх використання.

Ефективність дії гербіцидів визначали за показниками щільності бур'янів у контролі та дослідних варіантах. Під час післясходового обприскування препаратами визначали спочатку початкове забур'янення посівів, а потім після обробки, через 21 добу. До того ж, обраховували загальну щільність бур'янів.

Ефективність дії гербіцидів визначали за формулою:

$$E\partial = \frac{100(A - B)}{A}, \quad (1)$$

де A – щільність бур'янів у дослідному варіанті до обробки, шт./м²; B – щільність бур'янів у дослідному варіанті після обробки, шт./м².

Наступним етапом наших досліджень було візуальне визначення прояву гер-

біцидної фітотоксичності та визначення критеріїв пошкодження на всіх варіантах, де вносили препарати за різних норм, в трьохкратній повторності у посівах пшениці озимої (9 варіантів) методом підрахунку загальної кількості рослин культур у кожному варіанті й кількості уражених рослин, якщо такі були у варіантах та визначали середнє по повторностях.

Відомо, що фітотоксичність – це здатність хімічних сполук (у цьому досліді засобів захисту рослин – гербіцидів) спричиняти тимчасову або тривалу шкоду рослинам культури.

Тому, після проведення обприскування, на третю добу, оглядали рослини, відмічали кількість рослин з опіками та візуально оцінювали ступінь опіків за шкалою в балах (табл. 2). Оцінку інтенсивності та масштабів пошкодження здійснювали за критеріями пошкодження. Через 7-му та

Таблиця 2. Шкала визначення критеріїв пошкодження рослин культури

Бал пошкодження	Критерії пошкодження
I	Хлороз, пожовтіння листків, скручування країв та кінчиків листків, вигини стебел і черешків та інші морфологічні зміни. Вищезгадані форми (одна або одночасно декілька) в слабкорозвинутій формі проявляються плямами
II	Хлороз, пожовтіння листків, скручування країв та кінчиків листків, вигини стебел і черешків та інші морфологічні зміни. Вищезгадані форми проявляються великою мірою відставання у рості рослин, зрідженість посівів
III	Випадання рослин становить понад 30%, є осередки без рослин площею понад 100 м ²
IV	Загибель рослин на значних площах с/г посівів (понад 1 га) або повністю на полях, площа яких не перевищує 1 га

Таблиця 3. Шкала визначення прояву фітотоксичності пестицидів для рослин культури

Бал	Ступінь прояву фітотоксичності	Площа листової пластинки охоплена опіком, %
0	Відсутній	0
1	Ледь помітний	До 10
2	Слабкий	11–25
3	Середній	26–50
4	Сильний	51–75
5	Дуже сильний	Понад 75 та опалі листки

21-шу доби після обробки препаратами обліки повторювали, визначаючи середнє під час трьох обліків.

Доведено, що під час візуального обстеження не завжди можна достовірно виявити фітотоксичність як основну причину пригнічення рослин. Тому, що аналогічні ознаки пригнічення і загибель рослин можуть бути викликані й іншими причинами, такими як, наприклад, вимокання рослин, засоленням ґрунтів, передозуванням добрив, хворобами та іншими чинниками. Одноточний висновок про прояв пестицидної фітотоксичності, як правило, може бути встановлено лише після огляду рослин, відбору ґрунтових проб та їх аналізу на вміст залишкових кількостей пестицидів і їх фітотоксичних метаболітів. Попередні висновки можливо будуть зроблені також на підставі історії поля: асортименту і кількості внесених пестицидів, зокрема на полях, розташованих і поряд з полями, які обстежуються [10–20].

Існують критерії, за якими візуально визначають інтенсивність та масштаби пошкодження рослин (див. *табл. 2*).

Інтенсивність фітотоксичної дії пестицидів визначали за формулою:

$$I_{\Phi} = \frac{100 \sum (a \cdot b)}{a}, \quad (2)$$

де I_{Φ} — інтенсивність прояву фітотоксичності, %; a — загальна кількість листків в обліку, шт.; $(a \cdot b)$ — добуток кількості пошкоджених листків на відповідний бал. (*табл. 3*) [2].

Оскільки наразі заходи контролю фітотоксичності відсутні, слід зосередитися на їх профілактиці.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОРОЕННЯ

Під час огляду посівів пшениці озимої, у фазі 2–5 листків культури, нами було виявлено зимуючі види сеgetальних бур'янів, як-от однодольні — метлоку звичайний (*Apera spica venti* L.), стоколос покрівельний (*Anisantha tectorum* (L.) Nevski), дводольні — волошка синя (*Centaurea cyanus* L.), злинка канадська (*Erigeron canadensis* L.),

латук дикий (*Lactuca serriola* L.), грицики звичайні (*Capsella bursa-pastoris* L.), осот городній (*Sonchus oleraceus* L.), кучерявець Софії (*Descurainia sophia* L.) [11].

Для того щоб рослини пшениці озимої не конкурували з сеgetальною рослинністю до входу в зиму та аби в подальшій технології використання азотних добрив у посівах, по мерзло-талому ґрунту було ефективним (оскільки паралельно відбувається і підживлення бур'янів, а це, своєю чергою, призводить до великих втрат азоту, тому, що бур'яни відновлюють свою вегетацію швидше, тим самим швидше засвоюють азот із ґрунту). Тому обробку гербіцидами здійснювали в осінній період, оскільки температура повітря коливалась у межах від +5 до +8°C, що сприяло проведенню обприскування.

Доведено, що за низьких температур, деякі препарати спрацьовують повільно або взагалі не проявляють свою ефективність відносно рослин бур'янів. До того ж, визначали ефективність досліджуваних препаратів (гербіцидів) у посівах пшениці озимої у фазі ВВНС 13 – 20 (до кущення), що спричинило значне зменшення кількості бур'янів на м² (*табл. 4*).

Через 21 добу після внесення препарату з діючою речовиною Трибенурон-метил, 102,5 г/кг + дикамба, 659 г/кг його ефективність становила 63,8–80,6%.

За використання гербіциду Аклоніфен 520 г/кг ефективність на 21-шу добу сягала 47,6–82,8%.

Препарат із діючою речовиною 2,4-д, 2-етил-гексилловий ефір 300 г/л за норми витрати 0,8 л/га був ефективним на 56,8 – 71,2% через 21 добу після обприскування посівів.

Гербіцид із діючою речовиною 2,4-д, 2-етил-гексилловий ефір 300 г/л + йодосульфурон-метил натрію 15 г/кг, за норми витрати 0,7 л/га на 21-шу добу після обприскування пшениці мав ефективність 65,8–83%, а також найкращий результат серед досліджуваних варіантів.

Препарат із діючою речовиною трибенурон-метил, 560 г/кг + тифенсульфурон-метил, 180 г/кг, за норми витрати 0,3 л/га

Таблиця 4. Ефективність дії гербіцидів на пшениці озимій, 2022 р.

Вид бур'яну	Варіанти дослідів*						
	на 21 добу після обробки						
	1	2			3		
	шт./м	до обробки, шт./м ²	після обробки, шт./м ²	ефективність, %	до обробки, шт./м ²	після обробки, шт./м ²	ефективність, %
<i>Apera spica venti</i> L.	17	16	3,1	80,6	15	5,1	66
<i>Anisantha tectorum</i> (L.) Nevski	16	15	3,7	75,3	14	2,4	82,8
<i>Centaurea cyanus</i> L.	21	19	9,8	48,4	20	10	50
<i>Erigeron canadensis</i> L.	25,2	24,2	8,3	65,7	18	5,2	71,1
<i>Lactuca serriola</i> L.	19	18	6,5	63,8	17	8,9	47,6
<i>Capsella bursa-pastoris</i> L.	21	20,9	7,1	66	19	7,2	62,1
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	15	14,6	3,5	76,	13	5,8	55,4
<i>Descurainia sophia</i> L.	14	13,9	2,8	79,8	12	4,2	65

Вид бур'яну	Варіанти дослідів*					
	на 21 добу після обробки					
	4			5		
	до обробки, шт./м ²	після обробки, шт./м ²	ефективність, %	до обробки, шт./м ²	після обробки, шт./м ²	ефективність, %
<i>Apera spica venti</i> L.	12	4,2	65	10,5	3,1	70,5
<i>Anisantha tectorum</i> (L.) Nevski	13	3,9	70	13	2,2	83
<i>Centaurea cyanus</i> L.	16	5,2	67,5	12	4,3	64,2
<i>Erigeron canadensis</i> L.	9	2,5	72,2	10	3,4	66
<i>Lactuca serriola</i> L.	16	6,9	56,8	11,5	3	74
<i>Capsella bursa-pastoris</i> L.	12	4,2	65	12	4,1	65,8
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	13	4,2	67,7	8	1,5	81,2
<i>Descurainia sophia</i> L.	11	3,7	66,4	12	3,2	73,3

Вид бур'яну	Варіанти дослідів*					
	на 21 добу після обробки					
	6			7		
	до обробки, шт./м ²	після обробки, шт./м ²	ефективність, %	до обробки, шт./м ²	після обробки, шт./м ²	ефективність, %
<i>Apera spica venti</i> L.	13	3,8	70,7	12,5	5,1	59,2
<i>Anisantha tectorum</i> (L.) Nevski	12	3,6	70	11	2,4	78,1
<i>Centaurea cyanus</i> L.	19	6,4	66,3	10	3,3	67
<i>Erigeron canadensis</i> L.	16	6,6	58,7	14	5,2	62,8
<i>Lactuca serriola</i> L.	12	4,5	62,5	11	3,8	65,4
<i>Capsella bursa-pastoris</i> L.	11	3,8	65,4	13	4,2	67,7
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	12	5	58,3	9	2,4	73,3
<i>Descurainia sophia</i> L.	10	2,1	79	10,2	3,8	62,7

Вид бур'яну	Варіанти дослідів*					
	на 21 добу після обробки					
	8			9		
	до обробки, шт./м ²	після обробки, шт./м ²	ефективність, %	до обробки, шт./м ²	після обробки, шт./м ²	ефективність, %
<i>Apera spica venti</i> L.	11	4,2	62	10,5	3,1	70,4
<i>Anisantha tectorum</i> (L.) Nevski	13	3,9	70	13	6,2	52,3
<i>Centaurea cyanus</i> L.	11	2,3	79	12	4,3	64,1
<i>Erigeron canadensis</i> L.	9	2,5	72	10	2,2	78
<i>Lactuca serriola</i> L.	16	6,9	57	11,5	3	74
<i>Capsella bursa-pastoris</i> L.	12	4,2	65	12	3,4	71,6
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	12	5	58	9	2	78
<i>Descurainia sophia</i> L.	10	3,8	62	12	4,2	65

Примітка: * 1 – контроль (обробка водою), 2 – трибенурон-метил, 102,5 г/кг + дикамба, 659 г/кг (20 г/га), 3 – аклоніфен 520 г/кг (2,0 л/га), 4 – 2,4-д, 2-етил-гексилловий ефір 300 г/л (0,8 л/га), 5 – 2,4-д, 2-етил-гексилловий ефір 300 г/л + йодосульфурон-метил натрію 15 г/кг (0,7 л/га), 6 – 2,4-д, 2-етил-гексил 300 г/л + йодосульфурон-метил натрію 5 г/кг (0,5 л/га), 7 – йодосульфурон-метил натрію 10 г/кг + форамсульфурон 300 г/кг (0,1 л/га), 8 – йодосульфурон-метил натрію 5 г/кг + мезосульфурон-метил 7,5 г/л (0,35 л/га), 9 – йодосульфурон-метил натрію 15 г/кг+мефенпір-діетил, 15 г/кг (0,3 л/га).

на 21-шу добу після обробки мав ефективність на рівні 58,3–79%.

Гербицид із діючою речовиною йодосульфурон-метил натрію 10 г/кг + форамсульфурон 300 г/кг за норми витрати 0,1 л/га через 21 добу після обробки мав результативність 59,2–78,1%.

Препарат із діючою речовиною йодосульфурон-метил натрію 5 г/кг + мезосульфурон-метил 7,5 г/л, за норми витрати 0,35 л/га, через 21 добу після внесення мав ефективність 57–79%.

Гербицид із діючою речовиною йодосульфурон-метил натрію 15 г/кг + мефенпір-діетил, 15 г/кг, за норми витрати 0,3 л/га через 21 добу мав результативність дії 52,3–78%.

Під час візуального огляду рослин пшениці озимої за шкалою критеріїв пошкодження рослин та оцінки інтенсивності фітотоксичності визначено вплив досліджуваних гербицидів (рис.).

Вивчаючи дію гербициду з препаративною формою трибенурон-метил, 102,5 г/кг + дикамба, 659 г/кг за норми витрати 20,0 г/га, визначено, що на 7 добу після його використання інтенсивність прояву фітоток-

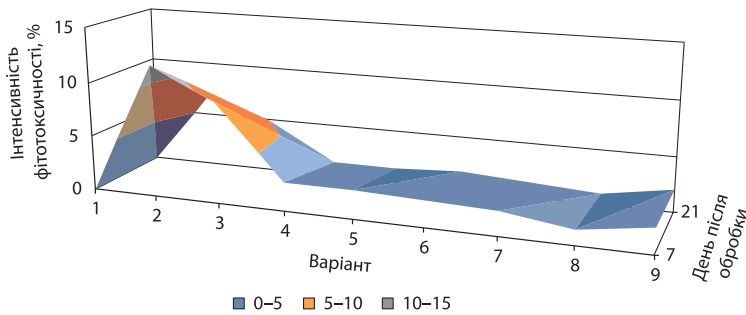
сичності становить 12,02% через 21 добу після внесення – 7,14%, цей гербицид мав найвищий прояв фітотоксичності на рослині пшениці озимої.

Фітотоксична дія гербициду з діючою речовиною аклоніфен 520 г/кг на рослині пшениці на 7-му добу становила 9,16%, через 21 добу після внесення – 4,80%. У варіантах, де вносили перші два препарати спостерігали пожовтіння листків, скручування країв листків (поодинокі) та незначні некрози на верхівках листків.

Препарат із діючою речовиною 2,4-д, 2-етил-гексилловий ефір 300 г/л за норми витрати 0,8 л/га, на 7-му добу мав інтенсивність фітотоксичної дії на рослині культури – 2,61%, на 21-шу добу – 1,36%.

Гербицид із діючою речовиною 2,4-д, 2-етил-гексилловий ефір 300 г/л + йодосульфурон-метил натрію 15 г/кг, за норми витрати 0,7 л/га впливав на рослині пшениці, вражаючи культуру на 7-му добу до 2,59%, на 21-шу добу – до 1,40%.

Препарат із діючою речовиною 2,4-д, 2-етил-гексил 300 г/л + йодосульфурон-метил натрію 5 г/кг, за норми витрати 0,5 л/га на 7-му добу після внесення мав



Оцінка фітотоксичної дії гербіцидів у посівах пшениці озимої (7-му та 21-шу доби після обробки) (м. Сквир, 2022 р.)

Примітка: варіанти: * 1 – контроль (обробка водою), 2 – трибенурон-метил, 102,5 г/кг + дикамба, 659 г/кг (20 г/га), 3 – аклоніфен 520 г/кг (2,0 л/га), 4 – 2,4-д, 2-етил-гексилловий ефір 300 г/л (0,8 л/га), 5 – 2,4-д, 2-етил-гексилловий ефір 300 г/л + йодосульфурон-метил натрію 15 г/кг (0,7 л/га), 6 – 2,4-д, 2-етил-гексил 300 г/л + йодосульфурон-метил натрію 5 г/кг (0,5 л/га), 7 – йодосульфурон-метил натрію 10 г/кг + форамсульфурон 300 г/кг (0,1 л/га), 8 – йодосульфурон-метил натрію 5 г/кг + мезосульфурон-метил 7,5 г/л (0,35 л/га), 9 – йодосульфурон-метил натрію 15 г/кг+мефенпір-діетил, 15 г/кг (0,3 л/га).

фітотоксичну дію на рослини пшениці на рівні 2,44%, на 21-шу добу – інтенсивність знизилася до 1,71%.

Гербіцид із препаративною формою йодосульфурон-метил натрію 10 г/кг + форамсульфурон 300 г/кг за норми витрати 0,1 л/га через 7 діб після обробки посівів мав інтенсивність фітотоксичної дії на рослину на рівні 2,20%, через 21 добу після внесення відбулась тенденція зниження – 1,34%.

Під час обприскування пшениці препаратом із діючою речовиною йодосульфурон-метил натрію 5 г/кг + мезосульфурон-метил 7,5 г/л, за норми витрати 0,35 л/га фітотоксична дія на 7-му добу була на рівні 1,35%, на 21-шу добу – 0,98%.

Гербіцид із діючою речовиною йодосульфурон-метил натрію 15 г/кг + мефенпір-діетил, 15 г/кг, за норми витрати 0,3 л/га впливав на рослини пшениці, пошкоджуючи їх на 7-му добу до 2,27%, на 21-шу добу зменшився до 2,05% (див. *рис.*).

За шкалою прояву фітотоксичності всі досліджувані гербіциди мали ледь помітний ступінь прояву фітотоксичності – 10%.

ВИСНОВКИ

Отже, вивчаючи ефективність дії досліджуваних гербіцидів на 21-шу добу після об-

робки визначено, що найбільш ефективним виявився гербіцид із діючою речовиною 2,4-д, 2-етил-гексилловий ефір 300 г/л + йодосульфурон- метил натрію 15 г/кг, за норми витрати 0,7 л/га на 21-шу добу після обприскування пшениці мав ефективність 65,8–83%, а також серед досліджуваних варіантів проти бур'янів.

Однак досліджуючи інтенсивність прояву фітотоксичності на пшениці озимій, можна зробити висновки, що використання гербіцидів, які підлягали дослідженню в польових умовах були практично «безпечними» для рослин пшениці озимої, тобто мали мінімальний прояв фітотоксичності (уражено приблизно 10% листкової поверхні). Так, найвищий прояв фітотоксичності дії на рослини мав гербіцид із препаративною формою трибенурон-метил, 102,5 г/кг + дикамба, 659 г/кг за норми витрати 20,0 г/га. Визначено, що на 7-му добу після його використання інтенсивність прояву фітотоксичності становила 12,02%, а через 21 добу після внесення – 7,14%.

Фітотоксична дія гербіциду з діючою речовиною аклоніфен 520 г/кг за норми витрати 2,0 л/га, на рослини пшениці на 7-му добу сягала 9,16%, через 21 добу після внесення – 4,80%. У варіантах, де вносили вищезгадані препарати спостерігали

пожовтіння листків, скручування країв листків (поодинокі), незначні некрози на верхівках листків.

За шкалою визначення критеріїв пошкодження, нами візуально було виявлено, що відповідали 1 балу (ледь помітний хлороз, що більше нагадував вірусне захворювання, пожовтіння листків (особливо верхніх частин рослин) скручування країв та кінчиків листків – поодинокі).

Для того щоб уникнути фітотоксичного (негативного) впливу препаратів на рослини слід дотримуватися деяких реко-

мендацій: по-перше – погодних умов (не варто обробляти рослини за надто високих температур та вологості повітря, а також за низьких – (менше 5°C)). Також варто звернути увагу на норми дозування препарату, інструкцію із застосування та інформацію про фітотоксичність, яку можна знайти на етикетці; потрібно використовувати чистий бак для води та розпилювач після кожного обприскування, тому що залишки тих чи інших препаратів можуть викликати фітотоксичну дію.

