

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

АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ ЖУРНАЛ



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 № 3 від 27 квітня 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-01–23.
Оригінал-макет та друк ТОВ «ДІА». 03022, Київ-22, вул. Васильківська, 45

АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ ЖУРНАЛ

2 • 2023



КИЇВ • 2023

EDITORIAL BOARD

Editor-in-chief

DREBOT O., Doctor of Economic Sciences, Prof., Full member of NAAS

Executive Secretary

SHUMYHAI I., Candidate of Agricultural Sciences

- | | |
|--|--|
| 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.,
Full member 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.,
Full member of NAAS (Ukraine)</i> | TKACH Y. ,
<i>Candidate 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.,
Full member 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

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

Дребот О.І., Олійник Г.Б.

Концептуальні основи удосконалення екологічного та економічного механізмів розвитку сільських територіальних громад

Ковалів О.І.

Синтез еколого-економічних аспектів як методологічних засад конституційно вмотивованого землеприродокористування в сучасній Україні

Чорнобров О.Ю., Соломаха І.В., Соломаха В.А.

Функції мертвої деревини у контексті екосистемних послуг лісів

Сова Л.О.

Оцінювання екосистемних послуг поверхневих вод України в еколого-економічному вимірі

Чоботко Г.М., Райчук Л.А., Кучма Т.Л., Швиденко І.К.

Деякі аспекти повернення в сільгоспвикористання виведених з обігу забруднених радіонуклідами земель Полісся України

Ліщук А.М., Городиська І.М., Карачинська Н.В.

Екологічні ризики пестицидного забруднення продуктів бджільництва

Перцьовий І.В., Герасименко В.Ю., Швиденко І.К., Розпутній О.І., Бабань В.П., Скиба В.В., Веред П.І., Харчишин В.М., Король А.П., Титарьова О.М.

Надходження ^{137}Cs і ^{90}Sr до організму великої рогатої худоби та до гнойової біомаси залежно від раціону годівлі в умовах Центрального Лісостепу

Сидоренко С.Г., Мельник Є.Є., Боцула О.І., Коваль І.М., Ворон В.П., Сидоренко С.В., Гуржій Р.В.

Удосконалення методики оцінювання природної пожежної небезпеки ділянок лісового фонду на основі ризиків орієнтованого підходу

Забарний О.С., Дем'янюк О.С.

Оцінка стану та перспективи розвитку ріпаківництва в Україні й світі

6 **Drebot O., Oliynyk H.**

Conceptual foundations for improving ecological and economic mechanisms for development of rural territorial communities

16 **Kovaliv O.**

Synthesis of ecological and economic aspects as methodological bases for constitutionally motivated land-nature-use in modern Ukraine

29 **Chornobrov O., Solomakha I., Solomakha V.**

Functions of dead wood in the context of forest ecosystem services

38 **Sova L.**

Evaluation of ecosystem services of surface waters of Ukraine in the ecological and economic dimension

47 **Chobotko H., Raichuk L., Kuchma T., Shvydenko I.**

Some aspects of returning radioactively contaminated lands in Polissia region of Ukraine to agricultural use

56 **Lishchuk A., Horodyska I., Karachinska N.**

Ecological risks of pesticide pollution of beekeeping products

64 **Pertsovyi I., Herasymenko V., Shvydenko I., Rozputnii O., Baban V., Skyba V., Vered P., Kharchyshyn V., Korol A., Tytariova O.**

Transfer of ^{137}Cs and ^{90}Sr to cattle organisms and manure depending on daily feeding ration in the conditions of Central Forest-Steppe

74 **Sydorenko S., Melnyk Ye., Botsula O., Koval I., Voron V., Sydorenko S., Hurzhii R.**

Improving the methodology of natural fire hazard assessment for forested lands based on a risk-oriented approach

83 **Zabarnyi O., Demyanyuk O.**

Assessment of the state and prospects of rapeseed production in Ukraine and in the world

**Мосійчук І.І., Гаврилюк Л.В.,
Безноско І.В., Туровнік Ю.А.**

Вплив біопрепаратів Вимпел 2, Оракул мультікомплекс та їх суміші на рослини ячменю ярого (*Hordeum L.*) різних сортів

**Слусар І.Т., Сербенюк В.О.,
Сербенюк Г.А.**

Екологічні аспекти мінерального удобрення багаторічних травосумішей на дренажних органогенних ґрунтах

Гунчак М.В.

Екотоксикологічне обґрунтування хімічних систем захисту яблуні (*Malus*) від шкідливих організмів в умовах Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України

Приведенюк Н.В.

Економічна ефективність розсадного способу вирощування звіробою звичайного (*Hypericum perforatum L.*) за краплинного зрошення

**Матусевич Г.Д., Багацька О.М.,
Кудрявцева А.Г., Гринько А.П.,
Шабалков О.Д.**

Вплив добрива монокалійфосфат на врожайність овочевих культур та показники якості і безпечності плодів

**Демидов О.А., Лось Р.М.,
Дубовик Н.С., Гуменюк О.В.,
Кириленко В.В., Правдзіва І.В.,
Сабадин В.Я., Власенко І.С.**

Формування показників якості зерна сортів пшениці озимої (*Triticum L.*) залежно від агротехнічних і екологічних чинників

**Примак І.Д., Войтовик М.В.,
Горновська С.В., Покотило І.А.,
Федорук Ю.В., Присяжнюк Н.М.,
Нагорнюк О.М., Панченко О.Б.,
Образій С.В.**

Ефективність різних систем обробітку ґрунту, удобрення в короткоротаційній сівозміні та вплив на фітосанітарний стан агроценозів

Реферати

Відомості про авторів

Правила для авторів

91 **Mosiychuk I., Havryliuk L.,
Beznosko I., Turovnik Yu.**

Influence of Vympel 2 and Oracul multicomplex biopreparations and their mixture on spring barley (*Hordeum L.*) plants of different varieties

100 **Slusar I., Serbeniuk V.,
Serbeniuk H.**

Environmental aspects of mineral fertilizing of perennial grass mixtures on drained organic soils

109 **Hunchak M.**

Ecotoxicological reasonig for chemical protection systems of apple trees (*Malus*) against harmful organisms in the conditions of the Precarpathian province of the Carpathian mountain zone of Ukraine

123 **Pryvedeniuk N.**

Economic efficiency of seedling method when growing St. John's wort (*Hypericum perforatum L.*) under drip irrigation

132 **Matusevich G., Bagatcka O.,
Kudryavtsev A., Grinko A.,
Shabalkov D.**

Influence of monopotassium phosphate fertilizer on vegetable crops yield and indicators of fruit quality and safety

141 **Demydov O., Los R.,
Dubovyk N., Gumeniuk O.,
Kyrylenko V., Pravdziva I.,
Sabadyn V., Vlasenko I.**

Formation of grain quality indicators of winter wheat (*Triticum L.*) varieties depending on agrothechnical and environmental factors

150 **Prymak I., Voytovyk M.,
Hornovska S., Pokotylo I.,
Fedoruk Yu., Prysiazhniuk N.,
Nagorniuk O., Panchenko O.,
Obrazhii S.**

Efficiency of different tillage, fertilization systems under short crop rotation and their influence on phytosanitary condition of agrocenoses

164 **Abstract**

172 **Information about the authors**

176 **Rules for the authors**

КОНЦЕПТУАЛЬНІ ОСНОВИ УДОСКОНАЛЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО ТА ЕКОНОМІЧНОГО МЕХАНІЗМІВ РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД

О.І. Дребот, Г.Б. Олійник

*Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: drebotoksana@gmail.com; ORCID: 0000-0003-2681-1074
e-mail: oliinykgalina18@gmail.com; ORCID: 0000-0002-4582-0091*

У статті досліджено концептуальні засади удосконалення еколого-економічних механізмів розвитку сільських територіальних громад. Дослідження підкреслює важливість сталого розвитку, екологічної модернізації та впровадження «зелених» технологій для підвищення економічної ефективності сільськогосподарського виробництва й захисту навколишнього середовища. У статті окреслено на необхідності спільного прийняття рішень та залучення всіх зацікавлених сторін до процесу розвитку. Дослідження надає цінну інформацію про складний взаємозв'язок між економічним розвитком та охороною довкілля в сільських громадах. Сільські територіальні громади є ключовими елементами аграрного сектору та економіки країни загалом. Їх розвиток та ефективне управління ресурсами вимагають застосування концептуальних основ для удосконалення екологічного та економічного механізмів. Дослідження підкреслює важливість сільського розвитку як засобу досягнення сталого економічного зростання та зменшення бідності в сільській місцевості. Наголошено на необхідності ефективної еколого-економічної політики для активізації розвитку сільських територій, а також на важливості виявлення та вирішення специфічних потреб і проблем, з якими стикаються сільські громади. Визначено важливість розробки стратегій для забезпечення сталого розвитку громад. Такі стратегії мають бути спрямовані на збалансоване використання ресурсів та забезпечення екологічної стійкості в аграрному секторі. Для цього необхідно забезпечити належне планування розвитку та впровадження ефективних заходів управління землею, водними ресурсами й біорізноманіттям. Важливо також забезпечити використання новітніх технологій та інновацій для зниження впливу аграрного сектору на довкілля й забезпечення високої якості продуктів. У статті запропоновано застосування цілісного підходу до розвитку сільських територій, враховуючи соціальні, економічні та екологічні аспекти розвитку. Акцентовано увагу на необхідності розвивати ефективний економічний механізм для підтримки розвитку сільських територіальних громад. Це передбачає впровадження регуляторних політик, що забезпечують стимулювання розвитку аграрного сектору та підтримку сільських громад. Розглянуто підходи із забезпечення інфраструктур, що сприяють розвитку сільського господарства та місцевого бізнесу.

Ключові слова: *сільські території, децентралізація, сталий розвиток, природні ресурси, землекористування, збереження довкілля.*

ВСТУП

Застосування концептуальних основ для удосконалення екологічного та економічного механізмів розвитку сільських територіальних громад є важливим завданням, яке дає можливість забезпечити стійкий і узгоджений розвиток цих громад. Сільські територіальні громади є основою аграрного сектору та важливим елементом економіки країни, тому ефективне управління ресурсами та забезпечення сталого

розвитку є надзвичайно важливим завданням. У цьому контексті важливо розглянути концептуальні основи удосконалення екологічного та економічного механізмів розвитку сільських територіальних громад, що включає в себе розробку та впровадження ефективних стратегій, забезпечення належної регуляторної політики та формування висококваліфікованого управлінського персоналу.

Сьогодні в усіх напрямках розвитку сільських територій відбуваються доволі значні

зміни. Здійснюється адміністративно-територіальна реформа, відбувається децентралізація владних та фінансових повноважень, удосконалюється та оновлюється нормативно-правова база, утворюються нові об'єднані територіальні громади (ОТГ). Також у деяких сільських ОТГ відбувається поєднання з міськими територіями, а стимулювальний вплив міста на розвиток сільської місцевості присутній і виражений, насамперед, такими чинниками, як інвестиції, розвинена транспортно-логістична мережа й інфраструктура.

Безумовно, головною метою та рушійною силою проведення соціально-економічної політики на селі є, по-перше, людина з її прагненням поліпшити власний добробут та якість життя, по-друге, досягнення такого розвитку сільських територій, який не лише допомагатиме забезпеченню належного рівня економічної, продовольчої та екологічної безпеки країни, але й сприятиме підвищенню рівня життя населення у безпечному навколишньому природному середовищі.

Обґрунтування підходів забезпечення соціально-економічного розвитку сільських територій України допомагатиме реалізації державної підтримки, запровадженню цільових державних програм і стратегій, спрямованих на розвиток сільських територій. Збалансованість розвитку сільських територій зумовлює необхідність виокремлення концептуальних еколого-економічних механізмів формування придатного для життя і життєдіяльності природного середовища.

Аналіз сучасного стану соціального та еколого-економічного розвитку сільських територій засвідчує, що прийняті урядові програми, концепції та стратегії розвитку сільських територій, у більшості своїй, носять декларативний, безсистемний і некомплексний характер.

Технологічне відставання сільськогосподарських підприємств та бажання виробників одержати максимальну вигоду за мінімальних затрат сприяли активізації таких негативних процесів, як ерозія, дефляція та дегуміфікація ґрунтів. Все це

справляє негативний вплив на розвиток сільських громад: погіршуючи економічну, екологічну та соціально-демографічну ситуацію; знижуючи якість життя сільського населення.

Подолання технологічного занепаду сільського господарства можливе за рахунок активізації інноваційних процесів та всебічної державної підтримки запровадження механізмів переходу на ведення органічного сільського господарства.

Для подальшого вирішення еколого-економічних питань розвитку сільських територій потрібно чітко визначити нагальні проблеми, цілі, пріоритети та на їх основі розробити й запровадити більш досконалі нормативно-правові норми й механізми надання державної підтримки сільськогосподарським підприємствам, які створюють і впроваджують новітні інноваційні технології у виробництві екологічно чистих товарів із застосуванням альтернативних джерел енергії.

Напрацювання теоретичних і практичних механізмів еколого-економічних засад розвитку сільських територій країни потребує обґрунтування алгоритму, систематизації методів і наукових досліджень стану сільських територій, їх природно-ресурсного і трудового потенціалу, соціально-демографічних, економічних та екологічних процесів.

Глобальні тенденції сучасного соціально-економічного розвитку вимагають розробки нових, удосконалення існуючих теоретико-методологічних підходів до організації сільських територій, оцінки стану їх розвитку та виокремлення нагальних проблем.

Мета — розгляд концептуальних основ удосконалення екологічного та економічного механізмів розвитку сільських територіальних громад.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Проблематикою концептуальних основ екологічного та економічного механізмів розвитку сільських територіальних громад займаються вчені з різних галузей науки,

таких як економіка, екологія, соціологія, право, агрономія, лісівництво, географія тощо. Зокрема, у сфері економіки та економічної теорії такі вчені, як Фрідман М., Самуельсон П., Норт Д. та ін. зробили значний внесок у розробку концептуальних засад економічного розвитку. Наприклад, у галузі екології та природокористування відомі праці таких вчених, як Вергун В., Зінкевич І., Заблоцький О. та ін. У галузі економіки сільського господарства та регіонального розвитку активно працюють Дребот О., Оніщук О. та інші науковці. Багато українських учених, зокрема Алимов О., Дорош Й., Зіновчук Н., Лицур І., Саблук П., Хвесик М., також займаються дослідженням соціально-економічного розвитку сільських територій та розробкою механізмів їх підтримки.

Вище зазначені науковці здійснили вагомий внесок у дослідженні проблем екологічного та економічного розвитку сільських територій. Однак наразі та у зв'язку із сучасними реаліями залишається недостатньо обґрунтованою концептуальна складова, зокрема, обґрунтування напрямів концептуальних основ удосконалення екологічного й економічного механізмів розвитку сільських територій в умовах децентралізації.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У процесі дослідження були використані загальнонаукові та спеціальні методи: аналіз й синтез, індукція та дедукція, узагальнення — для огляду інформаційних джерел, вивчення вітчизняного і зарубіжного досвіду перспектив розвитку сільських територій.

Концепцію розглянуто як систему теоретичних поглядів, об'єднаних науковою ідеєю, провідний задум, котрий визначає стратегію дій уряду у здійсненні планів, програм і реформ розвитку сільських територій.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Сільські територіальні громади є важливим елементом економіки країни та

основою аграрного сектору. Однак для досягнення стійкого розвитку вони повинні мати ефективний екологічний та економічний механізми, який дасть можливість забезпечити сталість і узгодженість розвитку.

Одним з ключових аспектів ефективного екологічного та економічного механізму є розробка й впровадження стратегій. Це включає в себе аналіз та визначення потенціалу громади, формування стратегії розвитку, вибір пріоритетних напрямів розвитку та розробку планів дій. Окрім того, важливим елементом є забезпечення належної регуляторної політики, яка дасть змогу стимулювати розвиток та підтримувати позитивні зміни в громаді.

Слід зазначити, на необхідність формування висококваліфікованого управлінського персоналу, що спрямований на розв'язання конкретних питань із використання ресурсів та забезпечення сталого розвитку, які через невирішеність їх дедалі частіше стають його недоліками в системі управління. Також до складу екологічного та економічного механізмів розвитку сільських територіальних громад входить упровадження екологічної політики та заходів. Це може включати в себе застосування новітніх технологій та практик.

Сільські території мають у своєму розпорядженні значний природний, демографічний, економічний та культурно-історичний потенціал, який за більш ефективного і раціонального його використання може забезпечити стійкий соціально-еколого-економічний розвиток (зайнятість, інфраструктура, освіта, охорона навколишнього середовища і медицина) та якість життя мешканців села. Разом із тим, еколого-економічна нестабільна ситуація на більшій частині сільських територій викликана низьким та застарілим технологічним рівнем, міграційними процесами, відсутністю належної інфраструктури, неефективним природно-ресурсним напрямом розвитку економіки та ін.