ЛІТЕРАТУРА

1. Васильева В.П., Лісовий М.П. Довідник із захисту польових культур / за ред. М.П. Лісового. Київ: Урожай, 1993. 224 с.
2. Трибель С.О., Сігарьова Д.Д., Секун М.П., Іващенко О.О. Методики випробування і застосування пестицидів / за ред. С.О. Трибеля. Київ: Світ, 2001. 448 с.
3. EPPO Bulletin — 2014 — PP 1 135 4 Phytotoxicity assessment.pdf (pp. 265–273). DOI: <https://doi.org/10.1111/epp.12134>.
4. Sutherland J. and Ilnytsky S. Pesticide phytotoxicity studies with seeds, germinants and seedlings of british Columbia conifers. Canadian Forestry Service. 1973. 7 p.
5. Сторчоус І. Фітотоксичність ЗЗР: причини виникнення та критерії оцінки ураження посівів. URL: <https://www.growhow.in.ua/fitotoksychnist-zzr-prychynu-vynyknennia-ta-kryterii-otsinky-urazhennia-posiviv/2020>.
6. Arshid Ahmad Khanday. Phytotoxicity of common pesticides to physiological and biochemical makeup of Triticum aestivum var. Lok-1. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*. 2022. Vol. 18 (03). P. 092–099. URL: <https://gsconlinepress.com/journals/gscbps/sites/default/files/GSCBPS-2021-0337.pdf>.
7. Maria Celeste Dias. Phytotoxicity: An Overview of the Physiological Responses of Plants Exposed to Fungicides. Hindawi Publishing Corporation. *Journal of Botany Volume*. 2012. Article ID 135479, 4 p. DOI: <https://doi.org/doi:10.1155/2012/135479>.
8. Boutin C., Strandberg B., Carpenter D. et al. Herbicide impact on non-target plant reproduction: What are the toxicological and ecological implications. *Environmental Pollution*. 2014. Vol. 185. P. 295–306.
9. Перелік пестицидів і агрохімікатів для використання в Україні. 2022. 893 с. URL: <https://data.gov.ua/dataset/389ddb5a-ac73-44bb-9252-f899e4a97588>.
10. Стародуб В.І., Ткач Є.Д., Бунас А.А. Визначення фітотоксичності гербіцидів у посівах пшениці озимої. *Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур*: матеріали XI міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів. 2023. С. 121.
11. Косолап М.П. Проект ДСТУ: Гербологія. Терміни та визначення. Київ: Національний аграрний університет, 2006. С. 12–14.
12. Післядія гербіцидів: прихована токсичність для сільськогосподарських культур. URL: <https://expertseeds.com.ua/ua/articles/pislyadiya-gerbicidiv-prikhovana-toksi>.
13. Ryzhenko N.O. and Kavetsky V.M. Probit analysis for cd, pb, cu, zn phytotoxicity assessment. *BIOTECHNOLOGIA ACTA*. 2017. Vol. 10. No 2. P. 67–74. DOI: <https://doi.org/10.15407/biotech10.02.067>
14. Uhran Song and Han Eol Kim. Assessing the phytotoxicity of cetrimonium bromide in plants using eco-physiological parameters. *Journal of Ecology and Environment*. 2016. P. 1–5.
15. Phytotoxicity Evaluation of MSWC by Germination of Gram Seeds (*Cicer arietinum*) and Fenugreek Seeds (*Trigonella foenum-graecum*). *International Journal of Research in Agricultural Sciences*. 2016. Vol. 3. P. 2348–3997.
16. Ambarish S., Biradar A. and Jagginavar S. Phytotoxicity and their bio-efficacy of pesticides against key insect pests of Rabi sorghum (*Sorghum bicolor*). *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 2017. Vol. 5 (2). P. 716–720.
17. Марков І.Л. Практикум із основ наукових досліджень у захисті рослин: посібн. / за ред. І.Л. Маркова. Київ: ТОВ Аграр Медіа. Груп, 2012. 264 с.
18. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Костогриз П.В., Опришко В.П. Основи наукових досліджень в агрономії: підруч. / за ред. В.О. Єщенка. Вінниця: ПП «ГД «Едельвейс і К», 2014. 332 с.
19. Завірюха П.Д., Косилович Г.О., Голячук Ю.С. Агрофармакологія (Хімічний захист рослин): практикум. Львів, 2014. 159 с.
20. Євтушенко М.Д., Марюїн Ф.М., Туренко В.П. та ін. Фітофармакологія: підручн. Київ: Вища освіта, 2004. 432 с.

REFERENCES

- Vasylyev, V. (Ed.) & Lisovuj, M. (1993). *Dovidnyk iz zakhystu polovykh kultur [Handbook on the protection of field crops]*. Kyiv: Urozhai [in Ukrainian].
- Trybel, S.O., Siharova, D.D., Sekun, M.P. & Ivashchenko, O.O. (2001). *Metodyky vyprovuvannia i zas-tosuvannia pestytsydiv [Test methods and application of pesticides]*. Kyiv: Svit [in Ukrainian].
- EPP0 Bulletin — 2014 — PP 1 135 4 Phytotoxicity assessment.pdf. DOI: <https://doi.org/10.1111/epp.12134>. [in English].
- Sutherland, J., Woods, T. & Inytsky, S. (1973). Pesticide phytotoxicity studies with seeds, germinants and seedlings of british columbia. *Conifers Canadian Forestry Service*, 7 [in English].
- Storchous, I. (2020). *Fitotoksychnist ZZR: prychny vynyknennia ta kryterii otsinky urazhennia posiviv [Phytotoxicity of ZZR: reasons for detection and criteria for evaluating positive lesion]*. URL: <https://www.growthow.in.ua/fitotoksychnist-zzr-prychny-vynyknennia-ta-kryterii-otsinky-urazhennia-posiviv/> [in Ukrainian].
- Arshid Ahmad, Khanday (2022). Phytotoxicity of common pesticides to physiological and biochemical makeup of *Triticum aestivum* var. Lok-1. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*, 18 (03), 092–099. URL: <https://gsconlinepress.com/journals/gscbps/sites/default/files/GSCBPS-2021-0337.pdf> [in English].
- Maria, Celeste Dias (2012). Phytotoxicity: An Overview of the Physiological Responses of Plants Exposed to Fungicides. Hindawi Publishing Corporation. *Journal of Botany*, Article ID 135479. DOI: <https://doi.org/doi:10.1155/2012/135479> [in English].
- Boutin, C., Strandberg, B., Carpentera, D. et al. (2014). Herbicide impact on non-target plant reproduction: What are the toxicological and ecological implications. *Environmental Pollution*, 185, 295–306 [in English].
- Perelik pestytsydiv i ahrokhimikaty dlia vykorystannia v Ukraini [List of pesticides and agrochemicals for use in Ukraine]. (2022). URL: <https://data.gov.ua/dataset/389ddb5a-ac73-44bb-9252-f899e4a97588> [in Ukrainian].
- Starodub, V.I., Tkach, Ye.D. & Bunas, A.A. (2023). Vyznachennia fitotoksychnosti herbitysydiv u posivakh psheynytsi ozymoi [Determination of phytotoxicity of herbicides in winter wheat crops]. *Selektsiya, henetyka ta tekhnolohiyi vyroshchuvannya sil's'kohospodars'kykh kul'tur: materialy XI mizhnarodnoyi naukovy-praktychnoyi konferentsiyi molodykh vchenykh i spetsialistiv [Breeding, genetics and technologies of growing agricultural crops: materials of the 11th international scientific and practical conference of young scientists and specialists]*. (pp. 121–122). [in Ukrainian].
- Kosolap, M.P. (2006). *Herbolohiia. Terminy ta vyznachennia [Herbology. Terms and definitions]*. Proekt DSTU. Kyiv [in Ukrainian].
- Pisliadiia herbitysydiv: prykhovana toksychnist dlia silskohospodars'kykh kultur [Aftereffects of herbicides: latent toxicity to agricultural crops]. (n.d.). URL: <https://expertseeds.com.ua/ua/articles/pislyadiya-gerbicidiv-prikhovana-toksi> [in Ukrainian].
- Ryzhenko, N.O. & Kavetsky, V.M. (2017). Probit analysis for cd, pb, cu, zn phytotoxicity assessment. *BIOTECHNOLOGIA ACTA*, 10 (2), 67–74. DOI: <https://doi.org/10.15407/biotech10.02.067> [in English].
- Uhran, Song & Han Eol, Kim (2016). Assessing the phytotoxicity of cetrimonium bromide in plants using eco-physiological parameters. *Journal of Ecology and Environment*, 1–5 [in English].
- Phytotoxicity Evaluation of MSWC by Germination of Gram Seeds (*Cicer arietinum*) and Fenugreek Seeds (*Trigonella foenum-graecum*). (2016). *International Journal of Research in Agricultural Sciences*, 3, 3, 2348–3997 [in English].
- Ambarish, S., Biradar, A. & Jagginavar, S. (2017). Phytotoxicity and their bio-efficacy of pesticides against key insect pests of Rabi sorghum (*Sorghum bicolor*). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5, 716–720 [in English].
- Markov, I.L. (Ed.). (2012). *Praktykum iz osnov naukovykh doslidzhen u zakhysti roslyn: posibnyk [Practicum on the basics of scientific research in plant protection: manual]*. Kyiv [in Ukrainian].
- Yeshchenko, V.O. (Ed.), Kopytko, P.H., Kostohryz, P.V. & Opryshko, V.P. (2014). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii: pidruchnyk [Basics of scientific research in agronomy: textbook]*. Vinnytsia [in Ukrainian].
- Zaviriukha, D., Kosylovych, H. & Holiachuk, Yu. (2014). *Ahrofarmakolohiia (Khimichniy zakhyst roslyn): praktykum [Agropharmacology (Chemical plant protection): practicum]*. Lviv [in Ukrainian].
- Yevtushenko, M.D., Mariutin, F.M., Turenko, V.P. et al. (2004). *Fitofarmakolohiia: pidruchnyk [Phytopharmacology: a textbook]*. Kyiv: Vuscha osvita [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 10.09.2023

ВПЛИВ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИН СОЇ (*GLYCINE MAX L.*)

П.М. Душко, І.В. Шумигай

Інститут агроекології і природокористування НААН

e-mail: pdushko@hotmail.com; ORCID: 0000-0002-1408-0342

e-mail: innashum27@gmail.com; ORCID: 0000-0002-0432-2651

*Соя (*Glycine max L.*) є провідною білково-олійною культурою світового землеробства. Це унікальна продовольча, кормова, технічна і лікарська культура, яка стала основою для виробництва рослинного білка та олії у світі. На інтенсивність збільшення асиміляційної поверхні та її величину істотний вплив має ціла низка як природних, так і організованих чинників, одним із яких є забезпечення рослин повним комплексом елементів мінерального живлення та мікроелементами. Одним із ефективних способів забезпечення рослин достатньою кількістю макро- та мікроелементів є оброблення насіння перед сівбою й позакореневе підживлення хелатними добривами. Індивідуальну насінневу продуктивність рослин сої зумовлено оптимальним поєднанням основних елементів структури врожаю — кількістю бобів на одній рослині, кількістю насінин у бобі та масою насіння з однієї рослини. Вона є динамічною величиною і змінюється відповідно до певних ґрунтово-кліматичних умов регіону, специфіки вегетаційного періоду рослин та елементів технології вирощування. У статті наведено результати досліджень щодо ефективності та застосування різних систем мінерального живлення, формування показників індивідуальної продуктивності й урожайності насіння сої в умовах дослідного поля Інституту агроекології і природокористування НААН та дослідного господарства «Чабани» ННЦ «Інститут землеробства НААН». Встановлено, що мінеральне живлення та способи підживлення мали значний вплив на формування показників індивідуальної продуктивності. А також визначено залежність структури врожаю рослин сої від варіантів удобрення. Наприклад, максимальна кількість бобів на одній рослині у варіанті без добрив сягала 20,2 шт. та відповідно їх маса — 7,6 г. За різних систем удобрення їх кількість зросла на 1,2–5,0 шт. у варіантах без інокуляції та на 0,7–3,7 шт. — з інокуляцією. Виявлено, що комплексне застосування мінеральних добрив у дозі $N_{15}P_{30}K_{30}$ мало позитивний вплив на рівень урожайності (2,57 т/га) сої.*

Ключові слова: мінеральні добрива, інокуляція, сидерат, побічна продукція попередника, кількість бобів, кількість насіння, маса насіння, урожайність.

ВСТУП

В економіці України сільське господарство має особливо велике значення, оскільки є однією з найбільших галузей. Агросектор став одним із головних джерел експорту. Цьому сприяють і великі масштаби сільськогосподарського землекористування і родючі землі.

Згідно з даними Держкомстату України, бобові культури увійшли в перелік найбільш прибуткової сільгосппродукції, забезпечивши виробникам понад 76% рентабельності. Останніми часом галузь вирощує врожай бобових, що є рекордним за останні 20 років. Тому не дивно, що попередніми роками в Україні відзначається

стрімке зростання площ під бобовими культурами, зокрема сої [1].

Соя (*Glycine max (L.) Merrill*) є стратегічною культурою світового землеробства, яка здатна розв'язати продовольчу проблему щодо дефіциту білка в харчуванні людства, потребує значної уваги в землеробстві України. Не зважаючи на те, що за обсягами виробництва країна посідає перше місце в Європі, восьме — у світі, врожайність її не досить висока. Так, посівна площа сої загалом не перевищує 60–80 тис. га за врожайності близько 8,0 ц/га зерна, що може забезпечити потреби тваринництва у соєвому шроті лише однієї області [2; 3].

Сої властиво активно реагувати на умови вирощування. Елементи структури вро-

жаю можуть змінюватися під впливом добрив та хімічних речовин, сортових особливостей, гідротермічних умов вирощування, строків сівби й інших 101 чинників [4].

Висока врожайність посівів сої можлива лише за оптимальних елементів структури, що визначають її продуктивність. Тому для отримання максимально можливого врожаю індивідуальні ознаки продуктивності і стійкості у виробництві культури мають бути узгоджені біологічно так, щоб у кожному окремому випадку найкраще відповідали умовам довкілля з урахуванням біологічних особливостей.

Індивідуальну насінневу продуктивність рослин сої зумовлено оптимальним поєднанням основних елементів структури врожаю — кількістю бобів на одній рослині, кількістю насінин у бобі та масою насіння з однієї рослини. Вона є динамічною величиною і змінюється відповідно до певних ґрунтово-кліматичних умов регіону, специфіки вегетаційного періоду рослин та елементів технології вирощування.

Індивідуальна продуктивність рослин сої залежить від забезпечення їх чинниками життя, і значною мірою — від збалансованості за поживними речовинами [5; 6].

За індивідуальною продуктивністю рослин можна визначити вплив чинників на реалізацію біолого-генетичного потенціалу сортів і певною мірою своєчасно впливати на формування насінневої продуктивності.

Збільшення одного із показників структури індивідуальної продуктивності не завжди дає приріст урожаю. Всі елементи структури взаємопов'язані, тому лише за оптимального їх співвідношення забезпечується висока продуктивність сої.

Мета досліджень полягала у дослідженні впливу внесення мінеральних добрив на формування індивідуальної продуктивності рослин сої у межах Правобережного Лісостепу України.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Останніми роками виробництво зерна сої в Україні набуло стрімкого поширення і відповідно збільшуються площі її посіву.

Основним стримувальним чинником зростання валових обсягів вирощування культури є нестабільна врожайність за роками.

Вітчизняними провідними вченими (А.О. Баби́ч, М.І. Бахмат, С.І. Колі́сник, Ф.Ф. Адамень, В.П. Дерев'янський, М.Я. Шевніков, А.К. Лещенко та ін.) [7–12] розроблені наукові основи сучасних технологій вирощування сої (*Glycine max* L.) в Україні. Однак останнім часом на території нашої країни відбуваються істотні зміни, які вносять значні корективи в аграрне виробництво. Так, зміна клімату в сторону потепління, зменшення кількості атмосферних опадів, часті ґрунтові та повітряні посухи вводять рослини сої в «стресовий» стан. Це позначається на низьких показниках продуктивності культури.

Не слід забувати, що продуктивність рослин та врожайність сої залежать від правильного підбору сортів, науково обґрунтованого удобрення посіву та є важливою передумовою підвищення продуктивності рослин [13]. Також формування високопродуктивних агрофітоценозів сої з метою підвищення продуктивності та стабільності виробництва значною мірою залежить від багатьох чинників, зокрема генотипу культури та технології виробництва. Більшість вчених зазначають, що рівень урожайності насіння сої на 26% зумовлюється можливостями генотипу [14; 15].

Крім того, В.Ф. Камінський [16] визначив частку впливу чинника року на формування врожаю зерна сої до 25,8%. Щодо агротехнічних прийомів — займають дещо нижчі розміри, зокрема норми висіву — 18,8%; мінеральне удобрення — 15,8; спосіб сівби — 4,6; сорт — 3,4%. Однак згідно з дослідженнями А.П. Дудкіна [17], правильно підібрана системи удобрення підвищує врожайність та рентабельність вирощування на 20–30% і 8–16% відповідно.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Польові досліді здійснювали на сірих лісових ґрунтах дослідного поля Інституту агроєкології і природокористування НААН та дослідного господарства «Чабани» ННЦ

«Інститут землеробства НААН», за методикою Б.А. Доспехова з дотриманням ДСТУ 10106–87 «Досліди польові з добривами. Порядок їх проведення». Розмір посівної ділянки 25–30 м², повторність – чотириразова. Застосовували рекомендовану для зони технологію вирощування сої. Фосфорні і калійні добрива вносили під час основного обробітку ґрунту, азотні – навесні під час передпосівної культивуації.

У дослідах ННЦ «Інститут землеробства НААН» використовували сою сорту Чернятка, Інститут агроекології і природоохористування НААН – Горлиця.

Упродовж періоду вегетації сої у польових дослідах проводились відповідні спостереження, облік та лабораторні дослідження.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Однією з важливих складових технології, що найбільше впливає на досягнення високої врожайності та ефективності виробництва насіння сої, є розроблення системи бездефіцитного і збалансованого живлення культури.

Родючість ґрунту – це його здатність забезпечувати оптимальні умови для одержання високої продуктивності культур. Внесення найоптимальніших доз добрив, які забезпечують збереження гумусу в ґрунтах, – важлива проблема агроекологічної науки і виробництва, яка пов'язана з економічними, енергетичними, соціальними проблемами сьогодення [18].

За результатами наших досліджень встановлено вплив удобрення на структуру врожаю рослин сої за всіма елементами.

Кількість бобів на одній рослині у варіантах без добрив становила 20,2–21,3 шт. За різних систем удобрення їх кількість зросла на 1,2–5,0 шт. до 21,4–25,2 шт. у варіантах без інокуляції, та на 0,7–3,7 шт. до 22,0–25,0 шт. – з інокуляцією. Максимальний приріст (4,8–5,0 шт., або 23,8–24,8%) кількості бобів на одній рослині до абсолютного контролю отриманий у варіантах зі внесенням мінеральних добрив у дозі N₄₅P₉₀K₉₀ та пріорюванням побічної продукції попередника (*табл.*).