Процес формування еколого-економічного механізму реалізації стратегії збалансованого соціально-економічного розвитку

сільських територій вимагає необхідності виконання таких завдань: оптимальне використання ресурсів і доходів для довгострокового розвитку конкурентоспроможної, збалансованої, з екологічними обмеженнями, високоефективної сільської економіки на основі наявного соціально-демографічного, природно-кліматичного, інтелектуального, виробничого та ринкового потенціалів. Разом із тим, все це вимагає дотримання паритету у використанні та відтворенні економічних, соціальних та екологічних функцій природно-кліматичних ресурсів, передусім земельних та лісових; модернізацію аграрного виробництва у такий спосіб, що дає можливість звести до мінімуму екологічні загрози [1].

Доречно відзначити, реформа децентралізації передбачає відповідальність органів місцевого самоврядування перед жителями — за ефективність своєї роботи, а перед державою — за її законність. Цей процес формує перспективу децентралізації як чинника сталого розвитку держави та дасть можливість громадянам, які мешкають на території об'єднаної громади знайти своє місце у суспільному, в т. ч. економічному та екологічному житті, через самооновлення. Реформа місцевого самоврядування повинна узгоджуватися з реформою регіональної політики, яка полягає в підтримці стратегічних проєктів розвитку для регіонів та стабілізувати еколого-економічну ситуацію з економічними труднощами.

В умовах здійснення адміністративної реформи важливим є визначення концептуальних засад удосконалення еколого-економічного механізму розвитку сільських територій. Щодо державної політики, втіленої у концепції, то вона спрямована на визначення індикаторів, показників оцінки результативності механізму фінансування й контролю за його виконанням, визначення довгострокових цілей та пріоритетів розвитку територіальної громади.

І.М. Лицур та Ю.Ю. Алексєєва вважають, що нині на першому місці має бути принцип регіоналізації господарювання, який повинен реалізовуватися комплексно на всіх рівнях управління — державному,

регіональному та місцевому (ОТГ), ґрунтуватися на нових формах економічних відносин громади, підприємств, галузей і територій між собою і з державою. Територіальні органи управління покликані забезпечувати створення необхідних умов для ефективного функціонування підприємств та їх об'єднань, громадських організацій і форм територіальної самоорганізації населення для активізації господарських, фінансових та ринкових відносин на даній території. Суб'єкти господарювання при цьому зобов'язані наповнювати місцевий бюджет повноцінними платежами за використання трудових і природних ресурсів, інших рентабельних джерел тощо. Громадські ж організації мають забезпечувати ефективний контроль за використанням природних ресурсів та брати на себе відповідальність за підзвітне використання підприємствами природних активів [2].

Розвиток сільських територій зіткнувся з низкою об'єктивних і суб'єктивних чинників, що зумовлюють розбалансованість та диспропорційність їхнього розвитку. Внаслідок цього виникають проблеми економічного, соціального та екологічного характеру, про що свідчать занепад сіл, зниження якості життя селян, виснаження земельних ресурсів, нестача фінансових ресурсів для розвитку сільського господарства, тому вирішення питань сільського розвитку залежить від чітко встановлених стратегічних цілей і завдань та їх затвердженого поетапного виконання, що супроводжується вибраною стратегією розвитку [3].

Проблеми розвитку сільських територій підрозділяють на економічні, соціально-демографічні, управлінські, екологічні та територіальні:

- *економічні проблеми.* До них можна віднести низький рівень розвитку малого та середнього бізнесу; недосконалість реалізації ринкових відносин; низький рівень диверсифікації сільськогосподарського виробництва; низький рівень конкурентоспроможності продукції сільськогосподарства на внутрішньому ринку; застарілу інженерно-комунальну

інфраструктуру; низький рівень інноваційності; низький рівень інвестиційної привабливості;

- *соціально-демографічні проблеми.* Виокремлюють проблеми відтворення населення; трудову міграцію у більш привабливі регіони; статеву-вікову диспропорцію структури населення; низький рівень зайнятості та доходів сільського соціуму; важкі умови праці, низький рівень механізації та автоматизації виробничої сфери; занедбаність соціальної інфраструктури та невідповідність соціального забезпечення потребам сільського населення;
- *екологічні проблеми.* Вони включають деградацію земель; забруднення повітря; проблеми, пов'язані зі збиранням та утилізацією твердих побутових відходів; забруднення водойм; вирубування лісів;
- *управлінські перешкоди.* До їх кола варто віднести недосконалість управлінської системи; неефективне використання ресурсів;
- *територіальні перешкоди.* Такими перешкодами вважають непрестижність сільської місцевості та відсутність засобів мотивування молоді до проживання в ній [4].

Становлення наукових поглядів на соціально-економічний розвиток села пройшло шлях від науково-методичного обґрунтування та розроблення напрямів подолання соціальних, організаційно-економічних диспропорцій за часів ведення колективного сільського господарства до орієнтації на комплексний розвиток сільських територій за умови домінування аграрного виробництва (агроцентризм). На відміну від агроцентризму, концепція сільського розвитку чи людиноцентризму в основу поклала спільну взаємодію економічних, соціальних та екологічних чинників з орієнтацією на пріоритет людського капіталу і на цій основі підвищення життєвого рівня селян, яка побудована на засадах збалансованості та взаємній гармонії «соціальна сфера ↔ екологія ↔ економіка». Доцільним вважається зосередитися на створенні нових концептуальних основ, необхідних для

розроблення інструментів організаційно-економічного механізму реалізації стратегії розвитку сільських територій. Економічний механізм являє собою систему:

1) *економічних методів* — це система планування й програмування; бюджетна, фінансова, грошово-кредитна, амортизаційна та цінова політика; система інвестиційного та інноваційного забезпечення розвитку сільських територій;

2) *організаційно-управлінських методів* — державна політика розвитку та підтримки сільських територій; втілення організаційної системи стратегічного управління розвитком сільських територій (права, відповідальність, підпорядкованість) в умовах децентралізації; нормативно-правове забезпечення реалізації стратегії, інструментів, механізмів впливу на соціогуманітарний та еколого-економічний розвиток сільських територій, що дає можливість визначити методи реалізації стратегії вирішення проблем розвитку сільських територій [5].

На національному та регіональному рівнях ЄС паралельно існує декілька підходів, з яких можна чітко виокремити три концепції сталого розвитку сільських територій:

- концепція, яка ідентифікує сільський розвиток із загальною модернізацією сільського господарства і агропродовольчого комплексу. Ця концепція бере за основу розвиток сектору та пов'язує сільський розвиток виключно зі зменшенням відмінностей між найбільш відсталими сільськими районами та рештою секторів економіки;
- концепція зближення;
- концепція, яка ідентифікує сільський розвиток із розвитком сільських районів загалом шляхом використання всіх ресурсів, які знаходяться на їх території (людських, фізичних, природних, ландшафтних та ін.);
- інтеграційна концепція — поєднання між усіма компонентами та галузями на місцевому рівні. Ця концепція використовує можливості території в найбільш широкому її розумінні [6]. Варто наголо-

сити, що саме інтегральна концепція є найбільш сприятливою для всебічного розвитку сільських територій і спрямована на інтеграцію усіх складових: економічної, екологічної, організаційної, соціальної та управлінської.

Щоб удосконалити екологічний та економічний механізм розвитку сільських територій, необхідно враховувати різні концепції та принципи, що забезпечують сталість розвитку. Одна з таких концепцій — це концепція сталого розвитку, яка включає у себе збалансоване поєднання соціально-економічного та екологічного розвитку з метою задоволення потреб сучасного покоління. Іншою концепцією є концепція «зеленої» економіки, що базується на збереженні природних ресурсів та зменшенні відходів виробництва, підвищенні енергоефективності та застосуванні екологічно чистих технологій.

Ще однією інноваційною концепцією, яка може допомогти удосконалити економічний та екологічний механізм розвитку сільських територій, є концепція «кругової» економіки. Це підхід, який ґрунтується на ідеї ефективного використання ресурсів, зменшення відходів та розвитку утримання матеріальних цінностей в економічному кругообігу.

Кругова економіка ґрунтується на трьох основних принципах: зменшення використання обмежених ресурсів, максимальне перероблення відходів та збереження матеріальних цінностей в економічному кругообігу. Застосування цієї концепції може допомогти знизити негативний вплив на довкілля та забезпечити сталість розвитку.