Проведені нами дослідження в умовах двох дослідних ділянок на сірих лісових ґрунтах вказують на те, що з усіх складових

Показники структурних елементів індивідуальної продуктивності сої залежно від систем удобрення

Система удобрення	Кількість бобів на 1 рослині, шт.	Кількість насінин з 1 рослини, шт.	Маса насіння з 1 рослини, г
<i>Без інокуляції</i>			
Контроль (без добрив)	20,2	41,0	5,46
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	23,8	49,6	6,82
Побічна продукція (фон)	21,4	43,7	5,90
Фон + N ₁₅ P ₃₀ K ₃₀ + сидерат	24,4	51,3	7,12
Фон + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	24,0	52,1	7,14
Фон + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀	25,2	54,6	7,43
<i>З інокуляцією</i>			
Контроль (без добрив)	21,3	43,5	5,83
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	24,9	52,1	7,18
Побічна продукція (фон)	22,0	45,0	6,15
Фон + N ₁₅ P ₃₀ K ₃₀ + сидерат	24,8	54,6	7,59
Фон + N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	24,8	54,6	7,50
Фон + N ₄₅ P ₉₀ K ₉₀	25,0	55,0	7,53
НІР ₀₅ : А (інокуляція)	0,5	0,3	0,01
В (удобрення)	0,9	0,6	0,01
АВ	0,7	0,4	0,01

структури врожайності сої саме кількість бобів є найбільш нестабільним показником, який може варіювати в широких межах — 10–500 шт. [15].

Іншим показником структури індивідуальної продуктивності, який є одним із визначальних під час формування врожаю і дає можливість регулювати елементи продуктивності з урахуванням чинників навколишнього середовища, є кількість насінин з однієї рослини.

У наших дослідях у варіантах без удобрення на одній рослині було сформовано 41,0–43,5 шт. насінин. Застосування різних варіантів удобрення збільшувало кількість насінин до абсолютного контролю на 2,7–14,0 шт., або на 6,6–34,0%. Максимальний приріст кількості насінин з однієї рослини (14,0 шт., або 34,0%) отримали за системи удобрення, що передбачає внесення мінеральних добрив у дозі $N_{45}P_{90}K_{90}$, пріорювання побічної продукції попередника за інокуляції насіння перед посівом. За такого удобрення на одній рослині кількість насінин становила 55,0 шт.

Слід зазначити, ще одним із важливих показників індивідуальної продуктивності сої є маса насіння з однієї рослини, яка за даними Eglі D.V. [19] може сягати у межах 0,1–30 г, залежно від впливу різних чинників, наприклад, погодних умов, технологій вирощування. Наразі у наших дослідях на контрольних варіантах з однієї рослини отримали насіння масою від 5,5–5,8 г. За різних систем удобрення маса насіння з однієї рослини збільшувалась на 0,4–2,1 г, або на 7,3–38,2%. Максимальну масу (7,6 г) з однієї рослини одержали за системи удо-

брення, що передбачає внесення мінеральних добрив у дозі $N_{15}P_{30}K_{30}$, пріорювання побічної продукції попередника та біомаси сидерата за інокуляції насіння перед посівом. Як зазначав О.А. Богуцький [20], розмір насінини залежить від умов формування в період наливу та має тісний зв'язок із рівнем урожайності.

Отже, згідно із одержаними результатами проведених досліджень на сірих лісових ґрунтах Правобережного Лісостепу України застосування половинної дози ($N_{45}P_{90}K_{90}$) мінеральних добрив із пріорювання побічної продукції попередника сприяло найбільшому приросту кількості бобів та насіння з однієї рослини, а застосування мінеральних добрив у дозі $N_{15}P_{30}K_{30}$, пріорювання побічної продукції попередника та біомаси сидерата — максимальному формуванню маси насіння з однієї рослини, що найбільшою мірою вплинуло на підвищення врожайності культури.

ВИСНОВКИ

Найвищі показники індивідуальної продуктивності рослин сої за кількістю бобів (24,8 шт.), кількістю насінин (54,6 шт.), масою насіння (7,6 г) з 1 рослини та найвищий рівень урожайності — 2,57 т/га, за приросту до контролю — 0,75 т/га, або 41,5%, досягнутий від застосування органо-мінеральної системи удобрення, що передбачає внесення половинної дози мінеральних добрив $N_{15}P_{30}K_{30}$ у поєднанні із пріорюванням біомаси побічної продукції попередника та сидерата, а також обробленням насіння препаратами бульбочкових бактерій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кірчук Р.В., Цизь І.Є., Копець К.Є. Дозування сипких зв'язних матеріалів під час виробництва органо-мінеральних добрив: моногр. Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2020. 138 с.
2. Мірзоева Т. В., Логвин І.М. Інноваційні напрями розвитку виробництва сої. *Наук. вісник НУБІП. Сер.: економіка, аграрний менеджмент, бізнес.* 2013. № 181. С. 242–247.
3. Бабич А.О. Сучасне виробництво і використання сої: моногр. Київ: Урожай, 1993. 432 с.
4. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур: навч. посіб. Львів: НВФ «Українські технології», 2006. 730 с.
5. Бабич А.О., Петриченко В.Ф. Особливості проведення досліджень при вивченні конкурентних взаємовідносин в агробіоценозах сої. *Корми і кормовиробництво.* 1995. Вип. 40. С. 35–41.
6. Михайлов В.Г., Манченко І.Ф. Кореляція вмісту білка в насінні сої за кількісними ознаками та простими індексами. *Корми і кормовиробництво.* 1992. Вип. 33. С. 28–30.

7. Бабич А., Колісник С. Особливості підготовки ґрунту і строки сівби сої. *Пропозиція*. 2001. № 4. С. 44–45.
8. Бахмат О.М. Соя — культура майбутнього, особливості формування високого врожаю: моногр. Кам'янець-Подільський, 2009. 208 с.
9. Адамень Ф.Ф., Вергунов В.А., Лазер П.Н. Агробіологічні особливості возделывання сої в Україні. Київ: Аграрна наука, 2006. 456 с.
10. Деревянский В.П. Соя. Київ: Укр. ИНТЭИ, 1994. 216 с.
11. Лещенко А.К. Культура сои. Київ: Наукова думка, 1978. 236 с.
12. Шевніков М.Я. Вплив мікроелементів на продуктивність сої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2006. № 3. С. 21–24.
13. Баган А.В., Шакалій С.М., Барат Ю.М. Формування насінневої продуктивності нуту залежно від сорту та інокуляції насіння. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 111. С. 14–21. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.2>.
14. Петриченко В.Ф., Кирилюк А.Б. Вплив агротехнічних заходів на формування урожайності і біохімічних показників насіння сої. *Корми і кормовиробництво*. 2001. Вип. 47. С. 107–108.
15. Петриченко В.Ф., Джура Ю.М. Фактори підвищення продуктивності сої в умовах Лісостепу. *Зб. наук. праць Інституту землеробства УААН*. Київ, 2002. С. 78–83.
16. Камінський В.Ф., Заболотній Г.М. Продуктивність сої залежно від удобрення, способів сівби та норм висіву в умовах Південного Лісостепу України. *Землеробство XXI століття: проблеми та шляхи вирішення*: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. Київ, 1999. С. 111–112.
17. Дудкіна А. П., Бондарева О. Б. Ефективність внесення мінеральних добрив за вирощування сої в умовах Південно-Східного Степу України. *Миронівський вісник*. 2019. Вип. 8. С. 133–143. DOI: <https://doi.org/10.31073/mvis201908-11>.
18. Василенко М.Г., Душко П.М. Поживний режим сірого лісового ґрунту за різних систем удобрення сої. *Землеробство, ґрунтознавство, агрохімія*. 2019. № 4 (793). С. 11–15.
19. Egli D.B. Cultivar maturity and responses of soybean to shade stress during seed filling. *Field Crops Research*. 1997. Vol. 52. P. 1–8.
20. Бугуцький О.А. Сільськогосподарська статистика з основами економічної статистики. Київ: Вища шк., 1984. 294 с.

REFERENCES

1. Kirchuk, R.V., Tsyzy, I.E. & Kopets, K.E. (2020). *Dozuvannya sypkyykh zvyaznykh materialiv pid chas vyrobnystva orhano-mineral'nykh dobyrv: monohrafiya [Dosing of loose binding materials during the production of organo-mineral fertilizers: monograph]*. Lutsk [in Ukrainian].
2. Mirzoeva, T.V. & Logvin, I.M. (2013). Innovatsiy ni napryamy rozvytku vyrobnystva soyi [Innovative trends in the development of soybean production]. *Naukovyy visnyk NUBIP. Seriya: ekonomika, ahraryu menedzhment, biznes — Scientific Bulletin of NUBIP. Series: economy, agricultural management, business, 181, 242–247* [in Ukrainian].
3. Babich, A.O. (1993). *Suchasne vyrobnystvo i vykorystannya soyi: monohrafiya [Modern production and use of soybeans: monograph]*. Kyiv: Urozhai [in Ukrainian].
4. Lykhorchov, V.V. & Petrychenko, V.F. (2006). *Roslynnystvo. Suchasni intensyvni tekhnolohiyi vyroshchuvannya osnovnykh pol'ovyykh kul'tur: navchal'nyy posibnyk [Plant growing. Modern intensive technologies of cultivation of the main field crops: a study guide]*. Lviv [in Ukrainian].
5. Babich, A.O. & Petrychenko, V.F. (1995). Osoblyvosti provedennya doslidzhen' pry vyvchenni konkurentnykh vzayemovidnosyn v ahrobiotsenozakh soyi [Peculiarities of conducting research in the study of competitive relationships in soybean agrobiocenoses]. *Kormy i kormovyrobnystvo — Fodder and fodder production, 40, 35–41* [in Ukrainian].
6. Mykhailov, V.G. & Manchenko, I.F. (1992). Korelyatsiya vmistu bilka v nasinni soyi za kil'kisnymy oznakamy ta prostymy indeksamy [Correlation of protein content in soybean seeds by quantitative characteristics and simple indices]. *Kormy i kormovyrobnystvo — Fodder and fodder production, 33, 28–30* [in Ukrainian].
7. Babich, A. & Kolisnyk, S. (2001). Osoblyvosti pidhotovky ґрунту i stroky sivyby soyi [Peculiarities of soil preparation and timing of soybean sowing]. *Propozytsiya — Offer, 4, 44–45* [in Ukrainian].
8. Bakhmat, O.M. (2009). *Soya — kul'tura maybut'oho, osoblyvosti formuvannya vysokoho vrozhayu: monohrafiya [Soy is the culture of the future, features of high yield formation: monograph]*. Kamianets-Podilskiy [in Ukrainian].
9. Adamen, F.F., Vergunov, V.A. & Lazer, P.N. (2006). *Agrobiologicheskiye osobennosti vzdelyvaniya soi v Ukraine [Agrobiological features of soybean cultivation in Ukraine]*. Kyiv: Agrarian Science [in Russian].
10. Derevyansky, V.P. (1994). *Soya [Soy]*. Kyiv: Ukr. INTEI [in Russian].
11. Leshchenko, A.K. (1978). *Kul'tura soi [Soybean culture]*. Kyiv: Naukova dumka [in Russian].
12. Shevnikov, M.Ya. (2006). Vplyv mikroelementiv na produktyvnist' soyi [Influence of trace elements on productivity of soybeans]. *Visnyk Poltav'skoyi derzhavnoyi ahraryu akademiyi — Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy, 3, 21–24* [in Ukrainian].
13. Bagan, A.V., Shakaliy, S.M. & Barat, Y.M. (2020). Formuvannya nasinnyevoyi produktyvnosti nutu zalezno vid sortu ta inokulyatsiyi nasinnya [Formation of chickpea seed productivity depending on the variety and seed inoculation]. *Tavriys'kyi naukovyy visnyk — Taurian Scientific Bulletin, 111, 14–21*. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.2> [in Ukrainian].

14. Petrychenko, V.F. & Kirilyuk, A.B. (2001). Vplyv ahrotekhnichnykh zakhodiv na formuvannya urozhaynosti i biokhimichnykh pokaznykiv nasinnya soyi [The influence of agrotechnical measures on the formation of yield and biochemical indicators of soybean seeds]. *Kormy i kormovyrobnytstvo — Fodder and fodder production*, 47, 107–108 [in Ukrainian].
15. Petrychenko, V.F. & Jura, Yu.M. (2002). Faktory pidvyshchennya produktyvnosti soyi v umovakh Lisostepu [Factors for increasing productivity of soybeans in the forest-steppe conditions]. *Zbirnyk naukovykh prats' Instytutu zemlerobstva UAAN — Collection of scientific works of the Institute of Agriculture of the Ukrainian Academy of Sciences*, 78–83 [in Ukrainian].
16. Kaminsky, V.F. & Zabolotnii, H.M. (1999). Produktynist' soyi zalezho vid udobrennya, sposobiv sivby ta norm vysivu v umovakh pivdennoho Lisostepu Ukrainy [Soybean productivity depending on fertilizer, sowing methods and sowing rates in the conditions of the southern forest-steppe of Ukraine]. *Zemlerobstvo XXI stolittya: problemy ta shlyakhy vyri-shennya: Materialy mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiy [Agriculture of the XXI century: problems and solutions: Materials of the international scientific and practical conference]*. (pp. 111–112). Kyiv [in Ukrainian].
17. Dudkina, A.P. & Bondaryeva, O.B. (2019). Efektyvnist' vnesennya mineral'nykh dobryv za vyroshchuvannya soyi v umovakh pivdenno-skhidnoho Stepu Ukrainy [Effectiveness of applying mineral fertilizers for growing soybeans in the conditions of the southeastern Steppe of Ukraine]. *Myroniv's'kyi visnyk — Myronivsky herald*, 8, 133–143. DOI: <https://doi.org/10.31073/mvis201908-11> [in Ukrainian].
18. Vasylenko, M.G. & Dushko, P.M. (2019). Pozhyvnyy rezhym siroho lisovoho gruntu za riznykh system udobrennya soyi [Nutrient regime of gray forest soil under different soybean fertilization systems]. *Zemlerobstvo, gruntoznavstvo, ahrokhimiya — Agriculture, soil science, agrochemistry*, 4 (793), 11–15 [in Ukrainian].
19. Egli, D.B. (1997). Cultivar maturity and responses of soybean to shade stress during seed filling. *Fild Crops Research*, 52, 1–8 [in English].
20. Bugutsky, O.A. (1984). *Sil's'kohospodars'ka statystyka z osnovamy ekonomichnoyi statystyky [Agricultural statistics with the basics of economic statistics]*. Kyiv: Higher School [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 20.09.2023

ФОТОСИНТЕТИЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ ПОСІВІВ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО (*HORDEUM VULGARE* L.) ЗАЛЕЖНО ВІД МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ ТА БІОСТИМУЛЯТОРІВ

Ю.М. Шкатула, Д.О. Барський, О.С. Забарний

Вінницький національний аграрний університет (м. Вінниця, Україна)

e-mail: shkatula@vsau.vin.ua; ORCID: 0000-0002-4275-309X

e-mail: barskyi.dima@gmail.com; ORCID: 0000-0002-6753-685X

e-mail: zabarnyy@ukr.net; ORCID: 0009-0007-3337-9386

Ячмінь в Україні завжди був і є провідною зернофуражною культурою, зерно якого найбільше збалансовано за амінокислотним складом. Застосування мінеральних добрив залишається найвпливовішим і необхідним чинником підвищення продуктивності рослин та ефективним засобом збереження родючості ґрунту. Мета полягає у визначенні показників площі листової поверхні рослин ячменю та фотосинтетичної діяльності сортів ячменю озимого залежно від комплексного застосування доз мінеральних добрив і біостимулятора Агрінос Б в умовах Лісостепу Правобережного. Найвищі показники площі листової поверхні рослин ячменю озимого були зафіксовані на ділянках, де вносились мінеральні добрива, проводилось позакореневе підживлення азотними добривами і застосовувався біостимулятор Агрінос Б. Під час внесення мінеральних добрив $N_{10}P_{26}K_{26} + N_{46} + N_8 + \text{Агрінос Б}$, 1,0 л/га у фазі початок виходу в трубку площа листової поверхні рослин у фазі колосіння становила у сорту Атлант Миронівський — 58,30 тис. м²/га, що більше за контрольні ділянки на 25,68 тис. м²/га, сорту ячменю ПАСО — 61,13 тис. м²/га, що також переважає за контрольні ділянки на 27,71 тис. м²/га. У середньому за три роки досліджень за внесення дози добрив $N_{10}P_{26}K_{26} + N_{34}$ в підживлення у фазі початок кушення фотосинтетичний потенціал сорту ячменю озимого Атлант Миронівський становив 1,76 млн г/м² за добу, сорту ПАСО, відповідно 1,90 млн г/м² за добу, що більше за контрольні ділянки на 0,58–0,69 млн г/м² за добу. Найвищі показники чистої продуктивності відмічено на ділянках, де вносились мінеральні добрива та біостимулятор $N_{10}P_{26}K_{26} + N_{46} + N_8 + \text{Агрінос Б}$, 1,0 л/га у фазі початок виходу в трубку, сорту Атлант Миронівський — 3,04 г/м² за добу, сорту ПАСО 3,12 г/м² за добу.

Ключові слова: агроценози, сорт, мінеральні добрива, листовка поверхня, фотосинтез, чиста продуктивність.

ВСТУП

Збільшення виробництва зерна на сьогодні є однією з найважливіших завдань для забезпечення подальшого розвитку сільського господарства України в усіх її природно-кліматичних зонах. Від її розв'язання напряду залежить задоволення зростаючих потреб населення в харчових продуктах і розвитку галузі тваринництва.

Ячмінь належить до найпоширеніших сільськогосподарських культур у світовому землеробстві. У структурі посівних площ ячмінь посідає четверте місце після пшениці, рису та кукурудзи, а в Україні за

цим показником він поступається лише пшениці озимій [1].

Ячмінь в Україні завжди був і є провідною зернофуражною культурою. Його зерно, найбільше збалансовано за амінокислотним складом і за кормовими якостями, наближається до стандартних концентрованих кормів. До того ж, собівартість виробництва зерна ячменю є значно нижчою від інших зернових культур [2].

Вчений В.В. Нагірний [3] у своїй науковій праці відмічає, що переважну частину у виробництві зерна АПК України посідає ячмінь озимий (*Hordeum vulgare* L.). На відміну від ячменю ярого, за нормальної перезимівлі він є більш урожайний,

достигає раніше на 10–16 діб. Він гарно витримує високі літні температури, мало потерпає у дні тривалої спеки, відзначається стійкістю до посухи. За врожайністю зерна він переважає за інші озимі культури на 0,84–1,11 т/га, а в окремі роки — на 1,6–3,3 т/га.

Для підвищення рівня реалізації біологічного потенціалу культури важливе значення має також впровадження у виробництво ефективних сучасних конкурентоспроможних агротехнологій, які повинні базуватися на доборі адаптованих для зони високопродуктивних сортів, за умови оптимізації умов макро- і мікроелементного живлення та застосування сучасних біостимуляторів росту [4–6].

Отже, сучасні технології вирощування ячменю озимого мають створювати оптимальні умови для формування потужного фотосинтетичного апарату рослин і забезпечення тривалості вегетаційного періоду.

Мега досліджень полягала у визначенні показників площі листкової поверхні рослин ячменю та фотосинтетичної діяльності сортів ячменю озимого залежно від комплексного застосування доз мінеральних добрив та біопрепаратів в умовах Лісо-степу Правобережного.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Дослідження з наукових основ визначення показників фотосинтетичної діяльності та підвищення врожайності ячменю озимого проводили відомі вчені В.Ф. Камінський, А.В. Панфілова, В.В. Гамаюнова, М.І. Федорчук та ін.

Фотосинтез зелених рослин — унікальне природне явище, яке лежить в основі всієї біосфери Землі, в т. ч. і людства. Скорочення площі ефективно функціонуючого зеленого покриву як безпосередньо від людської діяльності, так і внаслідок посилення контрастності погодних умов, передусім, температури і вологозабезпеченості [7].