У контексті розвитку сільських територій кругова економіка може сприяти розвитку нових галузей, пов'язаних із переробкою відходів, утилізацією відходів та відновленням природних ресурсів. Окрім того, використання кругової економіки може допомогти зменшити витрати на закупівлю нових сировинних матеріалів та зробити економіку сільських територій більш ефективною та конкурентоспроможною.

Отже, використання концепції кругової економіки може стати важливим інструментом удосконалення екологічного й економічного механізму розвитку сільських територій та забезпечення сталого розвитку.

Кожна країна-член Європейського Союзу розробила власні програми розвитку сільських територій відповідно до потреб, а також включаючи, принаймні, чотири з шести загальних пріоритетних цілей ЄС:

- сприяння передачі знань та інновацій у сільське господарство, лісове господарство та сільські місцевості;
- підвищення життєздатності та конкурентоспроможності всіх видів сільського господарства, а також просування інноваційних фермерських технологій, збалансоване управління лісовим господарством;
- сприяння продовольчої організації, підтримка благополуччя тварин і управління ризиками в сільському господарстві;
- відновлення, збереження і зміцнення екосистем, пов'язаних із сільським і лісовим господарством;
- підвищення ефективності використання ресурсів в аграрному і лісовому секторах;
- сприяння соціальній інтеграції, скорочення бідності та економічний розвиток у сільській місцевості [7].

Розвиток сільських територій повинен відбуватися у напрямі пошуку механізмів узгодженості дії екологічних, соціальних та економічних законів на різних етапах розвитку суспільства. Не слід забувати, що розвиток сільських територій — це соціальний процес, спрямований на економічний розвиток територій із забезпеченням екологічної та продовольчої безпеки, а також ефективного відтворення природних ресурсів. Концептуальні засади еколого-економічного механізму розвитку сільських територій повинні включати розробку основних документів: цільових державних програм розбудови соціальної інфраструктури та поселенської мережі, комплексних програм соціально-економічного розвитку сільських громад та сільських

рад, регіональних комплексних програм соціально-економічного розвитку сільських територій району, області та річних планів і відповідних бюджетів соціального розвитку сільських громад, сільських територій району, області [8].

Екологічна складова розвитку сільських територій може бути забезпечена за умови: розвитку органічного типу господарювання та виробництва екологічно чистої продукції; застосування ґрунтозахисних технологій обробітку ґрунту; врегулювання питань належного використання та охорони природних ресурсів сільських територій (земельних, лісових, водних тощо), їх збереження та примноження; забезпечення охорони довкілля та збереження родючості ґрунту на основі оптимізації структури посівних площ та впровадження науково обґрунтованих сівозмін; забезпечення збалансованого співвідношення різних видів земельних угідь; внесення органічних добрив; розробка та впровадження системи управління побутовими відходами й облаштування сміттєзвалищ в окремих сільських громадах [5].

Задля забезпечення економічного розвитку доцільним вбачається втілення таких заходів: активізація інноваційно-інвестиційної діяльності господарюючих суб'єктів та розвиток інноваційної інфраструктури; розвиток обслуговуючої кооперації для підвищення конкурентоспроможності сільськогосподарської продукції; розвиток альтернативних видів діяльності і виробництва нетрадиційних видів продукції з метою диверсифікації аграрного підприємства; активна участь у заходах, які пропонують районні, обласні, європейські та інші програми підтримки сільського розвитку; пошук партнерів та написання грантових проектів (фандрейзинг).

До механізмів реалізації політики стійкого розвитку сільських територій належать правове, організаційне, фінансове, наукове і кадрове забезпечення, інформаційне забезпечення та моніторинг.

Ефективно працюючий еколого-економічний механізм передбачає погодження та узгодження дій як на вертикальному рівні

управління природокористуванням та охороною навколишнього середовища, так і на рівні аграрного підприємства. Інструменти системи еколого-економічного механізму, насамперед економічні, організаційні та еколого-економічні інструменти, тісно пов'язані з адміністративно-правовими інструментами.

Метою регулювання розвитку сільських територій у країнах ЄС є забезпечення збалансованості механізмів державного впливу та регулювання ринкових механізмів, що сприяє підвищенню якості та рівня життя сільського населення, ефективної зайнятості й покращання демографічної ситуації. Так, у країнах ЄС запроваджена спеціальна міждержавна політика підтримки сільського розвитку, необхідність якої зумовлена нижчим рівнем доходів мешканців сільських територій, нерівним доступом до сучасних соціальних благ мешканців сіл та міст, більшими витратами на життєзабезпечення, загостренням конкуренції в аграрному секторі тощо. Аналіз досвіду реалізованих проектів сталого розвитку сільських територій у розвинутих європейських країнах дає змогу визначити в них такі основні акценти, як комплексність, відкритість та широка участь населення, що є основою для розвитку сільських територій в умовах децентралізації [9].

Основні завдання державної політики збалансованого розвитку сільських територій [7]:

- *у сфері соціально-економічного розвитку:*
 - створення сприятливих соціально-економічних умов для ведення виробничої, соціально-демографічної, екологічної, соціокультурної та етнічної функцій, реалізація яких забезпечить багатофункціональний розвиток сільських територій та підвищення рівня якості і безпеки життя сільського населення;
 - розвиток пріоритетних сфер виробництва (сільське господарство, промислове виробництво, туристично-рекреаційна сфера) здійснюється у взаємозв'язку з розвитком інших видів підприємницької діяльності, виробничою і соціальною

інфраструктурою, сферою побутового обслуговування, агроконсалтингом, системою телекомунікацій тощо;

- *у сфері природокористування та охорони навколишнього середовища:*
- екологізація господарського механізму управління економікою сільських територій у напрямі обмеження антропогенного впливу на екосистему, скорочення масштабів та інтенсивності використання природних ресурсів, регулювання якості навколишнього природного середовища з урахуванням локальних умов господарювання шляхом застосування відповідних стимулів, пілг та преференцій тощо;
- стимулювання і підтримка місцевих ініціатив щодо розвитку альтернативних джерел енергії;
- ведення просвітницької екологічної діяльності;
- поступове обмеження, а в перспективі повна відмова від використання поліетиленерефталату (ПЕТ);
- поступове вирішення питання централізованого водопостачання та будівництва каналізації в усіх сільських поселеннях;
- повністю позбутися несанкціонованих сміттєзвалищ.

Отже, розроблення концептуальних заasad еколого-економічного механізму розвитку сільських територій має містити такі напрями:

- об'єктивна оцінка стану, виявлення чинників, що їх гальмують, і тенденцій розвитку ресурсно-трудоного потенціалу та їх взаємовідносин;
- постановка стратегічних цілей і завдань у рамках інтерактивного планування з урахуванням коригувань, спрямованих на підвищення ефективності використання природно-ресурсного потенціалу і створення диверсифікованого ринку праці;
- прогноз найважливіших показників соціально-економічного розвитку території на основі узгодження очікуваних показників якості і рівня життя сільського населення.

Удосконалення еколого-економічних механізмів подальшого розвитку сільських територій повинне ґрунтуватися на забезпеченні гармонії з природним середовищем, яка можлива за умов мінімізації негативного антропогенного впливу та посилення відповідальності людини за свої дії з одночасним розвитком сільських територій в економічному плані.

Децентралізація прибирає штучні перешкоди для бізнесу та підприємницької діяльності — зайві дозволи, інстанції, надлишковий контроль. Крім того, активні, заможні та зацікавлені товариства — головний двигун на територіальному рівні. Вони стануть підтримкою тих змін, які проводить уряд. Тому без реформи місцевого самоврядування всі інші реформи приречені на невдачу — так уже було в попередні роки.

Об'єднуючи громади, необхідно не лише підвищувати інституційну та фінансову спроможність органів місцевого самоврядування здійснювати власні та делеговані державою повноваження на належному рівні, а й урегулювати розподіл повноважень між органами місцевого самоврядування та органами державної влади. Очікується, що подальша децентралізація управлінських повноважень у всіх секторах підвищить ефективність реалізації відповідної державної політики шляхом надання послуг та інвестування в місцевий розвиток і створення багатофункціонального спроможного села [10].