Вчені Гамаюнова В.В., Дворецький В.Ф., Сидякіна О.В., Глушко Т.В. [8] у своїх дослідженнях відмічають, що врожай зерна за-

лежить від дії фотосинтезу, в процесі якого з простих речовин утворюються багаті енергією складні та різноманітні за хімічним складом органічні сполуки. Як відомо, одним із найбільш динамічних показників фотосинтетичної діяльності рослин є площа листкової поверхні. Потужність асиміляційного апарату і тривалість його роботи є вирішальними чинниками продуктивності фотосинтезу, які визначають розміри врожаю та якість зернової продукції. Важливим елементом технології вирощування, який впливає на формування та тривалість активного функціонування площі листкової поверхні, є система удобрення. Під її впливом посилюються обмінні процеси в рослинах, інтенсифікується процес фотосинтезу, завдяки цьому під час внесення азотних добрив, рослини мають більшу площу асиміляційної поверхні, що впливає на засвоєння поживних речовин та підвищення продуктивності посівів [9].

Повністю забезпечити потреби культури в мінеральному живленні із ґрунту неможливо внаслідок низки чинників, які погіршують доступність N, P, K. Тим часом, правильно підібрані мікродобрива, внесені у критичні фенофази, на 10–15% підвищують коефіцієнти засвоєння основних елементів мінерального живлення із добрив і ґрунту, послаблюють антистресовий ефект і на 10–20% збільшують урожайність.

Застосування мінеральних добрив залишається найбільш впливовим і необхідним чинником підвищення продуктивності рослин та ефективним засобом збереження родючості ґрунту. Від застосування добрив у оптимальних кількостях, урожайність культур зростає в середньому на 30–40%, а за зрошення — до 75%. До того ж, забезпеченість сільськогосподарських рослин оптимальними умовами живлення підвищує ефективність використання наявної вологи в ґрунті незалежно від кліматичних умов років вирощування, що встановлено багатьма дослідженнями [10; 11]. Азотне голодування рослин у молодому віці спричиняє різке відставання їх у рості, зменшує коефіцієнт засвоєння світлової енергії, послаблює розвиток асимілюючої поверхні

та скорочує тривалість функціонування листків [12].

Під впливом азотних добрив збільшується площа листків і подовжується асиміляційний період функціонування рослин ячменю, в результаті чого фотосинтетичний потенціал, кількість продуктивних стебел, біомаса і врожайність ячменю різко збільшуються. Внесення підвищених доз азотних добрив призводить до погіршення освітленості посівів через надмірний ріст рослин, у результаті чого зменшується інтенсивність фотосинтезу та споживання елементів живлення, зокрема азоту, що викликає вилягання посівів. Пальчук Н.С. [13], у своїй дисертаційній роботі стверджує, що внесення фосфору збільшує куцистість рослин, запобігає вилягання, прискорює досягання та підвищує якість зерна. Норма внесення фосфору коливається в межах 40–100 кг/г.

Калій бере участь у фотосинтезі, є активатором роботи ферментів, сприяє збільшенню площі листового апарату, підтримує тургор та покращує стійкість рослин до стресу. Внесення калію сприяє формуванню більш виповненого зерна, підвищується стійкість соломини до вилягання, збільшує стійкість рослин до ураження хворобами, ячмінь краще витримує посуху. Норма внесення калію коливається від 60 до 120 кг/га. Повну норму фосфорних і калійних добрив у зоні Степу, Лісостепу, Полісся вносять під основний обробіток ґрунту [14].

Серед чинників підвищення врожайності зерна озимого ячменю мінеральні добрива є найбільш легкокерованим чинником. У досліді, де вивчали вплив добрив та фунгіцидного захисту, на сорті Вінтмалт ми спостерігали таку закономірність: зі збільшенням кількості мінеральних добрив отримано вищу врожайність. На низькому фоні добрив ($N_{40}P_{30}K_{40}$) урожайність становила 6,27 т/га в середньому за два роки досліджень, на високому фоні добрив ($N_{120}P_{90}K_{120}$) вона зросла до 7,72 т/га, що на 0,3 т/га вище від урожайності на фоні $N_{80}P_{60}K_{80}$ і на 1,45 т/га більше від мінімальної норми добрив [15].

Позакоренеve підживлення сільськогосподарських культур останнім часом набуло особливого поширення, передусім завдяки високій економічній рентабельності. Серед зернових колосових культур ячмінь найбільш чутливий до нестачі міді і бору, також на лужних ґрунтах доволі часто спостерігається нестача марганцю. Особливо сильно зростає потреба в мікроелементах у ячменю за внесення підвищених доз фосфору і калію. Це пов'язано з тим, що під час внесення високих доз фосфору зменшується доступність рослинам ячменю цинку, високих доз калію — бору.

Для поліпшення росту та розвитку сільськогосподарських рослин, разом з основним удобренням важливе значення має оптимальне застосування біопрепаратів, мікродобрив та біостимуляторів, які містять важливі мікроелементи, фітогормони й активатори росту рослин [16; 17].

Так, науковці І.І. Мосійчук, Л.В. Гаврилюк, І.В. Безноско, Ю.А. Туровнік [18] у своїй науковій праці відмічають позитивну дію біопрепаратів та мікродобрив у посівах ячменю ярого. За обробки по листку ячменю ярого у фазі куцання мікродобривом та стимулятором росту спостерігали збільшення площі листової поверхні рослин ячменю ярого у фазі виходу у трубку й колосіння, яка становила на сорті Себастьян від 12,35 до 37,22 тис. м²/га, а на сорті Геліос — від 11,19 до 36,10 тис. м²/га.

Передпосівна обробка насіння та обприскування посівів ячменю ярого у фазі куцання стимуляторами Елін-екстра та Циркон у дозах 50 г/га та 1% розчином Бішофіту в дозі 2 л/га сприяли прискоренню настання фенологічних фаз, а також загалом скороченню тривалості вегетаційного періоду порівняно з контролем. Застосування цих препаратів на стадії куцання рослин ячменю сприяло збільшенню площі листової поверхні рослин, що, своєю чергою, призвело до підвищення фотосинтетичного потенціалу посівів культури ячменю та продуктивності фотосинтезу. Найбільший ефект спостерігали за використання розчину Бішофіту [19].

Питання оптимізації живлення рослин із метою підвищення рівня продуктивності зерна ячменю озимого, шляхом впливу на ростові показники і активацію фізіологічних процесів, є ще недостатньо вивченим і потребує подальших досліджень.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводились на дослідному полі Вінницького національного аграрного університету. Ґрунт — сірий лісовий середньосуглинковий. Агрохімічні показники є типовими для зони Лісостепу і придатний для вирощування ячменю озимого.

У дослідженнях попередником ячменю озимого була соя. Під передпосівну культивуацію вносили складні добрива діамофоску. Висівали два сорти ячменю озимого Атлант Миронівський і Пасо у третій декаді вересня зерновою сівалкою СЗ-3,6. Спосіб сівби із шириною міжрядь 15 см. Норма висіву насіння становила — 4,0 млн схожих насінин на 1 га. Глибина загортання насіння в ґрунт 5–6 см. Після посіву здійснювали коткування кільчастощповорими котками.

Упродовж періоду вегетації рослин проводилось ранньовесняне боронування, внесення регулятора росту Модус у нормі 0,5 л/га, гербіциду Агрітокс у нормі 1 л/га, фунгіциду Грінфорт ФФ 250 у нормі 2,0 л/га та інсектициду Нокаут у нормі 0,15 л/га.

Програма наукових досліджень базувалась на результатах виявлення та спостереження застосування мінеральних добрив залежно від фону мінерального живлення у технологіях вирощування ячменю озимого, а також на експериментальних дослідженнях ефективності позакореневого внесення карбаміду й біостимулятора Агрінос на формування врожаю ячменю озимого.

Агрінос Б — біостимулятор та антистрессант зі збалансованим комплексом елементів живлення. Склад: протеїн — 6,2%; вільні амінокислоти — 4,5; хітозан, глюкозамін — 4; вуглець — 7,2; азот — 1,2; калій — 0,7%; залізо — 46 мг/кг; магній — 5,6 мг/кг; мідь —

6 мг/кг; рН — 4. Норма внесення 1,0–1,5 л/га.

Препарат здійснює потужну біостимулювальну дію та знижує негативний вплив від дії абіотичних стресів (засуха, хімічні чинники та ін.). За рахунок комбінації потужних складників Агрінос Б надає можливість повною мірою розкрити генетичний потенціал сільськогосподарських культур.

Площу листків у фенологічні фази визначали методом висічок. Листки з проби зважували, робили висічки спеціальним ключем визначеного діаметра та обраховували площу листка за формулою [20]:

$$S = M \times S_1 / M_1,$$

де M — загальна маса листка, г; S_1 — площа однієї висічки, см²; M_1 — маса висічок, г.

Чисту продуктивність фотосинтезу визначали за формулою Кідда-Веста-Бріггса. Польові та лабораторні дослідження проводили відповідно до методики польових дослідів і методичних рекомендацій [21]. Облікова площа ділянок 42 м² при триразовій повторності. Врожай збирали малогабаритним комбайном «Сампо-500».

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Одним із чинників, що регулює величину площі асиміляційної поверхні, є режим живлення рослин. Тому в період вегетації культури необхідно створювати найсприятливіші умови живлення для формування рослинами оптимальної площі листкового апарату й ефективної фотосинтетичної діяльності.

Результати експериментальних досліджень показали, що площа листкової поверхні ячменю ярого варіювала в широких межах і залежала від низки зовнішніх чинників, які є відносно постійними (освітленість, температура, вміст вуглекислоти в атмосфері тощо), так і від застосування окремих агротехнічних заходів вирощування культури (обробка насіння, використання добрив тощо). Вміст мінеральних та органічних речовин у ґрунті, повітряний і водний режим ґрунту є чинниками, на які можна безпосередньо впливати та контролювати.

Одним із визначальних критеріїв одержання високих урожаїв зерна ячменю за дотримання і чіткого та своєчасного виконання регламенту агротехнології, є добір сортів різних груп стиглості з високим потенціалом врожайності та підвищеною адаптивністю до несприятливих абіотичних чинників певної зони вирощування. Вирощування районованих сортів призводить до максимальної реалізації їх генетичного потенціалу продуктивності [22].

Аналіз даних площі листової поверхні була найвищою у фазі колосіння ячменю озимого на всіх варіантах досліджу. В результаті досліджень, виявлено що на формування площі листової поверхні впливають сортові особливості ячменю озимого, мінеральні добрива та біостимулятори. Так, на контрольних варіантах (без добрив) площа листової поверхні рослин ячменю вітчизняного сорту Атлант Миронівський була на рівні 32,62 тис. м²/га, тоді як сорту іноземної селекції ПАСО, відповідно 33,42 тис. м²/га. Аналізуючи вплив мінерального живлення на формування площі листової поверхні було встановлено, що внесення мінеральних добрив у нормі N₁₀P₂₆K₂₆ + N₃₄ в підживлення у фазі початок кущення + N₄₆ початок виходу рослин у трубку забезпечило збільшен-

ня площі листків рослин ячменю озимого сорту Атлант Миронівський до рівня 57,26 тис. м²/га, що більше за контрольний варіант на 24,64 тис. м²/га, відповідно сорт ячменю іноземної селекції ПАСО — 58,90 тис. м²/га, що переважає за контрольний варіант на 27,71 тис. м²/га. Найвищі показники площі листової поверхні рослин ячменю озимого були зафіксовані на ділянках, де вносились мінеральні добрива, проводилось позакореневе підживлення азотними добривами і застосовувався біостимулятор Агрінос Б. Так, за внесення мінеральних добрив і біостимулятора N₁₀P₂₆K₂₆ + N₄₆ + N₈ + Агрінос Б, 1,0 л/га у фазі початок виходу в трубку площа листової поверхні рослин у фазі колосіння була найвища, у сорту Атлант Миронівський — 58,30 тис. м²/га, що більше за контрольні ділянки на 25,68 тис. м²/га, сорту ячменю ПАСО — 61,13 тис. м²/га, що переважає за контрольні ділянки на 27,71 тис. м²/га (табл. 1).

Отже, формування листової поверхні було істотно різним залежно від сортових особливостей, варіантів внесення мінеральних добрив ячменю озимого та біостимулятора. Тому, в період вегетації ячменю озимого необхідно створювати найсприятливіші умови для росту і розвитку рослин,

Таблиця 1. Вплив мінеральних добрив та біостимулятора на площу листової поверхні рослин ячменю озимого (тис. м²/га) у фазі колосіння (середнє за 2020–2022 рр.)

Сорт	Варіант внесення	тис. м ² /га	± до контр.
Атлант Миронівський	Контроль (без добрив)	32,62	—
	N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆ + N ₃₄ підживлення у фазі початок кущення (Фон)	39,15	+6,53
	Фон + N ₄₆ початок виходу рослин у трубку	57,26	+24,64
	Фон + N ₄₆ початок виходу рослин у трубку + N ₈ + Агрінос Б, 1,0 л/га у фазі кінець виходу в трубку	58,30	+25,68
ПАСО	Контроль (без добрив)	33,42	—
	N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆ + N ₃₄ підживлення у фазі початок кущення (Фон)	40,27	+6,85
	Фон + N ₄₆ початок виходу рослин у трубку	58,90	+25,48
	Фон + N ₄₆ початок виходу рослин у трубку + N ₈ + Агрінос Б, 1,0 л/га у фазі кінець виходу в трубку	61,13	+27,71

аби вони сформували оптимальну площу листового апарату для ефективної фотосинтетичної діяльності.

Слід відмітити, що площа листової поверхні, чиста продуктивність фотосинтезу і фотосинтетичний потенціал посіву сортів ячменю озимого наведений у середньому за три роки досліджень, проте вони істотно різнились за роками вирощування. Продуктивність фотосинтезу характеризується не лише розмірами асиміляційного апарату та тривалістю його функціонування, але й інтенсивністю роботи листків культури, що здійснює фотосинтез. Кількість органічної речовини на одиницю листової поверхні за певний проміжок часу характеризує такий показник, як чиста продуктивність фотосинтезу. Цей показник залежить від фази розвитку рослин і технологічних заходів, які проводяться за вирощування ячменю озимого.

Фотосинтетичний потенціал посівів ячменю озимого досить мінливий показник,

який залежить як від умов вегетації рослин, так і від досліджуваних заходів. Як свідчать результати досліджень, фотосинтетичний потенціал знаходиться в прямій залежності від дози мінеральних добрив, строків їх внесення та використання біостимуляторів при інтенсивній технології вирощування культури. Так, у середньому за три роки досліджень за дози добрив $N_{10}P_{26}K_{26} + N_{34}$ в підживлення у фазі початок кушення фотосинтетичний потенціал сорту ячменю озимого Атлант Миронівський становив 1,76 млн г/м² за добу, сорту ПАСО, відповідно 1,90 млн г/м² за добу, що більше за контрольні ділянки на 0,58–0,69 млн г/м² за добу.

У фазі колосіння чиста продуктивність фотосинтезу на варіантах досліді сорту ячменю озимого Атлант Миронівський досягла показника 2,12–3,04 г/м² за добу та сорту ПАСО – 2,16–3,12 г/м² за добу. Найвищі показники чистої продуктивності відмічено на ділянках, де вносились мінераль-

Таблиця 2. Чиста продуктивність фотосинтезу та фотосинтетичний потенціал сортів ячменю озимого залежно від мінеральних добрив і біостимулятора у весняно-літній період вегетації (середнє за 2020–2022 рр.)

Сорт	Варіант внесення	Чиста продуктивність фотосинтезу		Фотосинтетичний потенціал	
		г/м ² за добу	± до контр.	млн г/м ² за добу	± до контр.
Атлант Миронівський	Контроль (без добрив)	2,12	—	1,18	—
	$N_{10}P_{26}K_{26} + N_{34}$ підживлення у фазі початок кушення (Фон)	2,40	+0,28	1,76	+0,58
	Фон + N_{46} початок виходу рослин у трубку	2,85	+0,73	2,10	+0,92
	Фон + N_{46} початок виходу рослин у трубку + N_8 + Агрінос Б, 1,0 л/га у фазі кінець виходу в трубку	3,04	+0,92	2,20	+1,02
ПАСО	Контроль (без добрив)	2,16	—	1,21	—
	$N_{10}P_{26}K_{26} + N_{34}$ в підживлення у фазі початок кушення (Фон)	2,51	+0,35	1,90	+0,69
	Фон + N_{46} початок виходу рослин у трубку	3,06	+0,90	2,36	+0,97
	Фон + N_{46} початок виходу рослин у трубку + N_8 + Агрінос Б, 1,0 л/га у фазі кінець виходу в трубку	3,12	+0,96	2,42	+1,03

ні добрива та біостимулятор $N_{10}P_{26}K_{26} + N_{46} + N_8$ + Агрінос Б, 1,0 л/га у фазі початок виходу в трубку, сорту Атлант Миронівський — 3,04 г/м² за добу, що більше за контрольні ділянки на 0,92 г/м² за добу, сорту ПАСО 3,12 г/м² за добу, що переважає за контрольні ділянки на 0,96 г/м² за добу (табл. 2).

Мінеральні добрива меншою мірою підвищують інтенсивність фотосинтезу, проте значно збільшують площу листової поверхні, тому на одиницю площі листків припадає менше продуктів фотосинтезу. За рахунок більшого фотосинтетичного потенціалу добрива підвищують загальну фотосинтетичну діяльність сортів ячменю озимого.

Отже, застосування мінеральних добрив за основного удобрення та внесення під час вегетації азотних добрив, а також позакореневого внесення карбаміду з біостимулятором Агрінос Б сприяє кращому росту та розвитку рослин ячменю озимого, в результаті чого істотно збільшуються показники фотосинтетичного потенціалу та чиста продуктивність фотосинтезу, яка в подальшому впливає на продуктивність культури.