Багатофункціональність сільських територій означає розвиток сільськогосподарських, а також усіх форм сфери обслуговування та промислової діяльності на селі, особливо тих, які не загрожують природному середовищу. Нинішній рівень науки і техніки дає можливість розвитку малого й середнього бізнесу та промислового виробництва в сільській місцевості. Багато послуг, пов'язаних переважно з відпочинком, туризмом та санаторно-курортним лікуванням, можна надавати за межами районів великих міст. Громади повинні здійснювати різноманітні заходи для підтримки підприємництва та багатофункціо-

нального розвитку сільських територій шляхом:

- створення стратегічних планів розвитку;
- будівництво та розвиток матеріально-технічної інфраструктури;
- запровадження адміністративних пільг та використання економічних стимулів для створення малих і середніх підприємств;
- пошук та залучення вітчизняних та іноземних інвесторів;
- створення центрів підприємництва, інновацій та технологій;
- підвищення рівня освіти сільських жителів;
- популяризація прикладів уже здійснених ініціатив.

Наразі до місцевої концепції територіального розвитку необхідно додавати прогноз впливу реформи на природне середовище. Це спосіб захисту навколишнього середовища, що дає можливість зберегти функціонування екосистеми. Децентралізація, що веде до створення просторового порядку, повинна узгоджуватися з цілями та ідеями сталого розвитку, результатом якого має стати ефективніше використання ресурсів та зменшення будь-яких загроз для навколишнього природного середовища.

Ще одним важливим аспектом є забезпечення економічної стійкості та здатності до інновацій. Це можливо завдяки розробці та впровадженню ефективної фінансової політики, яка дасть можливість залучати інвестиції та збільшувати фінансові ресурси. Також важливим елементом є розвиток підприємництва та створення сприятливих умов для бізнесу, що дозволить залучати інвестиції й стимулювати розвиток місцевої економіки.

Для досягнення успіху в удосконаленні екологічного та економічного механізму розвитку сільських територіальних громад необхідне партнерство між державними й місцевими органами влади, громадськими організаціями, бізнесом та жителями громади. Тільки за умов спільної роботи та взаємодії можна досягти сталого розвитку та забезпечити якісний життєвий рівень

для всіх мешканців сільських територіальних громад.

Отже, удосконалення екологічного та економічного механізму розвитку сільських територіальних громад вимагає комплексного підходу, включаючи розробку стратегії, впровадження екологічної політики та заходів, залучення інвестицій та розвиток підприємництва. Важливою умовою є партнерство та взаємодія всіх зацікавлених сторін, що дасть змогу забезпечити стійкий розвиток і підвищити якість життя мешканців сільських територіальних громад.

ВИСНОВКИ

У підсумку можна стверджувати, що удосконалення екологічного та економічного механізму розвитку сільських територіальних громад є надзвичайно важливим завданням для забезпечення сталого розвитку та підвищення якості життя населення. Особливо щодо забезпечення екологічної безпеки й сталості використання природних ресурсів, ефективної фінансової політики, стимулювання розвитку підприємництва, а також партнерства та взаємодії всіх зацікавлених сторін.

Особливої уваги заслуговує врахування економічних та екологічних чинників, як основу формування територіальної громади із метою забезпечення подальшого їх сталого функціонування в майбутньому.

Реалізація концептуальних основ удосконалення екологічного та економічного механізму розвитку сільських територій вимагає відповідальності й співпраці усіх зацікавлених сторін.

За здійснення удосконалення екологічного та економічного механізму розвитку сільських територій, необхідно враховувати різні концепції та принципи, що забезпечують сталість розвитку.

Важливим принципом для розвитку сільських територій є принцип інтегрованого управління природними ресурсами, який забезпечує взаємодію між різними галузевими структурами для ефективного використання природних ресурсів і збереження природного середовища.

ЛІТЕРАТУРА

1. Тимошенко М.М. Економічний механізм реалізації стратегії сільського розвитку за умов сталості: методи та інструменти. *Інноваційна економіка*. 2018. № 7-8. С. 16–24.
2. Лишур І.М., Алексеева Ю.Ю. Фінансово-економічний механізм децентралізованого управління природними ресурсами. *Збалансоване природокористування*. 2020. № 3. С. 24–30.
3. Фаріон Л.В. Алгоритм формування стратегії сталого розвитку сільських територій. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Сер.: Економічні науки*. 2015. Вип. 15. Ч. 3. С. 63–66.
4. Пищик Ю. Методичні підходи до визначення репресивності сільських територій. 2018. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Economica/article/viewFile/4916/4843>.
5. Бендасюк О.О., Сахарнацька Л.І., Крохтяк О.В., Тирпак С.Б. Концептуальні засади удосконалення еколого-економічного механізму розвитку сільських територій. *Збалансоване природокористування*. 2022. № 2. С. 14–23.
6. Герман Д. Поза зростанням. *Економічна теорія сталого розвитку*. Київ: Інтелсфера, 2002.
7. Палапа Н.В., Дем'янюк О.С., Кічігіна О.О. та ін. *Концепція збалансованого розвитку сільських територій України з урахуванням досвіду європейських країн* / за ред. О.І. Фурдичка. Київ: ДІА, 2020. 19 с.
8. Іртишева І.О., Потапенко О.М. Концептуальні засади сталого розвитку сільських територій. *Сталий розвиток та екологічна безпека суспільства в економічних трансформаціях*: матеріали III Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Бахчисарай, 15–16 верес. 2011 р.). Сімферополь: ПП «Підприємство Фенікс», 2011. С. 111–113.
9. Руснак А.В. Функції, завдання, чинники функціонування та сталого розвитку сільських територій. *Наукові праці Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 1. С. 244–248.
10. Про рекомендації парламентських слухань про законодавчі аспекти регіональної політики та місцевого самоврядування: постанова Верховної Ради України від 05.06.2003. № 46. Ст. 369. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/939-15#Text>.

REFERENCES

1. Tymoshenko, M.M. (2018). Ekonomichnyi mekhanizm realizatsii stratehii silskoho rozvytku za umov stalosti: metody ta instrumenty [The economic mechanism of implementing the strategy of rural development under stability conditions: methods and tools]. *Innovatsiina ekonomika — Innovative economy*, 7–8, 16–24 [in Ukrainian].
2. Litsur, I.M. & Alekseeva, Yu.Yu. (2020). Finansovo-ekonomichnyi mekhanizm detsentralizovanoho upravlinnia pryrodnykhy resursamy [Financial and economic mechanism of decentralized management of natural resources]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia — Balanced Nature Management*, 3, 24–30 [in Ukrainian].
3. Fariion, L.V. (2015). Algorithm formuvannia stratehii staloho rozvytku silskykh terytorii [Algorithm of sustainable development strategy formation for rural areas]. *Naukovyi visnyk Khersonskoho derzhavnogo universytetu — Scientific Bulletin of Kherson State University*, 15 (3), 63–66 [in Ukrainian].
4. Pishchik, Yu. (2018). *Metodychni pidkhody do vyznachennia represynosti silskykh terytorii* [Methodical approaches to determining the repressiveness of rural territories]. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Economica/article/viewFile/4916/4843> [in Ukrainian].
5. Bendasuk, O.O., Sakharnatska, L.I., Krokhtyak, O.V. & Tyrpak, S.B. (2022). Konseptual'ni zasady udoskonalennya ekoloho-ekonomichnoho mekhanizmu rozvytku silskykh terytorii [Conceptual principles of improving the ecological and economic mechanism of rural development]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia — Balanced Nature Management*, 2, 14–23 [in Ukrainian].
6. Herman, D. (2002). *Pozza zrostanniam. Ekonomichna teoriya staloho rozvytku* [Beyond growth. Economic theory of sustainable development]. Kyiv: Intelsphera [in Ukrainian].
7. Palapa, N.V., Demianyuk, O.S., Kichyhina, O.O. et al. (2020). *Konstseptsiiia zbalansovanoho rozvytku silskykh terytorii Ukrainy z urakhuvanniam dosvidu yevropeyskykh kraiin* [The concept of balanced rural development in Ukraine taking into account the experience of European countries]. Kyiv: DIA [in Ukrainian].
8. Irtysheva, I.O. & Potapenko, O.M. (2011). Konceptualni zasady staloho rozvytku silskykh terytorii [Conceptual foundations of sustainable development of rural territories]. *Stalyi rozvytok ta ekolohichna bezpeka suspilstva v ekonomichnykh transformatsiyakh: materialy III Vseukrayins'koyi mizhnarodnoi naukovopraktychnoi internet-konferentsii* [Sustainable development and environmental security of society in economic transformations: materials of the All-Ukrainian scientific and practical conference]. (pp. 111–113). Simferopol [in Ukrainian].
9. Rusnak, A.V. (2012). Funktsii, zadachi, chynnyky funktsionuvannia ta staloho rozvytku silskykh terytorii [Functions, tasks, factors of functioning and sustainable development of rural territories]. *Naukovi pratsi Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii — Scientific Works of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 244–248 [in Ukrainian].
10. Pro rekomendatsii parlamentskykh slukhan pro zakonodavchi aspekty regionalnoi polityky ta mistsevoho samovriaduvannya: postanova vid 05.06.2003 [On the recommendations of parliamentary hearings on legislative aspects of regional policy and local self-government: resolution of 05.06.2003]. *Verkhovna Rada Ukrainy — Verkhovna Rada of Ukraine*, 46, 369. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/939-15#Text> [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 11.02.2023

СИНТЕЗ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИХ АСПЕКТІВ ЯК МЕТОДОЛОГІЧНИХ ЗАСАД КОНСТИТУЦІЙНО ВМОТИВОВАНОГО ЗЕМЛЕПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ В СУЧАСНІЙ УКРАЇНІ

О.І. Ковалів

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

Здійснено аналіз екологічних і економічних аспектів здійснення землерізно-природокористування, що базуються на сутності здобутих нами нових теоретичних знань конституційного земельного права як сучасну потребу невідкладної інституалізації чинних конституційних земельних норм. Метою статті є розкриття основних емпіричних результатів аналізу і синтезу еколого-економічних аспектів стосовно методологічних засад землерізно-природокористування для застосування методів і способів оцінювання природних ресурсів (природних об'єктів) як науково-практичних передумов законного природокористування, що ґрунтуються на чинних земельних нормах Конституції України. Встановлено, що еколого-економічні аспекти стосовно методологічних засад землерізно-природокористування, є невід'ємною гранню нормативно-правових аспектів і цілком узгоджуються між собою, оскільки їхня сутність ґрунтується на тих самих земельних нормах Конституції України. Доведено, що еколого-економічні відносини виникають між конкретними суб'єктами права власності, якими є, з одного боку, — Український народ як абсолютний власник усіх природних ресурсів, а з іншого боку — власник (орендар) земельної ділянки як «господар» і «користувач» природних ресурсів чужої власності. Оскільки, відповідно до Конституції України, власність Українського народу на землю та її природні ресурси зобов'язує і не повинна використовуватися на шкоду людині і суспільству, надважливо передусім, ідентифікувати й сертифікувати всі природні об'єкти, які мають природно-заповідну, природоохоронну, оздоровчу, рекреаційну, історико-культурну та іншу цінність. Встановлено, що лише за умов імплементації чинної конституційної норми «користування» власністю Українського народу, замість надуманої норми в Земельному кодексі України (ст. 79) і в Цивільному кодексі України (ст. 373) — «поширення», виникне відповідальний та дієвий обов'язок здійснювати законне землерізно-природокористування і реальну охорону землі та її природних ресурсів як природних об'єктів чужої власності для всіх категорій землі, особливо — земель сільськогосподарського призначення.

Ключові слова: Конституція України, земля та її природні ресурси, екологія, система, когнітивна земельна економіка, методологія, звершення земельної реформи.

ВСТУП

У сучасних умовах еколого-економічних відносин розвитку європейської спільноти, теоретико-методологічна сутність землерізно-природокористування полягає в спрямуванні зусиль суспільства, не лише на зростання соціального добробуту всіх громадян країн Євросоюзу, але й у збереженні ідентичності культурної спадщини і забезпеченні охорони, відновлення, примноження і раціонального використання природних ресурсів із метою сталого за-

доволення потреб людини, особливо це стосується — повноправних (де-юре) громадян України, які виборюють для себе і для всього континенту — відновлення правопорядку. Така система землерізно-природокористування, на цьому етапі включає переважно дві взаємозалежні підсистеми, які взаємопов'язані і впливають одна на одну, а саме: матеріальне виробництво й екологічну сферу. Слід зауважити, що під екологічною сферою розуміється не саме природне середовище, яке оточує людей, а систему природоохоронних заходів, пов'я-

заних з охороною і відтворенням ресурсів та екосистем навколишнього природного середовища.

На превеликий жаль, в Україні в більшості випадків домінують, не лише економічні інтереси над екологічними, але й де-факто не працюють основні імперативи чинних норм Конституції України (КУ) [1], продовжується прорадянська тенденція відомчої монополії, яка переросла в олігархічні корумповані схеми управління і контролю, – також у земельних відносинах і природокористуванні.

Очевидно, що від моменту (1996 р.) прийняття Основного Закону України (ЗУ), на догоду олігархічним кланам, які мали і мають меркантильні й корупційні інтереси, депутатської більшості, які формувалися за такими самими інтересами, всіх скликань Верховної Ради України – без винятку, ухвалювали антиконституційні законодавчі земельні акти та вносили до них численні зміни (дотепер), що руйнували і продовжують руйнувати основи конституційного права громадян України «на владу» і «на землю», доводячи суспільство до зубожіння, і можливого знищення самого державного устрою України. Цим самим поглиблюється правова прірва між чинними декларованими нормами КУ і прийнятими депутатами «законами» під виглядом немовби «конституційно вмотивовані»... Нами доведено, що наслідки цього і не імплементації чинних конституційних земельних норм стають дедалі відчутнішими, особливо в сільській місцевості, та негативно впливають, не лише на стан родючості ґрунтів і функціонування природних агроландшафтів, але й на інші сфери життєдіяльності всіх людей (громадян) і загалом – на навколишнє природне середовище та на саме державотворення [2]...

Тому, на сучасному етапі, включаючи повоєнне відновлення і становлення на шлях євроінтеграції та подальший розвиток української суспільства, система природокористування, яка охоплює майже всі сфери життєдіяльності і управління, повинна базуватися на комплексному соціально орієнтованому еколого-екологічному

принципі взаємодії суспільства і природи, де критерієм ефективності господарської діяльності повинно бути одержання максимально можливої економічної вигоди при обов'язковому і повноцінному практичному збереженні динамічної рівноваги екосистем у конкретних умовах.

Механізм такого логічного алгоритму криється в системній інституалізації чинних конституційних земельних правах Українського народу [3].

З цих та інших причин, ця проблематика вимагає більш фахового і відвертішого та доволі відповідального наукового обговорення і прийняття відповідних висновків, що базувалися б на об'єктивних законах живої і неживої природи та суспільства і узгоджувалися б з чинними нормами Основного ЗУ, сутність яких вже достатньо нами розкрита.

Впевнені, що результати наукових досліджень і обґрунтовані нами теоретичні засади конституційних прав власності Українського народу на землю та її природні ресурси як на об'єкти природокористування, а також розкрита конституційно вмотивована фундаментальна методологічна сутність захисту прав власності і господарювання [4], на цій декларованій основі, стануть підґрунтям також об'єктивному формулюванню науково-практичних еколого-економічних аспектів раціонального природокористування в агросфері як передумов соціальної спрямованості економіки (ч. 4 ст. 13 КУ) [1].

Вбачаємо, що аналіз та синтез конституційно вмотивованих екологічних і економічних аспектів як основних методичних засад (методів і способів) дасть змогу повноцінно виконати черговий етап 2023 р.: «Обґрунтування методичних засад збалансованого користування природними об'єктами в агросфері України як науково-практичні передумови нової парадигми звершення земельної реформи в Україні», що виконується в межах завдань фундаментального наукового дослідження 37.00.02.02.Ф. «Організаційно-економічні засади збалансованого користування природними об'єктами в агросфері України»,

номер державної реєстрації: ДР 0121U 108866.

Мета роботи. Розкрити основні емпіричні результати аналізу і синтезу еколого-економічних аспектів стосовно методологічних засад землеприродокористування для застосування методів і способів оцінювання природних ресурсів (природних об'єктів) як науково-практичних передумов природокористування в агросфері, що узгоджуються із здобутими нами теоретичними знаннями і, які ґрунтуються на чинних земельних нормах Конституції України.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

У сучасній літературі (наукових публікаціях) стосовно еколого-економічних відносин, особливо в агросфері, існує переважно усталений напрям відносин — як рентних, відповідно до якого всі природні ресурси, в т. ч. в агросфері, мають бути немовби суспільною власністю, а всі рентні доходи є щорічними бюджетними надходженнями і включаються у видатки як начебто згенеровані лише суспільно-економічною діяльністю господарюючих суб'єктів. Саме такою базою знань і таким чином послуговується переважна більшість вітчизняних вчених та політиків дотепер.