ВИСНОВКИ

У результаті досліджень, виявлено що на формування площі листової поверхні впливають сортові особливості ячменю озимого, мінеральні добрива та біостимулятор. Так, на контрольних варіантах (без добрив) площа листової поверхні рослин ячменю вітчизняного сорту Атлант Миронівський була на рівні 32,62 тис. м²/га, тоді як сорту іноземної селекції ПАСО, відпо-

відно 33,42 тис. м²/га. Найвищі показники площі листової поверхні рослин ячменю озимого були зафіксовані на ділянках, де вносились мінеральні добрива, проводилось позакоренеve підживлення азотними добривами і вносився біостимулятор Агрінос Б. Під час внесення мінеральних добрив і біостимулятора $N_{10}P_{26}K_{26} + N_{46} + N_8$ + Агрінос Б, 1,0 л/га у фазі початок виходу в трубку площа листової поверхні рослин у фазі колосіння була найвища, у сорту Атлант Миронівський — 58,30 тис. м²/га, що більше за контрольні ділянки на 25,68 тис. м²/га, сорту ячменю ПАСО — 61,13 тис. м²/га, що переважає за контрольні ділянки на 27,71 тис. м²/га. Фотосинтетичний потенціал знаходиться в прямій залежності від дози мінеральних добрив, строків їх внесення та використання біостимуляторів при технології вирощування ячменю озимого. В середньому за три роки досліджень за внесення дози добрив $N_{10}P_{26}K_{26} + N_{34}$ в підживлення у фазі початок кушення фотосинтетичний потенціал сорту ячменю озимого Атлант Миронівський становив 1,76 млн г/м² за добу, сорту ПАСО, відповідно 1,90 млн г/м² за добу, що більше за контрольні ділянки на 0,58–0,69 млн г/м² за добу. Найвищі показники чистої продуктивності відмічено на ділянках, де вносились мінеральні добрива і біостимулятор $N_{10}P_{26}K_{26} + N_{46} + N_8$ + Агрінос Б, 1,0 л/га у фазі початок виходу в трубку, сорту Атлант Миронівський — 3,04 г/м² за добу, що переважає за контрольні ділянки на 0,92 г/м² за добу, сорту ПАСО 3,12 г/м² за добу, що більше за контрольні ділянки на 0,96 г/м² за добу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Parfeniuk A., Turovnik Yu., Beznosko I. et al. Mycobio-
me of sunflower rhizosphere in organic farming. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. Vol. 11 (2). P. 149–154.
2. Войтова Г.П. Вплив систем удобрення на уро-
жайність ячменю ярого в умовах Правобереж-
ного Лісостепу. *Зернові культури*. 2021. Т. 5. № 1.
С. 72–77.
3. Нагірний В.В. Вплив строків сівби та мікродоб-
рів на продуктивність сортів ячменю озимого в
умовах півдня України: дис. ... канд. с.-г наук:
06.01.09. Херсон, 2020. 208 с.
4. Камінський В.Ф., Сайко В.Ф. Стратегія оптимі-
зації використання земельних ресурсів в агро-
промислому виробництві в Україні в контексті
світового стабільного розвитку. *Вісник аграрної
науки*. 2014. № 3. С. 5–10.
5. Шкатула Ю.М., Барський Д.О. Урожайність ози-
мого ячменю залежно від системи удобрення.
Сільське господарство та лісівництво. 2021. № 1
(21). С. 87–100.
6. Біопрепарати можуть збільшити урожайність ку-
курудзи на 10%. URL: <https://superagronom.com/>

- news/10026-biopreparati-mojut-sbilshiti-uroжайnist-kukurudzi-na-10 (дата звернення: 02.07.2023).
7. Мусієнко М.М. Фізіологія рослин: підруч. Київ, 2005. 808 с.
 8. Гамаюнова В.В., Дворецький В.Ф., Сидякіна О.В., Глушко Т.В. Формування надземної маси ярих пшениці та тритикале під впливом оптимізації їх живлення на півдні України. *Вісник ЖНАЕУ*. 2017. № 2 (61). Т. 1. С. 20–28.
 9. Каленська С.М., Токар Б.Ю. Урожайність ячменю ярого в залежності від рівня мінерального живлення. *Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2015. Вип. 23. С. 30–33.
 10. Hospodarenko H.M., Prokorchuk I.V., Stasinievych O.Yu. and Boiko V.P. Influence of fertilizer application ratio on field crop rotation effectiveness. *Scientific Horizons*. 2019. Vol. 3 (76). P. 80–86.
 11. Польовий В.М., Ткач Є.Д., Лукашук Л.Я. Продуктивність ячменю ярого залежно від удобрення та вапування в умовах Західного Полісся. *Агроекологічний журнал*. 2020. № 1. С. 83–90. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2020.201276>.
 12. Балюк С.А., Носко Б.С., Шимель В.В. та ін. Оптимізація живлення рослин у системі факторів ефективної родючості ґрунтів. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 3 (792). С. 12–19.
 13. Пальчук Н.С. Формування зернової продуктивності пшениці озимої залежно від сорту, попередника та мінерального живлення в північному Степу України: дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.09. Дніпропетровськ, 2015. 181 с.
 14. Балюк С.А., Мірошніченко М.М. Система удобрення сільськогосподарських культур в землеробстві початку XXI століття: моногр. Київ, 2016. 400 с.
 15. Лихочвор В.В., Матковська М.В. Урожайність сортів озимого ячменю залежно від норм добрив, морфорегуляторів та фунгіцидів в умовах Західного Лісостепу. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2017. Вип. 62. С. 91–101.
 16. Вінюков О.О., Коробова О.М., Бондарева О.Б., Коноваленко Л.І. Використання біо- та рістрегулюючих препаратів для підвищення продуктивності та якості зерна ячменю ярого. *Збалансоване природокористування*. 2017. Вип. 3. С. 46–50.
 17. Єгорова Т.М., Корнілова Н.А., Мінералов О.І. Вплив критичного надлишку мікроелементів на розвиток культури ячмінь (*Hordeum*). *Агроекологічний журнал*. 2022. № 2. С. 86–91. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2022.263322>.
 18. Мосійчук І.І., Гаврилюк Л.В., Безноско І.В. та ін. Вплив біопрепаратів Вимпел 2, Оракул мультикомплекс та їх суміші на рослини ячменю ярого (*Hordeum L.*) різних сортів. *Агроекологічний журнал*. 2023. № 2. С. 91–99. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2023.283701>.
 19. Короткова І.В., Горобець М.В., Чайка Т.О. Вплив стимуляторів росту на продуктивність сортів ячменю ярого. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 20–30.
 20. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. [Чинний від 2004.01.01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 173 с.
 21. Ушкаренко В.О., Вожегова Р.А., Голобородько С.П., Коковихін С.В. Методика польового досліду: навч. посіб. Херсон: Гринь Д.С., 2014. 448 с.
 22. Повидало В.М., Коломієць Л.П., Шевченко І.П. Продуктивність ячменю ярого в системі ґрунтозахисного біологічного землеробства. Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН». Київ, 2014. С. 48–54.

REFERENCES

1. Parfeniuk, A., Turovnik, Yu. & Beznosko, I. (2021). Mycobiome of sunflower rhizosphere in organic farming. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11 (2), 149–154 [in English].
2. Voitova, H.P. (2021). Vplyv system udobrennia na urozhainist yachmeniu yaroho v umovakh Pravoberezhnogo lisostepu [The influence of fertilization systems on the yield of spring barley in the conditions of the Right Bank forest-steppe]. *Zernovi kultury — Cereal crops*, 1, 5, 72–77 [in Ukrainian].
3. Nahirnyi, V.V. (2020). Vplyv strokiv sivyb ta mikro-dobryv na produktyvnist sortiv yachmeniu ozymoho v umovakh pivdnia Ukrainy [The influence of sowing dates and microfertilizers on the productivity of winter barley varieties in the conditions of southern Ukraine]. *Candidate's thesis*. Kherson [in Ukrainian].
4. Kaminskyi, V.F. & Saiko, V.F. (2014). Stratehiia opytymizatsii vykorystannia zemelnykh resursiv v ahropromyslovomu vyrobnytstvi v Ukraini v konteksti svitovoho stabilnogo rozvytku [Strategy for optimizing the use of land resources in agro-industrial production in Ukraine in the context of global sustainable development]. *Visnyk ahrarynoi nauky — Herald of Agrarian Science*, 3, 5–10 [in Ukrainian].
5. Shkatula, Yu.M. & Barskyi, D.O. (2021). Urozhainist ozymoho yachmeniu zalezhdno vid systemy udobrennia [Yield of winter barley depending on the fertilization system]. *Sil'ske hospodarstvo ta lisivnytstvo — Agriculture and forestry*, 1, 21, 87–100 [in Ukrainian].
6. Biopreparaty mozhut zbilshyty urozhainist kukurudzy na 10% [Biological preparations can increase the yield of corn by 10%]. (2023). URL: (data zvernennia: 02.07.2023) [in Ukrainian].
7. Musiienko, M.M. *Fiziolohiia roslyn: pidruchnyk [Physiology of plants: a textbook]*. Kyiv [in Ukrainian].
8. Hamaiunova, V.V., Dvoret'skyi, V.F., Sydiakina, O.V. & Hlushko, T.V. (2017). Formuvannia nadzemnoi masy yarykh pshenytsi ta trytykale pid vplyvom opytymizatsii yikh zhyvlennia na pivdni Ukrainy [Formation of above-ground mass of spring wheat and triticale under the influence of optimization of their nutrition in the south of Ukraine]. *Visnyk ZhNAEU — Bulletin of ZhNAEU*, 23, 20–28 [in Ukrainian].
9. Kalenska, S.M. & Tokar, B.Yu. (2015). Urozhainist yachmenia yaroho v zalezhdnosti vid rivnia mineral-

- noho zhyvlennia [Yield of spring barley depending on the level of mineral nutrition]. *Institut bioenerhetychnykh kultur i tsukrovyykh buriakiv — Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, 23, 30–33 [in Ukrainian].
10. Hospodarenko, H.M., Prokopchuk, I.V., Stasinievych, O.Yu. & Boiko, V.P. (2019). Influence of fertilizer application ratio on field crop rotation effectiveness. *Scientific Horizons*, 3 (76), 80–86 [in English].
 11. Poloviy, V.M., Tkach, Ye.D. & Lukashchuk, L.Ya. (2020). Produktivnist yachmeniu yaroho zalezchno vid udobrennia ta vapnuvannia v umovakh Zakhidnoho Polissia [Productivity of spring barley depending on fertilization and liming in the conditions of Western Polissia]. *Ahroekolohichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 1, 83–90. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2020.201276> [in Ukrainian].
 12. Baliuk, S.A., Nosko, B.S. & Shymel, V. V. (2019). Optyimizatsiia zhyvlennia roslyn u systemi faktoriv efektyvnoi rodiuchosti gruntiv [Optimization of plant nutrition in the system of factors of effective soil fertility]. *Visnyk ahrarynoi nauky — Bulletin of Agricultural Science*, 3 (792), 12–19 [in Ukrainian].
 13. Palchuk, N.S. (2015). Formuvannia zernovoi produktivnosti pshenytsi ozymoi zalezchno vid sortu, poperednyka ta mineralnogo zhyvlennia v pivnichnomu Stepu Ukrainy [Formation of grain productivity of winter wheat depending on variety, predecessor and mineral nutrition in the northern Steppe of Ukraine]. *Candidate's thesis*. Dnipropetrovsk [in Ukrainian].
 14. Baliuk, S.A. & Miroschnychenko, M.M. (2016). *Sistema udobrennia silskohospo-darskykh kultur v zemlerobstvi pochatku XXI stolittia: monohrafiia [The system of fertilisation of agricultural crops in agriculture of the early XXI century: monograph]*. Kyiv [in Ukrainian].
 15. Lykhochvor, V.V. & Matkovska, M.V. (2017). Urozhainist sortiv ozymoho yachmeniu zalezchno vid norm dobryv, morforehuliatoriv ta funhitsydiv v umovakh Zakhidnoho Lisostepu [Yields of winter barley varieties depending on fertiliser rates, morphoregulators and fungicides in the Western Forest-Steppe]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynystvo — Foothill and mountain agriculture and livestock farming*, 62, 91–101 [in Ukrainian].
 16. Viniukov, O.O., Korobova, O.M., Bondareva, O.B. & Konovalenko, L.I. (2017). Vykorystannia bio- ta ristrehuliuiuchykh preparativ dlia pidvyshchennia produktyvnosti ta yakosti zerna yachmeniu yaroho [The use of bio- and growth-regulating agents to improve the productivity and quality of spring barley grain]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia — Sustainable use of natural resources*, 3, 46–50 [in Ukrainian].
 17. Yehorova, T.M., Kornilova, N.A. & Mineralov, O.I. (2022). Vplyv krytychnoho nadlyshku mikroelementiv na rozvytok kultury yachmin (*Hordeum*) [Influence of critical excess of microelements on the development of barley (*Hordeum*)]. *Ahroekolohichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 2, 86–91. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2022.263322> [in Ukrainian].
 18. Mosiichuk, I.I., Havryliuk, L.V. & Beznosko, I.V. (2023). Vplyv biopreparativ Vympel 2, Orakul multykompleks ta yikh sumishi na roslyny yachmeniu yaroho (*Hordeum* L.) riznykh sortiv [The effect of biological preparations Vimpel 2, Oracle multicomplex and their mixtures on plants of spring barley (*Hordeum* L.) of different varieties]. *Ahroekolohichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 2, 91–99. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2023.283701> [in Ukrainian].
 19. Korotkova, I.V., Horobets, M.V. & Chaika, T.O. (2021). Vplyv stymuliatoriv rostu na produktyvnist sortiv yachmeniu yaroho [Effect of growth stimulants on the productivity of spring barley varieties]. *Visnyk PDAA — Bulletin of the PDAA*, 2, 20–30 [in Ukrainian].
 20. Nasinnia silskohospodarskykh kultur. Metody vyznachennia yakosti [Crop seeds. Methods of quality determination]. (2003). *DSTU 4138-2002 from 1st January 2004*. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy [in Ukrainian].
 21. Ushkarenko, V.O., Vozhehova, R.A., Holoborodko, S.P. & Kokovikhin, S.V. (2014). *Metodyka polovoho doslidu: navchal'nyy posibnyk [Methods of field research: a study guide]*. Kherson: Hrin [in Ukrainian].
 22. Povyddalo, V.M., Kolomiets, L.P. & Shevchenko, I.P. (2014). Produktivnist yachmeniu yaroho v systemi gruntozakhysnoho biolohichnoho zemlerobstva [Productivity of spring barley in the system of soil protection biological farming]. *Natsionalnyi naukovyi tsentr «Institut zemlerobstva NAAN» — National Scientific Centre «Institute of Agriculture of NAAS»*, 48–54 [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 18.08.2023

ПАМ'ЯТІ В.А. СОЛОМАХИ (1955–2023)



14 грудня 2023 р. пішов із життя відомий український фітоценолог, ботанік, доктор біологічних наук, професор, провідний науковий співробітник відділу охорони ландшафтів, збереження біорізноманіття і природозаповідання Інституту агроекології і природокористування НААН **Володимир Андрійович Соломаха**.

Життєвий шлях Володимира Андрійовича — зразок людської гідності, добропорядності та мудрості. Народився Соломаха В.А. 6 вересня 1955 р. у м. Калінінграді (РФ) у родині робітників. З 1972 р. навчався на природничому факультеті Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького, який закінчив у 1977 р. за спеціальністю «біологія» з додатковою спеціальністю «хімія». Впродовж 1977–1982 рр. навчався в аспірантурі Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України. Після закінчення якої представив до захисту кандидатську дисертацію на тему: «Луговая растительность бассейна р. Ворскла и пути повышения ее продуктивности», яку успішно захистив у Центральному ботанічному саду імені М.М. Гришка у 1982 р. У цій роботі вперше в Україні був застосований поряд з еколого-фітоценотичним ще

й еколого-флористичний метод класифікації рослинності (метод Браун-Бланке).

Пройшовши в 1980–1981 рр. стажування із співробітниками Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України у проф. Б.М. Міркіна, ініціював та здійснив із колегами опрацювання наявних геоботанічних матеріалів у фітоценотеці Інституту. Передусім було досліджено блок описів лучної заплавної та позазаплавної рослинності долин річок Ворскли, Дніпра, Верхнього Дністра, низинних та суходільних лук Українського Полісся й галофільної рослинності з виділенням широкого спектра нових синтаксонів. Разом із колегами був опрацьований степовий тип рослинності у деяких природно-заповідних об'єктах. Дослідження рослинних угруповань трав'янистої рослинності дало змогу розробити типологічний склад покриву сінокосів і пасовищ рівнинної частини України та видати колективну монографічну працю «Типология лугов Украины и их рациональное использование» (1988).

Перебуваючи на посадах молодшого наукового співробітника та наукового співробітника Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України з 1982 по 1991 рр., вивчав власний геоботанічний матеріал відносно засміченості орних земель України, що стало основою для написання докторської дисертації на тему «Синтаксономія, агротипологія та районування сегетальної рослинності України» (1993). У роботі для сільськогосподарських земель України була вперше наведена, поряд з синтаксономічною схемою сегетальної рослинності, також її типологія та районування земель за засміченістю бур'янами. Також був надрукований як окремих підрозділ «Попередній продормус рослинності України за методом Браун-Бланке».

У подальшому Соломаха В.А. тричі доповнював синтаксономію рослинності України (1995, 1996, 2008). Ці роботи ав-

тора стали базою для відтворення синтаксономії рослинності України в загальноєвропейській класифікаційній схемі. Брав участь у колективних роботах «Огляд вищих одиниць рослинності України за методом Браун-Бланке та їх діагностичні види» та в «Продромусі рослинності України», де наведено 1009 асоціацій у 75 класах рослинності та підтверджено авторство Соломаха В.А. стосовно I класу, 3 порядків, 16 союзів та 92 асоціацій.

У період із 1994 по 2018 рр. працював на посаді професора кафедри ботаніки у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка, завідувача цієї самої кафедри (1996–2000 рр.), директора Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна (2006–2008 рр.). Доклав максимум зусиль для залучення молодих дослідників до вивчення рослинного світу України. Випускники кафедри із вдячністю згадують про вдало організовані та цікаві навчальні практики, що проводились у різних регіонах України.

Володимир Андрійович був координатором наукових досліджень з класифікації рослинності України. Його сфера наукових інтересів: рослинність України, фітосозологія, синтаксономія рослинності та її продромус, рослинний покрив природно-заповідних територій.

Соломаха В.А. є автором і співавтором понад 250 наукових праць, з яких понад 100 публікацій у фахових виданнях, 21 колективна монографія, 6 навчально-методичних праць, 5 навчальних посібників. Вчений був науковим редактором 70 монографій, збірників та інших видань. За його наукового керівництва підготовлено п'ять докторів та 15 кандидатів біологічних наук. Упродовж 1996–2005 рр. був головним редактором

журналу «Український фітоценологічний збірник». За його ініціативи створено наукове видання «Природно-заповідні території. Рослинний світ» (заступник головного редактора (2002–2006 рр.), головний редактор (2006–2016 рр.)).

За наукові заслуги Соломаха В.А. став лауреатом премії ім. М.Г. Холодного НАН України у 1990 р. За багаторічну сумлінну працю та високий професіоналізм у підготовці кадрів нагороджений Почесною грамотою Київського національного університету імені Тараса Шевченка в 2005 р. За участь у ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС в 1986 р. нагороджений медаллю.

Соломаха В.А. був членом спеціалізованих Вчених рад із захисту дисертаційних робіт з «екології» в Інституті агроєкології і природокористування НААН та з «ботаніки» у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка.

Володимир Андрійович — був щирою, порядною, компанійською людиною, чудовим організатором наукових експедицій та прикладних проектів. Він виростив когорту науковців (кандидатів і докторів наук), які працюють у різних навчальних, наукових та природоохоронних установах.

Висловлюємо щире, глибоке співчуття рідним і близьким, друзям, колегам.

Світла пам'ять про Володимира Андрійовича як щирої, порядної, високоморальної людини, патріота України, знаного вченого, назавжди залишиться у нашій пам'яті та серцях.

*Коніщук В.В., Шумигай І.В.,
Душко П.М.*

*Колектив Інституту агроєкології і
природокористування НААН,
редколегія та редакція
«Агроєкологічного журналу»*

ABSTRACT

Mishenin Ye.¹, Dutchenko O.², Yarova I.³ Ecological and economic assessment of sustainable spatial land management in the context of global climate change: economic and mathematical modeling. *Agroecological journal*. 2023. No. 4. P. 6–14.

¹ *Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

² *Sumy College of Economics and Trade*

³ *Sumy State University*

e-mail: eugeniy_mishenin@yahoo.com

This article emphasises that the degree of anthropogenic (ecodestructive) impact on the state of agricultural production is the main criterion for assessing the development of sustainable spatial land management under certain ecological and economic constraints. The aim of the study is to model the ecological and economic assessment of the transformation of the territorial-spatial management of agricultural land at different levels of management, taking into account the impact of anthropogenic (ecodestructive) factors to ensure sustainable land use in the context of global climate change. Thus, the methodology of territorial-spatial analysis of the efficiency of transformation of modern agricultural land use and use of land and resource potential is aimed at determining its holistic assessment as a systemic and complex phenomenon. An economic-mathematical model for calculating the optimal structure of sown areas by placing crops between production structures of different levels of management, taking into account their susceptibility to the action of a particular ecodestructive (anthropogenic) factor, is proposed. The allocation of agricultural production based on the presented model implies redistribution of production of certain types of products, taking into account minimisation of economic losses from anthropogenic (ecodestructive) factors, in particular, industrial air pollution. The paper considers the possibilities of quantifying the economic consequences of climate change in the system of agricultural land use. It is proved that the assessment of economic losses from climate change in the system of sustainable agricultural land use requires the development of a system of cost standards that correspond to the input climate parameters. This article presents natural indicators and regional adjustment coefficients of agricultural production in case of an increase in the average annual air temperature by one degree, with differentiation by regions of Ukraine. An algorithm for economic assessment of the impact of changes in the thermal regime of the atmosphere on the efficiency of the crop production industry is presented. The proposed modelling of the territorial-spatial improvement of agricultural land use efficiency is a methodological approach to assessing the environ-

mental consequences of transforming the efficiency of management in agriculture in terms of reducing and preventing economic losses from anthropogenic (ecodestructive) factors in the context of global climate change. So, the practical implementation of the presented methodological approach to the economic assessment of the impact of global climate change on agriculture will allow to substantiate recommendations for the formation of a system of actions that would allow to avoid or at least reduce the negative climate impact.

Key words: anthropogenic factor, pollution, economic loss, agricultural land use, territorial and spatial development.

Kovaliv O. Algorithm of methodological aspects of nature management in Ukraine as constitutionally motivated requirements of today. *Agroecological journal*. 2023. № 4. P. 15–27.

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS

e-mail: okovaliv@ukr.net

A constitutionally motivated algorithm of methodological aspects of land and nature use, especially in the agricultural sphere, which is an effective mechanism (tool) for painless correction (elimination) of assumed errors in the process of the so-called «land reform» in Ukraine. The need to demarcate the rights of two different property objects to «land», namely: – to «land plot» (border) as an object of civil rights; and – on «land and its natural resources» as natural objects of ownership of the Ukrainian people, which are located within such areas, as well as the introduction of a de facto institute of nature management on a paid basis according to established regulations. It has been established that the criminal replacement of the current constitutional land norm of «use» with the unconstitutional factor of «distribution» contributes to the self-righteous use of natural resources as objects of someone else's property. A system mechanism is recommended for the implementation of approved project solutions of architectural, construction and land management arrangement in the entire geospace of the state, forming a balanced land use – from the standpoint of national interests and the interests of local communities. It has been proven that the application of this mechanism will eliminate any obstacles and objections in the primary identification and certification of all natural objects (existing and rehabilitated) that have a nature reserve, nature protection, water regulation, health, recreational, historical and cultural and other value. The outlined constitutional right will act fairly in the process of determining (removing from intensive use) plots in agro-landscapes

that are subject to liming, afforestation and have environmental significance. It has been established that the main role as a factor of responsible financial support in the process of formation and formation of all such Ukrainian business entities (according to the target functional purpose) will be performed by the Budget of the National Land Institution of Ukraine together with and with the participation of able-bodied citizens who will independently decide in what way they will carry out their comfortable living in the relevant territory, as well as the budgets of local communities at the basic level. It is planned to organize more than 250,000 (preferably more than 500,000) new private family farms and peasant farms (ancestral, family estates) created by young families (the priority right is granted – to participants in hostilities (soldiers – winners) and their families) and their families), mainly, without hired workers, with a total area of almost 10 million hectares of small arable land massifs and other (4–5 million hectares) adjacent lands.

Key words: law, the Constitution of Ukraine, land, natural resources, management, architectural and construction and land management regulation.

Shapoval V., Polishchuk I., Starovoitova T. Biota of the F.E. Falz-Fein Biosphere Reserve «Askania Nova» of NAAS. *Agroecological journal*. 2023. No. 4. P. 28–38.

The Falz-Fein Biosphere Reserve «Askania-Nova» of NAAS

e-mail: shapoval_botany@ukr.net

The article provides a general overview of the biota of the «Askania Nova» Biosphere Reserve named after F.E. Falz-Fein of NAAS based on existing reports and updating of some inventory data. The information on the area, functional zoning and physical and geographical location of the territory is presented. The original, historically defined infrastructure of the Askania Reserve Complex is noted, which significantly differs from the objects of the nature reserve fund of Ukraine due to the combination of natural ecosystems of virgin fescue-fescue steppe with plantations of the irrigated dendrological park and the zoo with semi-free keeping of wild ungulates. It is emphasized that such a combination of nature protection functions and heterogeneity of the natural-territorial complex determine a high level of biodiversity, including its rare component. Thus, the indicated heterogeneity of the Reserve's territory, as well as the succession of natural ecosystems, invasions and related consequences of introduction require periodic re-inventories, critical audits, coordination and systematization of general floristic and faunal summaries of the territory, individual species lists in the context of functional zones, and clarification of the zoological status of species. Existing materials on the biota diversity and the list of rare species of flora and fauna of the «Askania Nova» Biosphere Reserve have been

consolidated into a single, comprehensive list, which illustrates the full species composition of natural and artificial ecosystems of different functional zones, proves the factual richness of the current version of the general biota summary, provides the necessary cadastral information and methodological basis for assessing the environmental damage caused by the armed aggression and occupation of the territory. Currently, the biodiversity of the «Askania Nova» Biosphere Reserve, including the dendrological park of national importance and the zoo, comprises 2570 species of phytobiota (vascular plants – 1762, bryophytes – 54, algae – 285, fungi – 330, lichens and lichenicolous fungi – 139) and 2292 species of zoobiota (invertebrates – 1945, vertebrates – 347). The biota includes 167 species of flora and 307 species of fauna with national, regional, and international protection status.

Key words: biota, floristic and faunal reports, re-inventory, cadastre, biodiversity conservation, rare species.

Shupova T., Koniakin S. Potential threats of Kakhovka catastrophe to bird populations of different ecological groups. *Agroecological journal*. 2023. No. 4. P. 39–52.

Institute for Evolutionary Ecology, NAS of Ukraine
e-mail: ser681@ukr.net

Any military action involves a number of risks for the existence of animals. In the event of the destruction of hydraulic structures, not only aquatic ecosystems usually suffer, but also the ecosystems of islands and banks. Undermining the dam of the Kakhovska hydroelectric power station had a wide range of negative impact on the life of animals. A number of its consequences manifested themselves immediately after the destruction of the dam connected with drainage of bottom sediments in some regions and flooding of the coast in others. But one should also expect the transformation of faunal complexes associated with long-term changes in the water regime, and in some regions with drying and moisture deficiency. The purpose of this work is to assess the species composition of birds whose populations will suffer population losses as a result of the Kakhovka catastrophe in the short and long term on a regional and global scale. The published lists of bird species for the territories affected by the Kakhovka catastrophe an analysis was made: for the Kakhovka reservoir, the 'Kinburn Kosa Regional Landscape Park, the Black Sea Biosphere Reserve; and for the registration of some rare species in the region. Questionable data was checked against an electronic database <https://uabirds.org/>. We assessed the species composition of birds whose populations may decrease in number as a result of the Kakhovka catastrophe in the near and long term. Problems of regional and global scale are considered. The status of residence and ecology of birds were taken into account. Birds affected as a result of the

Kakhovka catastrophe were divided into 3 groups: I – 82 species – birds nesting in the region of the disaster and lost part of their populations this year. These are birds that build nests in aquatic vegetation, not high in trees, shrubs, on the ground on the islands; II – 69 species – birds that will lose their habitats in the coming nesting seasons due to changes in the Dnieper channel, water regime and the development of devastation processes. These are limnophilous that inhabited the thickets of the coastline and the islands of the Dnieper; III – 121 species – birds that will lose habitats for feeding and shelter during migration and wintering. The number of not only populations that nest in Ukraine will suffer, but also those migrating from Europe and Asia. And a group of birds (33 species) that are unlikely to be affected. The catastrophe of the undermining of the dam of the Kakhovska hydroelectric power station harms the biodiversity and integrity of habitats on a large area of the banks of the lower reaches of the Dnieper. The effects of the disaster on natural communities will have a lasting impact. We predict a change in the biotopes of the existence of birds in the direction of degradation of wetlands and drainage of terrestrial ones, which will lead to a change in the species composition of birds in the region. Relevant in the future will be the study of the succession processes of ecosystems on the banks of the lower reaches of the Dnieper and changes in the communities of birds that inhabit them. The consequences of the catastrophe we have an impact on migratory bird species on a global scale.

Key words: environmental catastrophe, avifauna, habitats, nature reserve fund.

Chornobrov O.¹, Khrystetska M.² Forestry and ecological features of fallen dead wood stocks distribution in forest ecosystems of Kaniv Dnieper region. *Agroecological journal*. 2023. No 4. P. 53–64.

¹ *Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

² *Shatskyi National Natural Park*

e-mail: oleksandr.chornobrov@ukr.net.

Dead wood is an important component of forest ecosystems that performs a number of ecological functions. The purpose of the article is to study the forestry and ecological features of the distribution of fallen dead wood (lying woody debris) stocks in forest stands of the Kaniv Dnieper region (Middle Right Bank Dnieper, Forest-steppe of Ukraine). The study was carried out based on State forest inventory data of the forest fund of the former State Enterprise «Kanivsky Forestry» with a total area of 24,558.6 ha. The area of forest stands in which fallen dead wood was found during forest inventory was 2,550.3 ha or 10.4% of the total forest area. In general, fallen dead wood was found in the forest stands of 18 tree species with a total stock of 21,255 m³. In forest stands where fallen dead wood was found the average volume of

by tree species ranging from 5.0 m³·ha⁻¹ (elm (*Ulmus minor* Mill.), small-leaved linden (*Tilia cordata* Mill.), black poplar (*Populus nigra* L.), common ash (*Fraxinus excelsior* L.), green ash (*Fraxinus lanceolata* Borkh.) up to 17.8 m³·ha⁻¹ (white willow (*Salix alba* L.), in general for all tree species – 8.5 m³·ha⁻¹. In the stands of the prevailing tree species – Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and black locust (*Robinia pseudo-acacia* L.), the average volume of fallen dead wood was 9.1 m³·ha⁻¹ and 8.5 m³·ha⁻¹, respectively. The average volume among trophotopes was the largest in hrud (dibrova) – 8.7 m³·ha⁻¹, and the smallest – in bir, 5.2 m³·ha⁻¹. Among hygrotopes, the average volume was from 5.3 m³·ha⁻¹ (damp conditions) to 11.0 m³·ha⁻¹ (wet conditions). Fallen dead wood was found in 16 out of 32 forest types that are represented in the forest fund of the studied object, with an average volume of 5.0 m³·ha⁻¹ (wet oak-pine subir, damp black alder suhrud) to 18.4 m³·ha⁻¹ (wet floodplain willow-poplar suhrud). In general, the average volumes of fallen dead wood in forest stands are low, which may be related to forestry activities (cutting). The data we obtained are important for research into the peculiarities of the formation of woody detritus stocks in the forest types of the Middle Right Bank Dnieper of Ukraine and protective functions of dead wood.

Key words: woody detritus, edatop, forest type, protective stands, forest ecosystem.

Podoba Y., Pinchuk V., Tertychna O., Mineralov O., Deshko V. Content of heavy metals in the digestate from poultry by-products. *Agroecological journal*. 2023. № 4. P. 65–72.

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS

e-mail: 2375797@gmail.com

Content of heavy and other metals, which have the sanitary status of «harmful substances» in various national and European standards and quality guidelines, in the by-products of poultry farming and its processing products – digestate from a biogas station – was determined. Expediency of analyzing the chemical composition of organic raw materials at different stages of the technological process for obtaining high-quality organic fertilizer based on digestate from biogas station is substantiated. Granulation of the solid fraction of the digestate was carried out to obtain granulated organic fertilizer, which made it possible to improve the process of processing by-products of animal origin. The granulated dry product mass makes 23.1% of the mass of the native digestate from the biogas station. Laboratory analysis of granulated digestate determined compliance with sanitary standards for organic fertilizers approved for use in conventional and organic agriculture. The content of heavy metals in digestate from quail droppings was analyzed in accordance with DSTU 4944:2008. The mass fraction of heavy metals cadmium, lead and cobalt is 285, 342 and 1795 times lower than permissible

concentration for agrochemicals in Ukraine, and copper and zinc are 17 and 19 times lower, respectively. According to international standards (Regulation (EU) 2019/1009), actual concentration of cadmium, lead, copper and zinc is 14, 205, 13 and 4 times lower than the maximum permissible levels. Actual content in percent of the permissible value of the toxicological indicators of the organic mixture, which according to DSTU 7527:2014 can be used as a fertilizer in agriculture and forestry and in green construction; for land reclamation and as fuel is: iron – 4.7%, cadmium – 0.5%, cobalt – 0.4%, manganese – 6.9%, copper – 3.1%, lead – 0.2%.

Key words: organic fertilizers, poultry droppings, digestate, poultry by-products, soil, Regulation (EU) 2019/1009, maximum permissible concentration.

Vozniuk R., Sychov M. Efficiency of the use of compound foodstuffs with different levels of formulated fermented soya meal EP500 when growing African catfish (*Clarias gariepinus*) to market weight. Agroecological journal. 2023. No. 4. P. 73–79.

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

e-mail: roman_vz@ukr.net

The article highlights the influence of feeding *Clarias gariepinus* with mixed fodders with different levels of replacement of fish meal with fermented soybean meal EP500 on the live weight and average daily weight gain of *Clarias gariepinus* reared to marketable weight. Experimental studies were conducted at the Pshenychnyi Department of Animal Nutrition and Feed Technology of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. A scientific and economic experiment was conducted using the method of analogue groups lasting 84 days, which was divided into 6 subperiods lasting 14 days each. For the experiment, 300 heads of African sharptooth catfish with an average weight of 351–352 grams were selected and formed by the method of analogues into three groups of 100 heads each – control and 2 experimental. The fish were fed with compound feed, which differed in different levels of fermented soybean meal. Thus, in the feed of the control group, the amount of fish meal was 36% without the addition of fermented soybean meal EP500, while in the feed of group 2, the content of fish meal was reduced to 11% and 25% of fermented soybean meal EP500 was added. In the preparation of feed for group 3, efforts were made to replace 100% of fish meal with fermented soybean meal EP500, while the content of fermented soybean meal EP500 was 36%. On the 56th day of the experiment, changes in live weight became significant. Thus, the third group, which contained 36% of fermented soybean meal EP500, was 5.22 g ($p \leq 0.05$) ahead of the control in live weight. The second group was heavier than the control by 3.68 g, but there was no significant difference between them. When

weighed on day 70 of the experiment, the live weight in the second experimental group was 9.34 g higher than in the control group ($p \leq 0.05$) and became significant. At the same time, the third group was 10.9 g higher in live weight compared to the control group ($p \leq 0.05$) and continued to be significant. At the end of the experiment on day 84, this pattern continued. Thus, the live weight of African sharptooth catfish in the second and third experimental groups was higher compared to the control by 9.77 g ($p \leq 0.05$) in the second experimental group and 12.07 g ($p \leq 0.01$) in the third experimental group, although there was no statistical significance between the experimental (second and third) groups. The analysis of the average daily weight gain for the entire period showed a significant difference in this indicator in the second and third groups, which exceeded the control by 1.34% ($p \leq 0.01$) and 1.57% ($p \leq 0.001$), respectively.

Key words: productivity, body weight, average daily weight gain, protein nutrition of fish, fish meal.

Slyusar I.¹, Serbeniuk V.¹, Serbeniuk G.², Zosimchuk O.³ Influence of methods of agricultural use of organic soils on leaching biogenic substances into drained waters. Agroecological journal. 2023. No. 4. P. 80–88.

¹ *National Scientific Center «Institute of Agriculture of the National Academy of Sciences»*

² *National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine*

³ *Sarnen Research Station of the Institute of Water Problems and Reclamation of the National Academy of Sciences*

e-mail: serbenukoo@ukr.net

The purpose of the work is the environmental protection and effective use of drained organic soils of the humid zone in river valleys, which is connected with the development and using the system of sustainable development of agricultural sector, the object of which is the soil, as well as the processes that take place with its participation, especially the degradation of peat soil, leaching of various chemicals into groundwater, which were used in the technologies of growing agricultural crops. In these soils, there is a change in water-air, thermal, nutritional regimes and biological processes, which, due to unreasonable methods of soil use, leads to pollution of river waters, which negatively affect the ecology of the environment in general. The research results showed that the most leached from the soil, regardless of the doses and types of application of mineral fertilizers and weather conditions by year, were the compounds Ca (82–265 mg/l), Mg (33.9–126.0 mg/l), Na (22.1–48.2 mg/l of drainage water), and the lowest – nitrate nitrogen (2.1–29.5 mg/l) and phosphorus (0.4–2.0 mg/l of drainage water). Such dependence is associated with

intensive consumption of mobile nitrogen and phosphorus by plants. A lot of Na was leached from the soil (21.2–65.0 mg/l of drainage water). This is due to the significant salt content in the soil, which is considered slightly saline. The most compounds of Ca, Mg, nitrate and ammonia nitrogen are washed out under grasses in spring, and under annual crops in autumn. Leaching mobile compounds of phosphorus and potassium regardless of the type of crop used, and most of them were washed out under grasses and annual crops in autumn; moreover, the amount of washed substances is consistent with the application rate. It was established that the content of almost all biogenic substances in the canals of various purposes did not exceed the MPC for fish farms, based on the use of the content of Mg compounds (MPC – 40 mg/l of water), which in the channels of the floodplain of the Supii River reached 91–126 mg/l of water. At the same time, the introduction of magnesium chemicals in the technological process of growing agricultural crops was not carried out, apparently, its compounds were found in the vivianite layers of the organic soil. The main measures for environmental protection agricultural use of drained organic soils are proposed in accordance with scientifically based methods of their use in the conditions of the humid zone of the Forest-Steppe and Polissia, which will make it possible to regulate and control the ingress of biogenic substances into drainage and river waters.

Key words: drained soils, mineral fertilizers, nutrients, leaching, ecology, productivity, crop rotation.

Dmytrenko O.¹, Demyanyuk O.², Pohorila L.¹, Svydnyuk N.¹, Rozha V.¹, Kyrlyuk P.¹, Romanenko V.¹ Ecotoxicological assessment of soddy-podzolic soil under the influence of hostilities. *Agroecological journal*. 2023. No. 4. P. 89–96.

¹ *State Institution «Soils Protection Institute of Ukraine»*

² *Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

e-mail: ecolab23071964@ukr.net

Military conflict on the territory of Ukraine since 2014 has caused and continues to exert a detrimental impact on soil resources. The research results present the changes in ecotoxicological parameters of chernozem soil that underwent degradation due to military actions in Bucha district of Kyiv region in February–March 2022 during the Russian invasion. The use of artillery weapons, including mortars, in the territory of Torfiane village revealed damage to the soil cover on agricultural and forest lands. Soil degradation resulting from mortar shelling was confirmed by an increase in the content of heavy metals (Cu, Zn, Ni, Cr, Cd, Pb) in the soil layer of 0–20 cm one year after artillery shelling. At a distance of 2.5 m from the edge of the craters (No 1 and No 2), there

was an increase in the gross content of Zn, Ni, Cr by 1.1–1.2 times, Pb by 1.1–1.6 times, and Cu by 1.5–1.8 times. The increase in Cd content by 1.1–1.2 times at a distance of 2.5 m was observed only within crater No 2. At a distance of 30 m from the craters, a high gross content of zinc (151–155 mg/kg), lead (43–44), chromium (39–41), nickel (24–28), copper (17–18), and cadmium (2–3 mg/kg) was found. Exceedances of the content of mobile forms of heavy metals directly in the crater and within a distance of up to 30 m were detected on average by 3–9 times. The highest concentration coefficient values for heavy metals in the soil were found to be, on average, zinc – 6–14 times higher than the background, chromium – 7–9 times, and lead – 4–8 times. Exceedances of the maximum allowable concentrations (MAC) in the soil around the craters were recorded for chromium by 7–26% and nickel by 15–21%. Slight exceedance of the MAC for lead in the soil was observed by 3–6%. No exceedance of the MAC for copper (0.1–0.3 MAC), zinc (0.2–0.4 MAC), cadmium (0.4–0.6 MAC), and lead (0.5–1 MAC) content in the soil was observed one year after the shelling of these territories.