До того ж, нехтуючи чинною конституційною нормою абсолютного права власності Українського народу на землю та її природні ресурси як на природні об'єкти, вважається, що у ринковій економіці антиконституційна приватна (державна чи комунальна) власність на землю (природні ресурси) як на природні об'єкти має розглядатися як норма, а відповідні власники — як рівноправні інвестори. За таких умов, стверджується, що власність на природні ресурси, як і на будь-які інші об'єкти, може обкладатися майновим податком, а рентний дохід — відповідними податками на доходи за прогресивною шкалою. Особлива роль відводиться саме рівню податкового навантаження — із врахуванням статусу інвесторів-власників природних об'єктів та ін. активів...

На жаль, домінує думка у багатьох учасників агробізнесу про те, що якою б важливою не була роль природних чинників «землі», сільськогосподарські продукти створюються переважно технічними і хімічними засобами та працею людей... Із цих причин провідну роль у розвитку сільськогосподарського виробництва відводять економічним чинникам, а — не природним...

Однак доцільно зауважити, що низка вчених вважають, що земельна рента існує навіть на землях, які не мають ґрунтового покриву, оскільки цей покрив із часом може утворитись природним шляхом або в результаті людської діяльності. Диференціальна рента і у цьому випадку діє віртуально [5]. Існує й низка інших інтерпретацій щодо земельно-рентних відносин у сучасних ринкових умовах, обґрунтовуються шляхи з метою одержання більш високої ренти тощо.

За теперішніх умов енергетичних викликів людства і організації суспільних відносин та пов'язані з ними екологічні й економічні проблеми, триває пошук нових напрямів економічної науки, які б могли краще пояснити природу змін, що відбуваються в суспільстві. Адже криза економічної теорії наочно проявляється в реальній господарській практиці та віддзеркалюється фактичними втратами в добробуті людей. Такий 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].

Під таким самим кутом зору до проблем праці підходив Сергій Подолинський, осмислюючи феномен праці через фізичну або енергетичну економіку, згідно з якою праця є одним із численних різновидів загальної енергії. Не відкидаючи економічних чинників (руху грошей, капіталу), Сергій Подолинський зосереджував свою увагу на обчислюванні змін енергії, роблячи висно-

вок, що рівень розвитку суспільства обумовлюється збільшенням енергетичного ресурсу кожної людини та суспільства загалом, де без опору на енергетичне поле не можна побудувати ефективну економіку (саме те, з чим пов'язаний стан розбудови господарської діяльності та суспільного життя сучасності) [7].

Відомий український дослідник проблем фізичної економії Микола Руденко, обґрунтовуючи процес одержання сільськогосподарської продукції, що є результатом синтезу енергії, пропонує вважати таким мірилом зерно пшениці [8]. Погоджуючись і підтримуючи цю думку, Володимир Шевчук також пропонує вважати мірилом енергії зерно злаків [9].

На наш погляд [3], такий історичний наведений підхід до більш уявного відображення присутності матеріально-енергетичної складової біосфери дещо розширює межі економічного знання у вимірюванні результатів діяльності людини через застосування запропонованого критерію, проте містить певні умовності, адже в ринкових відносинах зерно саме стає товаром, а в сучасних умовах України потрібні більш радикальні комплексні і системні дії державницького характеру. Доречно зауважити, що висловлювання будь-ким будь-яких думок чи припущень, запозичених із позаконституційного поля України, зокрема, про, начебто, неможливість імплементації на практиці права власності Українського народу на землю та її природні ресурси як на природні об'єкти — основне національне багатство, спантеличує громадян (вчених) і сповільнює та унеможлиблює побудову повноправної системи конституційних правовідносин у молодій українській державі, які б протистояли не лише глобальним викликам, але й внутрішнім гібридним ворожим діям у цій царині.

Натомість, наші дослідження з цієї проблематики природокористування, які відображені в численних авторських публікаціях, базуються на багатогранному і водночас комплексному баченні вимоги Основного ЗУ, які чітко й однозначно декларують власність Українського народу

(всіх повноправних громадян) на землю та її природні ресурси як природні об'єкти. Саме тому, ми впевнені, що не маємо жодних прав залишатися також поза центральною вимогою визначення енергетичної частки чинників природних ресурсів (об'єктів) в одержанні продукції і продуктів як корисної загальнонаціональної частки їхнього власника...

Вбачається, що здобуті нові знання з економіки природокористування, які розкривають сутність чинних земельних норм КУ, особливо щодо комплексних і системних збалансованих ринкових земельних відносин, заснованих на нових рентиутворювальних засадах, як невід'ємно складових функціонування системи когнітивної земельної економіки [10], допоможуть поглибити розкриття екологічних і економічних аспектів методологічних засад природокористування як суспільно-економічних відносин, особливо на сучасному досить складному етапі повоєнного відновлення України.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Відомо, що 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 на конституційно-правовій основі, і яка (діяльність) переважно спрямовується на забезпечення зростаючих потреб суспільства.

Зокрема, відомий науковець, природодослідник Микола Реймерс визначає шість основних груп потреб людини (*рис. 1*), що становлять основу наявних сучасних наукових праць, — переважної більшості вчених України [11].

Ми вважали за доцільне також акцентувати увагу на цих основних групах потреб людини, насамперед, в умовах і з позиції сталого розвитку суспільства, а не — в процесі безсистемної й гібридної трансформації суспільно-економічних відносин в усіх господарчих галузях України, особливо лісовій і аграрній...

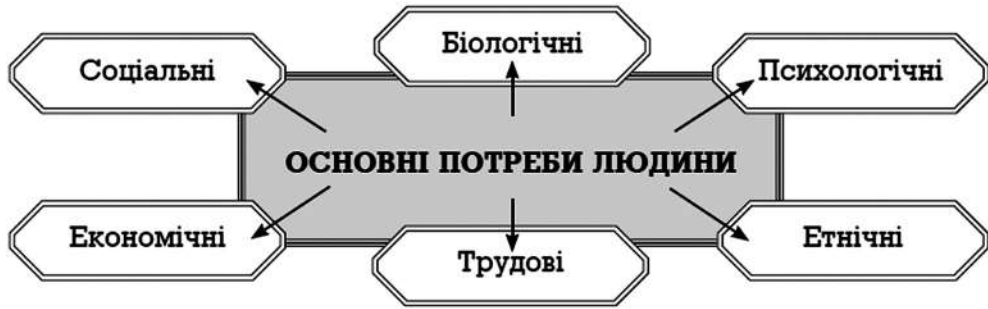


Рис. 1. Основні групи потреб людини

Адже, використовуючи подібні трактування «потреб» суспільства і відповідні напрацювання вчених та практиків, майже всі нові урядові структури (з самого початку проголошення незалежності України), щоразу розробляли і схвалювали «нові» концептуальні й програмні документи під виглядом науково обґрунтованих і «системних дороговказів» як «неповторних» за напрямками та методами їх здійснення, гарантуючи «нові» ринкові відносини в своїх «схемах» природокористування, що, начебто, працюватимуть на користь громадянам, як на повноправних де-юре співвласників землі та її природних ресурсів...

Однак, природні ресурси де-факто продовжують експлуатувати не з позиції національних інтересів і вимог законів природи та суспільства. Найвні проблеми відомі «всім», проте залишається неврегульованими дотепер.

Аналіз причинно-наслідкових зв'язків і їх результати вказують на те, що природокористування трактувалося і, на жаль, продовжує вважатися ними (владними структурами) не як формування умов і систем здорового середовища для комфортної життєдіяльності людей (громадян України), а в більш вузькому аспекті — як особлива сфера господарства, — як експлуатація і використання природного середовища і природних ресурсів у певних інтересах тощо. При цьому створювалися і продовжують діяти схеми «природокористування», які функціонують «в ручному режимі», в т. ч. неадекватні земельні податки і

рентна платежі, переважно спрямовані до місцевих бюджетів для щорічного їх «проїдання»... Зовсім не звертається увага на потребу першочергової реалізації конституційно вмотивованих господарчих правовідносин із реальним власником землі та її природних ресурсів як природних об'єктів, які і є абсолютною власністю Українського народу й основним національним багатством, що перебуває під особливою охороною держави — непозиченим капіталом нації...

Нехтуючи правом власника, в підручниках, у законодавчих і нормативних актах та в публічному середовищі зосереджено увагу на запровадженні, як начебто принципів вимог, діяльності органів влади і природокористувачів (експлуататорів) у забезпеченні «раціонального природокористування» і «дієвої охорони природного середовища» — в інтересах абстрагованого суспільства...