Key words: soil degradation, heavy metals, soil pollution, crater.

Hodnychuk N.¹, Zapasnyi V.¹, Makarchuk O.¹, Serazhim L.¹, Hrytsina I.¹, Mazur S.² Agroecological state of soils in Kyiv Polissia. *Agroecological journal*. 2023. No. 4. P. 97–107.

¹ *State Institution «Soils Protection Institute of Ukraine»*

² *Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

e-mail: pasportyziaciya@iogu.gov.ua

Based on the results of the 9th, 10th and 11th rounds of agrochemical land profiling conducted by the State Enterprise «Soil Protection», the agroecological state of soils in Kyiv Polissia is analyzed using the example of the soils in Makariv rural territorial community of Bucha district in Kyiv region. The surveyed soils of the community were assessed for their organic matter content, mobile nitrogen, phosphorus, potassium, pH, and moisture levels. It was determined that nearly 54% of the surveyed agricultural land in Makariv rural territorial community consists of acidic soils. The area of these soils increased by 8.3% due to the redistribution of land from neutral pH to slightly acidic. Over 15 years, there was a decrease in organic matter content from 2.52%, which corresponded to the average level, to a low content of 1.9%. During this period, there was a redistribution of soil areas based on organic matter content, with an increase in soils with very low and low organic matter content at the expense of soils with medium and high organic matter content. Currently, soils with very low and low organic matter content predominate at 66.3%. Only 1.2% of the surveyed areas in the community

have elevated organic matter content, and 0.5% of them have high to very high content. Monitoring the content of mobile phosphorus compounds in the soils indicated a decrease from 67 mg/kg to 60 mg/kg. In contrast, the content of mobile potassium compounds increased by 42%, from 36 mg/kg to 51 mg/kg. Based on the data from the agrochemical survey, a qualitative assessment of the agricultural land soils in Makariv rural territorial community was conducted, and it was found that, in general, the quality corresponds to a low level, with 29 points (Class VIII). Specifically, soils of low and very low quality cover 97.2% of the area (Class VII – 16.2%, Class VIII – 80.9%), with only 2.8% of the area being of elevated quality (Class V). A decrease in soils of low quality by 15.7% and an increase in soils of very low quality by 12.9% were also noted.

Key words: monitoring, soil agrochemical indicators, agrochemical profiling, fertility, macroelements, microelements, soil moisture.

Drebot O., Lazarenko V. Assessment of the preconditions for the development of organic agriculture. *Agroecological journal*. 2023. No. 4. P. 108–115.

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS

e-mail: Vladlaz93@ukr.net

This study presents an assessment of the prerequisites for the development of agriculture in the world and in modern economic and social conditions, in particular, its key factors that have shaped the current state of the global development of the organic products market are identified. In the course of the research, emphasis was placed on the main individualistic reasons for the need for organic food. The chronological genesis of the emergence of such needs was determined and it was found that the main, global need for organic food products arose as a result of rapid and uncontrolled industrial progress, which caused the formation of relevant environmental needs, which is discussed in this study. The paper presents the classification of environmental needs in the form of an interlevel characteristic. It was determined that in the process of historical-evolutionary transformation of organic production, as a direction of scientific and practical activity, the main task of organic agriculture is to create a number of important public goods, improve the state of agricultural resources, as well as ensure a stable state of the natural environment. Regarding the development of organic agriculture in Ukraine, in the course of this study it was found that the main prerequisite for the emergence of such a direction in our country is the industrialization of agriculture and the course for non-renewable resources of industrial origin, including chemicals (mineral fertilizers, pesticides), hydrocarbon fuel and energy resources, agricultural machinery. Accordingly, it should be noted that organic agriculture can function through a standard system with consumers

or the market, in the form of service agriculture, as well as at the level of farmers who are aware of the unsustainability of traditional agriculture. Also, in the course of this study, it was found that modern organic agriculture acquires the necessary features of sustainable agriculture, as it is one of the priority directions declared in a number of state regulatory and legal acts, as well as in priority tasks in accordance with the national goals of sustainable development of Ukraine.

Key words: organic production, sustainable development, environmental economics, market of organic products, European integration.

Lavreniuk O. Analysis of competitiveness systems of forest complex of Ukraine. *Agroecological journal*. 2023. No. 4. P. 116–122.

State enterprise «Klavdiyev Forest Research Station»

e-mail: lavreniuk.o.a@gmail.com

In this manuscript, a study of the state of competitiveness systems of forest industry of Ukraine was carried out. It was found that competitiveness in this context should be defined as the ability of forest industry of Ukraine to withstand competition in comparison with forest complexes of other countries, in particular the countries of the European Union. The solution and coverage of this scientific and practical problem is caused by the modern integration processes of Ukraine into the economic and social space of Europe. Attention is paid to the assessment of the current state of competitiveness of the national forest sector of Ukraine, as well as the identification of key problems related to the improvement of competitive advantages. The cause-and-effect relationship of increasing or decreasing the competitiveness of the forest industry in the time dimension is characterized. A comprehensive assessment of modern approaches to the characterization of the state of competitiveness was carried out, and on the basis of this assessment, priorities for application in modern forestry of Ukraine were determined, taking into account the current situation, as well as the problems of post-war recovery of forest industry. The factors of modern competitive systems in forestry are substantiated and evaluated, the external and internal factors shaping the current state of competitiveness of the industry are determined. Within the framework of this study, the constituent elements of the external and internal environment of the forest complex, which form its current state, are also highlighted. A thorough evaluation of modern approaches to the effectiveness of assessing competitiveness in the forest industry was carried out in the context of prospects for further development in the existing conditions, as well as an intermediate stage in the formation of a long-term strategy for the development of the forest industry. It is emphasized separately that the use of any approach to assessing the competitiveness of the forest industry

requires the analysis of each individual determinant in order to combine them into one integrated system. Also, in the course of this study, a comparison of competitiveness research methods was made at the level of a separate economic entity, and the advantages and disadvantages of each of them were determined. Based on the above analysis, a hierarchical model of the competitiveness of the forest industry of Ukraine was proposed and the methods of assessing competitiveness at the industry level were analyzed.

Key words: sustainable development, competitive advantages, economics of nature use, forest use, European integration, post-war recovery.

Mudrak O.¹, Morozova T.² Application of microcosms models for ecologically based selection of biofuel crops. *Agroecological journal*. 2023. No. 4. P. 123–133.

¹ *Public Higher Educational Establishment «Vinnytsia Academy of Continuing Education»*

² *National Transport University*

e-mail: tetiana.morozova@ukr.net

One of the possible ways to solve the problem of shortage and rise in price of energy resources can be the development of the biofuel industry in Ukraine, the basis of which is the scientifically reasoned selection of plants (resistant to regional pollutants), taking into account the specifics of the regions. The article summarizes scientific data on the peculiarities of germination of some energy crops, considers the possibility of using microcosms for the reasoned selection of biofuel crops. The study was carried out in microcosmic models, seed germination and biometric parameters of seedlings *Brassica napus* L. and *Zea mays* L. were studied. Based on the application of the method of microcosmic models, the resistance of *B. napus* to lead acetate and sensitivity to the fungicide «Raxil ultra» were proven. To protect rapeseed from pests, systemic preparations with the active ingredients dimethoate, gamma-cyhalothrin, alphacypermethrin, thiamethoxam, fludioxanil, metalaxyl, imidacloprid, etc., are used. The insecticide is used for seed treatment before sowing (in combination with a fungicide), as well as for the treatment of crops when the economic threshold of harmfulness is reached. It was found that pre-sowing treatment of rapeseed should be carried out with lower concentrations of fungicide compared to *Z. mays* seeds. It was found that the Galitsky variety is characterized by the highest laboratory germination of seeds and the best morpho-physiological parameters of seedlings. It was found that the fungicide «Raxil ultra» in high concentration inhibits seed germination (at the late stages of germination), stem growth, cheese and dry biomass of corn seedlings, at a low concentration an increase in the dry weight of the aerial part was detected. Laboratory germination of rapeseed was inhibited at all stages of germination. None of the

studied concentrations of the fungicide affect the raw and dry biomass of rapeseed seedlings, all the studied concentrations of the fungicide inhibit the root growth of rapeseed seedlings, and the largest inhibit the growth of the stem.

Key words: bioenergy crops, microcosm models, varieties, *Brassica napus* L.

Karachinska N., Parfenyk A., Lishchuk A. Destruction of transgenic potato plants (*Solanum tuberosum* L.) remnants under the influence of soil microbiome. *Agroecological journal*. 2023. № 4. P. 134–140.

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS

e-mail: lishchuk.alla.n@gmail.com

Scientific community has been considering various hypotheses regarding the possible impact of GM plants on non-target soil microorganisms for decades, distinguishing direct and indirect effects. Direct effects are usually easier to detect, as transgenic proteins, characterized by a range of elimination against certain types of insects, pathogenic fungi and bacteria, can affect non-target beneficial symbionts and soil microbial groups involved in the transformation of organic substances. Indirect effects are difficult to assess, as many different factors can affect the composition of root exudates and the metabolic activity of plants. Changes in metabolic pathways can affect the composition of soil exudates and gene expression in plant tissues. At the same time, these changes can affect the decomposition of organic matter and the course of microbiological processes in the soil. Based on experimental studies, an assessment of the rate of destruction of plant residues and DNA degradation in transgenic potato plants in soddy-podzolic soil of potato crop rotation was carried out. The results of the studies have established a significant role of the microbiome of soddy-podzolic soil of potato crop rotation in the destruction of residues of transgenic potato plants and DNA degradation. Destruction of residues of transgenic plants under the influence of microflora of soddy-podzolic soil of potato crop rotation was 30 days with a loss of raw mass $87.14 \pm 1.11\%$. DNA degradation over this period is 88% (186 ng/mg) from the initial amount of total DNA, and degradation of nptII and 35S genes — about 90% from their initial amount in PCR products. It was found that about 90% of nptII and 35S genes in DNA residues of transgenic potato plants under the influence of microbiome soddy-podzolic soil occurs on day 30.

Key words: residues of transgenic potato plants, cellulose-destructive activity of soil, soddy-podzolic soil, nptII gene, 35S gene, DNA degradation, soil microbiota.

Hunchak M.¹, Zaitsev Yu.², Shapran S.² Biological method of apple tree protection against green

(*Aphis pomi* Deg.) and grey (*Dysaphis devectora*) apple aphids in the conditions of Western Forest-Steppe of Ukraine. Agroecological journal. 2023. No. 4. P. 141–148.

¹ Chernivtsi branch of the State Institution «Soils Protection Institute of Ukraine»

² State Institution «Soils Protection Institute of Ukraine»

e-mail: chernivtsy_grunt@ukr.net

It was established that the investigated systems of biological protection of apple tree in the conditions of Western Forest Steppe of Ukraine showed high efficiency against green and grey apple aphids. The highest efficiency was obtained when using protection system No. 3 (Biospectr BT; Metarizin BT + Boverin BT; Bitoxybacillin BT + Biospectr BT): the efficiency against green apple aphid was 76.4–85.3%, and against gray apple aphid – 65.2–79.0%. The biological system of apple tree protection No. 1 (Aktophyt BT; Biospectr BT; Bitoxybacillin BT) showed effectiveness against green apple aphid 61.2–69.1%, and against gray apple aphid – 58.7–63.4%. When using the biological protection system No. 2 (Bitoxybacillin BT; Actofit BT + Bitoxybacillin BT; Boverin BT), the effectiveness against green apple aphid was 61.5–74.3%, and against gray apple aphid – 52.5–73.3%. The yield of apple fruits when using the biological protection system No. 1 was 13.6 t/ha, including 6.1 t/ha of the 1st grade, 5.9 t/ha of the 2nd grade and 1.9 t/ha of non-standard fruits. The yield when using the biological protection system No. 2 was 13.9 t/ha, of which 6.8 t/ha of the 1st grade, 5.3 t/ha of the 2nd grade and 1.8 t/ha of non-standard fruits. The yield when applying the biological protection system No. 3 was at the level of 14.0 t/ha, including 7.1 t/ha of the 1st grade, 5.4 t/ha of the 2nd grade and 1.5 t/ha of non-standard fruits. When using biological system No. 1 profitability was 389.8% and the income from its use was UAH 8,754.0/ha. From the application of system No. 2, they received a notional net income in the amount of UAH 10,686.0/ha and a profitability of 322.5%. By using system No. 3, conditional net income was obtained in the amount of UAH 11,692.0/ha, and the profitability of protective measures when using it was 353.4%.

Key words: apple plantations, phytophages, biological preparations, technical efficiency, economic efficiency.

Shchetina S. Dominant species of radish (*Raphanus sativus* (L.) *convar. radicola* (Pers) Sazon.) pests in the Right Bank Forest Steppe of Ukraine. Agroecological journal. 2023. No. 4. P. 149–157.

Uman National University of Horticulture

e-mail: sv_shetina@ukr.net

Based on the results of phytosanitary monitoring (2008–2022), the species composition of pests

in agroecosystems of radish (*Raphanus sativus* (L.) *convar. radicola* (Pers) Sazon.) in the central part of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine has been specified. In radish crops, 59 species of phytophagous insects, two species of nematodes, and one species of slugs were identified. The harmful entomocomplex structure includes insects from 20 families of 8 orders. Representatives of the orders *Coleoptera* (17 species), *Lepidoptera* (16 species), and *Homoptera* (9 species) dominate the taxonomic structure, collectively occupying 71% in the structure of the harmful entomocomplex. Representatives of the orders *Diptera* and *Orthoptera* were presented by species from 6 and 5 families, respectively, and in the entomocomplex structure, they occupied 10% and 8%, respectively. The least species diversity was found for the order *Thysanoptera*, *Hemiptera*, and *Hymenoptera*, which collectively occupied 10% in the structure of the harmful entomocomplex. Sixteen constant species were identified (*Plutella maculipennis* Curt., *Phyllotreta cruciferae* Goeze, *Phyllotreta undulata* Kutsch., *Pieris brassicae* L., *Agrotis segetum* Denis&Schiff., *Lacanobia oleracea* L., *Eurydema ventralis* Kol., *Brevicoryne brassicae* L., *Delia brassicae* Bouche, *Athalia rosae* L., *Delia platura* Mg., *Ceutorrhynchus quadridens* Panz., *Delia floralis* Fallen, *Thrips tabaci* Lindeman, *Entomoscelis adonidis* Pallas, *Evergestis extimalis* Scop.), which caused significant damage to radish plants throughout the vegetation period. These species were trophically specialized, with 75% being oligophagous and 81% being phytophagous. Flea beetles such as *Phyllotreta cruciferae* Goeze, *Phyllotreta undulata* Kutsch., diamondback moth (*Plutella maculipennis* Curt.), cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae* L.), turnip moth (*Agrotis segetum* Denis&Schiff.), and armyworm (*Lacanobia oleracea* L.) were found with high and medium frequencies in the studied agroecosystems, with population densities reaching maximum levels of 60–100% in some years.

Key words: phytosanitary status, phytophagous insects, structure of harmful entomocomplex, constant species, frequency of occurrence.

Ulianych I., Ostapenko N. Influence of organic-mineral and biological fertilizers on the yield of winter garlic (*Allium sativum*) under the conditions of their application by drip irrigation. Agroecological journal. 2023. No. 4. P. 158–164.

Uman National University of Horticulture

e-mail: ostapenkonatalia1984@ukr.net

The article presents the results of three-year studies of the impact of the biological preparation Organic-Balance and organo-mineral fertilizer Helprost with Liposam adhesive on the sowing area of garlic of the winter variety Prometheus. It was established that under the conditions of drip irrigation and fertilization with the biological preparation Organic-Balance, organo-mineral fertilizer Helprost and adhesive Liposam with the rate of 2/2/1 l/ha

in the phase of intensive growth and development of winter garlic plants were higher than the control variant by 39.4% and 37.3%, the area of the leaf blade is 280.5 cm² and 252.7 cm². In the first version, where the plants were watered only with water, the height was 57.4 cm, the area of the assimilation surface was 183.5 cm². After fertilizing with organo-mineral fertilizer Helprost and adhesive Liposam at the rate of 2/1 and 1/1 l/ha, garlic plants were higher than the control variant by 37.9% and 36.4%, the leaf surface area was 224.0 cm² and 199.6 cm² respectively. When fed with the biological preparation Organic-balance and Liposam adhesive with a rate of 2/1 l/ha, the increase in plant height compared to the control was higher by 38.2%, the area of the leaves was 236.5 cm². The conducted studies show a significant effect of feeding with biopreparations and organic-mineral fertilizers on crop formation. Thus, the best indicator was noted in the case of simultaneous treatment of single-toothed crops with the biological preparation Organic-Balance and organo-mineral fertilizer Helprost with the adhesive Liposam with the rate of 2/2/1 l/ha and with the rate of 2/1/1 l/ha, the yield was the highest 18, 7 and 18.3 t/ha, the yield premium was 6.5 and 6.1 t/ha, respectively. Somewhat lower indicators were obtained for feeding with the biological preparation Organic-balance, but it exceeded the control variant by 5.2 t/ha. When fertilizing with organo-mineral fertilizer Helprost with Lyposam adhesive, higher productivity indicators were obtained in the version with the rate of its application of 2/1 l/ha and prevailed over the control by 2.6%, while when fertilizing with the rate of 1/1 l/ha supplement to the harvest was 1.9%.

Key words: variety, growth, development, productivity, biological preparations, crop fertilization.

Starodub V., Tkach Ye., Shavrina V. Determination of the efficiency and intensity of the phytotoxic effect of herbicides in winter cereal crops. *Agroecological journal*. 2023. No. 4. P. 165–174.

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS

e-mail: myrzavica88@gmail.com

Research on the study of the effective use of herbicides, and subsequently their effect directly on the plants of agricultural crops, is an urgent task in both agroecology and agronomy. Ago, the study was conducted to determine the effectiveness and intensity of the phytotoxic effect of one- and two-component systemic herbicides in winter wheat crops in the field conditions, on the Skvyra Experimental Station of Organic Production (SESOP) in the city of Skvyra, during October – December 2022, in the phase of VVSN 13–20 (before the tillering phase). The effectiveness of herbicides was determined on the 23rd day after spraying of the crops. Therefore, the preparation with the active ingredient 2,4-d, 2-ethyl hexyl ester 300 g/l + iodosulfuron methyl sodium

15 g/kg, in the consumption rate of 0.7 l/ha for 21 days after spraying wheat had an efficiency of 65.8 – 83.0 which was the highest among the studied variants. After spraying the crops and studying the effectiveness of herbicides, the intensity of phytotoxic effects of the preparations on winter wheat was determined. The herbicide variant with the highest phytotoxicity on plants was tribenuron-methyl, 102.5 g/kg + dicamba, 659 g/kg at a consumption rate of 20.0 g/ha. It was showed that on the 7th day after application, the intensity of phytotoxicity was 12.02%, and on 21st day after application – 7.14%. The phytotoxic effect of the herbicide with the active substance aclofenifen 520 g/kg at a consumption rate of 2.0 l/ha, on wheat plants, which was 9.16% on 7th day after application and 4.80% – on the 21st day after application. In the variants where the above-mentioned preparations were applied, yellowing of the leaves, curling of the leaf edges (single), and minor necrosis on the tops of the leaves were observed. It has been proved that on the scale of phytotoxicity, all the studied herbicides had a barely noticeable degree of phytotoxicity – 10%, which corresponded to 1 point.

Key words: chemical preparations, weeds, winter wheat, active substance.

Dushko P., Shumyhai I. Influence of fertilization systems on the productivity of soybean plants (*Glycine max* L.). *Agroecological journal*. 2023. No. 4. P. 175–180.

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS

e-mail: pdushko@hotmail.com

Soy (*Glycine max* L.) is the leading protein-oil crop in world agriculture. This is a unique food, fodder, technical and medicinal culture, which became the basis for the production of vegetable protein and oil in the world. The intensity of growth of the assimilation surface and its size are significantly influenced by a number of both natural and organized factors, one of which is the provision of plants with a complete set of mineral nutrition elements and trace elements. One of the effective ways to provide plants with a sufficient amount of macro- and microelements is seed treatment before sowing and foliar fertilization feeding with chelated fertilizers. Soy is a strategic crop of world agriculture, which is capable of solving the food problem of protein deficiency in human nutrition, and needs significant attention in the agriculture of Ukraine. Despite the fact that in terms of production volume, the country ranks first in Europe and eighth in the world, its yield is not high enough, therefore the task of finding innovative directions for the development of crop production is quite urgent. The individual seed productivity of soybean plants is determined by the optimal combination of the main elements of the crop structure – the number of beans on one plant, the number of seeds in a bean and the

weight of seeds from one plant. It is a dynamic quantity and changes according to certain soil and climatic conditions of the region, specifics of the growing season of plants and elements of growing technology. The formation of highly productive soybean agrophytocenoses in order to increase the productivity and stability of production largely depends on many factors, the main of which are the genotype of the crop, weather and climate conditions, and production technologies. The results of research on the individual seed productivity of soybean plants on gray forest soils depending on the technological processes of cultivation are given. It was established that the maximum increase in the number of seeds from one plant (14.0 pcs., or 34.0%) was obtained for the fertilization system, which involves the application of mineral fertilizers in the dose of $N_{45}P_{90}K_{90}$, prioritization of by-products of the predecessor with inoculation of seeds before sowing. It was found that the maximum increase (4.8–5.0 units, or 23.8–24.8%) of the number of beans on one plant to absolute control was obtained in variants with the introduction of mineral fertilizers in the dose of $N_{45}P_{90}K_{90}$ and prioritization of by-products of the predecessor. The maximum mass (7.6 g) from one plant was obtained with the fertilization system, which provides for the application of mineral fertilizers in the dose of $N_{15}P_{30}K_{30}$, prioritization of by-products of the precursor and siderate biomass for seed inoculation before sowing.

Key words: mineral fertilizers, inoculation, siderate, precursor by-products, number of beans, number of seeds, seed weight, productivity.

Shkatula Yu., Barskyi D., Zabarnyi O. Photosynthetic activity of winter barley crops (*Hordeum vulgare* L.) depending on mineral nutrition and biostimulators. Agroecological journal. 2023. No. 4. P. 181–189.

Vinnitsa national agrarian university

e-mail: shkatula@vnsau.vin.ua

Barley in Ukraine has always been and is the leading fodder crop, the grain of which is the most balanced in terms of amino acid composition. The use of mineral fertilizers remains the most influential and necessary factor in increasing plant productivity and an effective means of preserving soil fertility. The goal is to determine the indicators of the leaf surface area of barley plants and the photosynthetic activity of winter barley varieties depending on the complex application of doses of mineral fertilizers and biological preparations in the conditions of Right-Bank Forest Steppe. The highest indicators of the leaf surface area of winter barley plants were recorded in the areas where mineral fertilizers were applied; foliar top dressing with nitrogen fertilizers was carried out, and the biological preparation Agrinos B was applied. With the introduction of mineral fertilizers and biological preparation $N_{10}P_{26}K_{26} + N_{46} + N_8 +$ Agrinos B, 1.0 l/ha in the phase of the beginning of emergence into the tube, the leaf surface area of plants in the earing phase was the highest, in Atlant Myronivskyi variety – 58.30 thousand m^2/ha , which is by 25.68 thousand m^2/ha more than the control plots, PASO barley variety – 61.13 thousand m^2/ha , which is more than the control plots by 27.71 thousand m^2/ha . On average, during the three years of research, when applying a dose of $N_{10}P_{26}K_{26} + N_{34}$ fertilizers in top dressing in the phase of the beginning of tillering, the photosynthetic potential of the Atlant Myronivskyi winter barley variety was 1.76 million g/m^2 per day, the PASO variety, respectively, 1.90 million g/m^2 per day, which is more than the control areas by 0.58–0.69 million g/m^2 per day. The highest indicators of net productivity were noted on the plots where mineral fertilizers and biopreparation $N_{10}P_{26}K_{26} + N_{46} + N_8 +$ Agrinos B were applied, 1.0 l/ha in the phase of the beginning of emergence into the tube, variety Atlant Myronivskyi – 3.04 g/m^2 per day, variety PASO 3.12 g/m^2 per day.

Key words: agrocenosis, variety, mineral fertilizers, leaf surface, photosynthesis, net productivity.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

БАРСЬКИЙ Дмитро Олександрович, Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна (e-mail: barskyi.dima@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6753-685X>)

ВОЗНЮК Роман Русланович, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна (e-mail: roman_vz@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4710-5371>)

ГОДИНЧУК Наталія Василівна, Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України», м. Київ, Україна (e-mail: pasportyzaciya@iogu.gov.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1275-3811>)

ГРИЦИНА Ірина Михайлівна, Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України», м. Київ, Україна (e-mail: contro@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-9999-962X>)

ГУНЧАК Михайло Володимирович, кандидат сільськогосподарських наук, Чернівецька філія ДУ «Держґрунтохорона», м. Чернівці, Україна (e-mail: gunchak00@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3521-8531>)

ДЕМ'ЯНЮК Олена Сергіївна, доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: demolena@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4134-9853>)

ДЕШКО Віталій Іванович, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: deshko_v@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0219-9311>)

ДМИТРЕНКО Ольга Василівна, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України», смт Чабани, Фастівський р-н, Київська обл., Україна (e-mail: ecolab23071964@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6945-7637>)

ДРЕБОТ Оксана Іванівна, доктор економічних наук, професор, академік НААН, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: drebotoksana@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2681-1074>)

ДУТЧЕНКО Олег Миколайович, кандидат економічних наук, доцент, Сумський коледж економіки та торгівлі, м. Суми, Україна (e-mail: o.dutchenko@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3515-104X>)

ДУШКО Павло Миколайович, кандидат сільськогосподарських наук, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: pdushko@hotmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1408-0342>)

ЗАБАРНИЙ Олексій Сергійович, кандидат сільськогосподарських наук, Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна (e-mail: zabarnyy@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-3337-9386>)

ЗАЙЦЕВ Юрій Олександрович, доктор економічних наук, професор, Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України», м. Київ, Україна (e-mail: info@iogu.gov.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8368-8127>)

ЗАПАСНИЙ Віктор Степанович, Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України», м. Київ, Україна (e-mail: viktorsapasnij@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8547-8852>)

ЗОСИМЧУК Оксана Анатоліївна, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Сарненська дослідна станція Інституту водних проблем і меліорації НААН, м. Сарни, Рівненська обл., Україна (e-mail: oksana.zosimchuk@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9656-0181>)

КАРАЧИНСЬКА Надія Василівна, кандидат біологічних наук, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: karachinskan051177@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6571-8430>)

КИРИЛЮК Петро Миколайович, Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України», смт Чабани, Фастівський р-н, Київська обл., Україна (e-mail: petrokyryluk2020@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-9754-419X>)

КОВАЛІВ Олександр Іванович, доктор економічних наук, старший науковий співробітник, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: okovaliv@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4908-7963>)

КОНЯКІН Сергій Миколайович, кандидат географічних наук, Державна установа «Інститут еволюційної екології НАН України», м. Київ, Україна (e-mail: ser681@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6715-5707>)

ЛАВРЕНЮК Олександр Антонович, Державне підприємство «Клавдієвська лісова науково-дослідна станція», м. Лютіж, Київська обл., Україна (e-mail: lavreniuk.o.a@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-3423-3656>)

ЛАЗАРЕНКО Владислав Ігорович, доктор філософії, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: Vladlaz93@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8376-4668>)

ЛІЩУК Алла Миколаївна, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: lishchuk.alla.n@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8339-9365>)

МАЗУР Світлана Олександрівна, кандидат сільськогосподарських наук, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: mazurlanalana@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5025-0134>)

МАКАРЧУК Оксана Володимирівна, Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України», м. Київ, Україна (e-mail: oksana.leox@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1995-6739>)

МІНЕРАЛОВ Олег Іванович, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: mineralovo@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6384-1080>)

МІШЕНІН Євген Васильович, доктор економічних наук, професор, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: eugeniy_mishenin@yahoo.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1597-3270>)

МОРОЗОВА Тетяна Василівна, кандидат біологічних наук, доцент, Національний транспортний університет, м. Київ, Україна (e-mail: tetiana.morozova@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4836-1035>)

МУДРАК Олександр Васильович, доктор сільськогосподарських наук, професор, КЗВО «Вінницька академія безперервної освіти», м. Вінниця, Україна (e-mail: ov_mudrak@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1776-6120>)

ОСТАПЕНКО Наталія Олексіївна, Уманський національний університет садівництва,

м. Умань, Черкаська обл., Україна (e-mail: ostapenkonatalia1984@ukr.net)

ПАРФЕНЮК Алла Іванівна, доктор біологічних наук, професор, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: vereskpar@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0169-4262>)

ПІНЧУК Валерій Олександрович, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: pinchuk_vo@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0646-1580>)

ПОГОРІЛА Людмила Петрівна, Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України», смт Чабани, Фастівський р-н, Київська обл., Україна (e-mail: liudmilapogorila@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-8649-6267>)

ПОДОБА Юрій Васильович, кандидат сільськогосподарських наук, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: 2375797@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1000-7946>)

ПОЛІЩУК Ігор Костянтинович, Біосферний заповідник «Асканія-Нова» імені Ф.Е. Фальц-Фейна НААН, смт Асканія-Нова, Каховський р-н, Херсонська обл., Україна (e-mail: polishchuk igor7ascania@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3328-2609>)

РОЖА Василь Вікторович, Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України», м. Київ, Україна (e-mail: vasyarozha@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9990-1480>)

РОМАНЕНКО Віталій Миколайович, Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України», м. Київ, Україна (e-mail: strekitsa@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-1144-6321>)

СВИДИНЮК Наталія Луківна, Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України», смт Чабани, Фастівський р-н, Київська обл., Україна (e-mail: natasha06102019@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2385-6337>)

СЕРАЖИМ Людмила Михайлівна, Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України», м. Київ, Україна (e-mail: economic@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-1842-2758>)

СЕРБЕНЮК Віктор Олексійович, кандидат сільськогосподарських наук, Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН», смт Чабани, Фастівський р-н, Київська обл.,

Україна (e-mail: serbenukvo@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0175-6611>)

СЕРБЕНЮК Ганна Анатоліївна, кандидат сільськогосподарських наук, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна (e-mail: bojruw@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9187-0623>)

СИЧОВ Михайло Юрійович, доктор сільськогосподарських наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна (e-mail: sychov@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6319-9876>)

СЛЮСАР Іван Тимофійович, доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН, Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН», смт Чабани, Фастівський р-н, Київська обл., Україна (e-mail: sliusarit@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8980-5160>)

СТАРОВОЙТОВА Тетяна Вікторівна, Біосферний заповідник «Асканія-Нова» імені Ф.Е. Фальц-Фейна НААН, смт Асканія-Нова, Каховський р-н, Херсонська обл., Україна (e-mail: starovoitovatetana@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4243-1311>)

СТАРОДУБ Вікторія Іванівна, Інститут агро-екології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: myzavica88@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3883-9453>)

ТЕРТИЧНА Ольга Василівна, доктор біологічних наук, старший науковий співробітник, Інститут агро-екології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: olyater@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9514-2858>)

ТКАЧ Євгенія Дмитрівна, доктор біологічних наук, старший дослідник, Інститут агро-екології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: bio_eco@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0666-1956>)

УЛЯНИЧ Олена Іванівна, доктор сільськогосподарських наук, професор, Уманський національний університет садівництва, м. Умань, Черкаська обл., Україна (e-mail: olena.ivanivna@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1687-834X>)

ЧОРНОБРОВ Олександр Юрійович, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут агро-екології і природо-

користування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: oleksandr.chornobrov@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8251-1573>)

ХРИСТЕЦЬКА Марія Володимирівна, Шацький національний природний парк, с. Світязь, Ковельський р-н, Волинська обл., Україна (e-mail: shnpp.park@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2336-3889>)

ШАВРІНА Віра Ігорівна, кандидат біологічних наук, Інститут агро-екології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: eco_agro@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2370-7530>)

ШАПОВАЛ Віктор Володимирович, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, Біосферний заповідник «Асканія-Нова» імені Ф.Е. Фальц-Фейна НААН, смт Асканія-Нова, Каховський р-н, Херсонська обл., Україна (e-mail: shapoval_botany@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0443-663X>)

ШАПРАН Сергій Валерійович, Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України», м. Київ, Україна (e-mail: info@ioгу.gov.ua)

ШКАТУЛА Юрій Миколайович, кандидат сільськогосподарських наук, Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна (e-mail: shkatula@vsau.vin.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4275-309X>)

ШУМИГАЙ Інна Вікторівна, кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник, Інститут агро-екології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: innashum27@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0432-2651>)

ШУПОВА Тетяна Віталіївна, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, Державна установа «Інститут еволюційної екології НАН України», м. Київ, Україна (e-mail: tv.raksha@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2829-8633>)

ЩЕТИНА Сергій Васильович, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Уманський національний університет садівництва, м. Умань, Черкаська обл., Україна (e-mail: sv_shetina@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8504-2944>)

ЯРОВА Інесса Євгенівна, кандидат економічних наук, доцент, Сумський державний університет, м. Суми, Україна (e-mail: zhs813@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9840-131X>)

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

Редакція «АГРОЕКОЛОГІЧНОГО ЖУРНАЛУ» приймає до розгляду оригінальні статті, підготовлені на високому науковому рівні, що мають важливе теоретичне, практичне значення та висвітлення результатів наукових досліджень вітчизняних та зарубіжних авторів. У журнали публікуються закінчені експериментальні і дослідні роботи, а також оглядові статті, які раніше не були надруковані за наступними напрямками: актуальні проблеми екології, аграрні науки і продовольство, біологічні науки, економічні науки, лісове господарство, технологія виробництва та переробки продукції тваринництва.

Кожна стаття обов'язково проходить перевірку на плагіат та анонімне рецензування провідними фахівцями з відповідного наукового напрямку. За висновком рецензента стаття може бути рекомендована до друку чи відхилена або повернена для доопрацювання.

Подані статті мають бути структуровані відповідно до вимог ВАК України щодо наукових статей (Постанова Президії ВАК України від 15.01.2003 р. № 7-05/1), зокрема:

- постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями;
- аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання визначеної проблеми, і на які спирається автор;
- виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття;
- викладення основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів;
- висновки з дослідження і перспективи подальших розвідок у цьому напрямі.

Статті подають українською або англійською мовами. До статті додають ано-

тації українською та англійською мовами обсягом 200–250 слів (1800–2000 знаків), ключові слова (5–10), що не дублюють назву, а також відомості про авторів (прізвища, ініціали, місце їх роботи/навчання).

Публікації англійською мовою приймається тільки за умови її професійного перекладу. За подачі англійського варіанту, перекладеного з допомогою інтернет-перекладачів (напр., Google), матеріали будуть відхилені.

До розгляду приймаються наукові статті обсягом від 10 до 20 сторінок, включаючи всі матеріали (анотації, таблиці, рисунки та бібліографічні списки).

У тексті статті мають бути виділені розділи «ВСТУП», «АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ» «МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ», «РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ», «ВИСНОВКИ», «ЛІТЕРАТУРА», «REFERENCES».

Розділ «Аналіз останніх досліджень і публікацій» повинен розкрити стан досліджень проблеми у вітчизняній і світовій науковій літературі за останні 5 років.

В описі методики досліджень наводиться детальне викладення методів і методик з посиланням на першоджерело (схеми дослідів, повторність, методи лабораторного аналізу, методи статистичної обробки). Якщо в тексті є абрєвіатура, подавати її в дужках при першому згадуванні. Автори мають дотримуватися правильної галузевої термінології (див. ДСТУ, СОУ), терміни мають бути уніфікованими.

Викладення результатів досліджень має заключатись не в переказі змісту таблиць і рисунків, а у визначенні закономірностей, що з них випливають. В обговоренні результатів слід показати причинно-наслідкові зв'язки між одержаними ефектами, порівняти одержані дані та показати їх новиз-

ну. Повторення одних і тих самих даних у тексті, таблицях, графіках неприпустимо.

Література (до 20 джерел) мовою оригіналу оформлюється згідно із ДСТУ 8302: 2015. На кожне джерело в списку літератури повинно бути хоча б одне посилання в тексті, яке слід вказувати у квадратних дужках із послідовною нумерацією.

Редакція рекомендує уникати посилання на роботи 10-річної давнини і більше. Посилання на власні роботи авторів статті допускається, однак не більше 10% від загальної кількості джерел.

References здійснюється відповідно до стандарту APA (American Psychological Association).

Макет сторінки. Для оригінал-макета використовується формат паперу — А4, орієнтація — книжкова, поля з усіх сторін — 20 мм.

Гарнітури, розміри шрифтів та начертання: для заголовку статті та розділів: Times New Roman — 14 пт, напівжирний, прописні, великі літери; для УДК, основного тексту, анотацій, відомостей про авторів, підписів до рисунків та назв таблиць, літератури, references: Times New Roman — 14 пт; міжрядковий інтервал — 1,5; абзац — 1,25 см.

Типографські погодження та стилі. По центру у першому рядку сторінки вирівнюється тематична рубрика, до якої автор подав свою публікацію. Надалі індекс УДК набирається і вирівнюється за лівим краєм. Заголовок статті набирається в наступному за УДК рядку і вирівнюється посередині. Потім вказують: прізвища, ініціали авторів (ліміт — п'ять осіб), нижче — місце роботи/навчання, адреса електронної пошти, код ORCID автора (курсивом). Якщо автори з різних установ, після прізвища авторів та назв установ, у яких працюють/навчаються автори, слід проставити один і той самий верхній цифровий індекс. Далі розташовують анотацію та ключові слова мовою оригіналу статті (курсив); текст статті; відомості про авторів.

Таблиці мають бути виконані в Microsoft Office Word; **формули** — у редакторі формул MS Equation; **графіки** — у Microsoft Office Excel; **фотографії** — у форматі .jpg, .tif або надавати оригінали. Також всі рисунки (графіки) додатково надсилаються на окремому аркуші — у Microsoft Office Excel.

Відповідальність за зміст статті несе автор. Рукописів редакція не повертає.

АДРЕСА РЕДАКЦІЇ:

ІНСТИТУТ АГРОЕКОЛОГІЇ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ НААН,

Вул. Метрологічна, 12, Київ-143, 03143

Довідки за телефоном (044) 522-60-62.

E-mail: agroecojournal@ukr.net