Звичайно, теорія реалізації цього принципу на практиці означала б перехід від пасивних галузевих (олігархічно-кланових) природозахисних дій, спрямованих, буцімто, на боротьбу з негативними наслідками непродуманої діяльності, до наступальних випереджувальних дій — створення такої системи раціонального господарювання, яка б охоплювала і раціональне використання природних ресурсів, і охорону природи та оптимізацію життєвого середовища людей, а значить — усвідомлено виключала б саму можливість виникнення конфліктних ситуацій між природою і суспільством.

Оскільки, в уставленому розумінні, методологічна основа раціонального природокористування — це збалансована взаємодія суспільства та природи, яка забезпечує досягнення «компромісу» між соціально-економічними потребами суспільства (*тут не згадуються інтереси корупціонерів*) і здатністю природи задовольняти їх без істотної шкоди для свого нормального функціонування, тому в питаннях «охорони і збереження навколишнього природного середовища», на наше переконання, не може бути жодного «компромісу», адже ці чинники є невід’ємною складовою «раціонального природокористування», без яких природокористування не може вважатися «раціональним».

Відомо й те, що на сучасному етапі сама природа не завжди здатна до самовідтворення, тому людина повинна усвідомлено забезпечувати (або — ні) відповідальне раціональне використання та відтворення природних ресурсів. Адже відтворення природних ресурсів людиною має включати відновлення, або охорону екологічних систем, експлуатацію природних ресурсів і переробку сировини тощо. Вважається, що дві останні стадії (експлуатація і переробка) об’єднуються поняттям використання природних ресурсів. Прийнято також думати, що в процесі відтворення природних ресурсів між людьми складаються еколого-економічні відносини. Однак, на практиці — в людей різні інтереси...

Стверджується й те, що еколого-економічна система — це інтеграція економіки і природи, які представляють собою взаємопов’язане і взаємообумовлене функціонування суспільного виробництва і природничих процесів. Дійшло до того, що повсюдно застосовують, як начебто, правові й еколого-економічні норми, проте що в разі нераціонального чи неефективного природокористування задаються «збитки» (шкода) знеособленим «природним ресурсам», у т. ч. в агросфері, які прийнято називати: «земельним ресурсам», у кращому випадку: «грунтам», а — не їхньому «власнику»...

Однак, ми вважаємо, що саме ця, на перший погляд дрібниця, також сприяє олі-

гархічно-корумпованим кланам привласнювати чужу (начебто нічийну) власність (хоч звучить мажорно: «основне національне багатство»), оскільки спричинені збитки завдано — «нікому...», а знеособлені потерпілі «ресурси» — «ніхто...» (виснажені, знищені, забруднені, зіпсовані), в принципі, не можуть відстояти (відсудити) завдану шкоду — ні практично — ні фізично...

На жаль, щоб «узаконити» надумане твердження про начебто відсутність абсолютної власності Українського народу на землю та її природні ресурси як на природні об’єкти, і знеособити конституційну норму «власність Українського народу на основне національне багатство», законотворці по-шулерськи замінили конституційну норму щодо права лише «користуватися» природними об’єктами права власності народу (ч. 2 ст. 13 КУ) іншим 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) [12].

Натомість, ми прийшли до розуміння того, що еколого-економічні відносини — це відносини, які виникають між конкретними суб’єктами права власності, якими є, з одного боку, — Український народ (всі громадяни України) як абсолютний власник усіх природних ресурсів (об’єктів), а з іншого боку — власник (орендар) земельної ділянки (об’єкта цивільних прав) як «господар» і «користувач» природних ресурсів (об’єктів) чужої власності — тих ресурсів, що знаходяться в межах даної ділянки (простору) і є основним національним багатством, що де-юре перебуває під особливою охороною держави.

Таке обґрунтоване твердження стало аксіомою, адже в кожному конкретному господарському процесі природокористування повинен виступати, з одного боку, — відповідальний «користувач» природних ресурсів як природних об’єктів права

власності, а з іншого — їхній «власник» (Український народ).

Лише за таких передумов, і лише на такій конституційній основі «земельної власності» виникає реальне й відповідальне право та обов'язок здійснення раціонального еколого-економічного природокористування — як законного відновлення й охорони екосистем, включно з добуванням природної сировини і її переробки, а також екологізації виробництва і господарської діяльності — стосовно всіх категорій землі та всіх енергетичних і біологічних ресурсів, частотного простору тощо. Іншими словами еколого-економічні відносини в процесі природокористування — це такі відносини між різними суб'єктами власності, які не порушують права власника й екологічну рівновагу, здійснюючи комплексний економічний підхід (ефект) до сталого використання природних ресурсів, що є складовою алгоритму когнітивної земельної економіки, запропонованої автором вперше [10].

Адже під екологічною рівновагою слід розуміти баланс усіх природних чинників і змінених людиною компонентів та природних процесів, що створюють середовище й забезпечують тривале (умовно нескінченне) існування даної еколого-економічної системи природокористування, яку віддзеркалюють конституційно вмотивовані норми і базується на законах природи та суспільства.

Однак, запропонований економічний підхід до природокористування не повинен зводитися лише до оцінки впливу людини на природне середовище (антропогенні процеси), які ґрунтуються на зміні корисності (суспільної вартості) чинників природного середовища під дією суспільного виробництва (в процесі використання природних ресурсів людиною), але й оцінювати всі впливи і всі дії (протидії), в т. ч. природно-енергетичних компонентів, які беруть участь та позитивно впливають на таку діяльність і її результати, що є прибутками (доходами) — лише власника таких природних ресурсів (природних об'єктів) — всіх громадян України...

Тому, поняття «раціональне природокористування» має складатися, не лише з загальноприйнятих в існуючому середовищі науки й педагогіки трьох основних елементів економічної ефективності: використання — охорона — відтворення, як такі, що вважатися «позитивними ефектами» для суспільства, змінюючи навколишнє природне середовище в сторону збільшення показників інтегральної економічної оцінки компонентів цієї екосистеми. А, відповідно до «негативних ефектів», такими вченими і педагогами, — відносяться ті зміни, що знижують економічну корисність чинників природного середовища, а отже і їх інтегральну економічну оцінку. Наразі, якщо в процесі природокористування відбуваються якісь, начебто, позитивні (чи менш видимі) зміни в навколишньому природному середовищі — таке природокористування називають раціональним, якщо надто негативні — нераціональним...

Водночас «економічною ефективністю використання» прийнято вважати отримання максимальної кількості високоякісного продукту, особливо на родючих чорноземах, за умови мінімальних витрат на виробництво і економне витрачання самого ресурсу. При цьому, «охороною природних ресурсів і навколишнього середовища» переважно вважається проведення (якщо передбачено з власної волі природокористувачем) попереджувальних і профілактичних заходів у процесі виробництва, здійснення дій з охорони технологічних процесів та заходів із відновлення властивостей і якості ресурсів природи, що були порушені внаслідок господарчої діяльності. Так само й відтворення природних ресурсів означає відновлення обсягів експлуатованих ресурсів та їх запасів, відновлення втрачених властивостей і якості тощо [13].

Разом із тим, в існуючому просторі української дійсності, для публічного супроводження й твердження, начебто «раціонального природокористування» (фактично існуюче нераціонального природокористування не зупинено), в т. ч. в агрофері, й продовжує офіційно характери-

зуватися такими, на перший погляд «обґрунтованими» загальними принципами як вимогами, зокрема:

- принципом оптимальності;
- принципом взаємозалежності суспільства і природи;
- принципом екологізації виробничої діяльності;
- принципом збереження просторової цілісності природничих систем;
- принципом народногосподарського підходу до організації природокористування.

На такій самій основі (постійно) стверджується, що стратегічним напрямом природоохоронної діяльності повинні стати більш повне і комплексне використання природних ресурсів, розробка і запровадження у виробництво маловідходних і безвідходних технологічних процесів, які дають змогу помітно скоротити чи повністю виключити забруднення природного середовища і забезпечити глибшу переробку первинної сировини [13].

Однак реальний стан природокористування і факти вказують на зворотне. Зовсім не прогнозуються наслідки такої «діяльності» — на далеку перспективу.

Тому, досліджуючи сучасну українську політичну, економічну та ідеологічну багатоманітність пошуку шляхів становлення України як суверенної і незалежної, демократичної, соціальної, правової держави, ми раніше зауважили, що питання землі та її природних ресурсів як єдиної конституційної норми права цілісної (спільної) й неподільної власності з можливістю лише «користуватися» нею відповідно до спеціального закону — в межах конкретних земельних ділянок (меж землі) як об'єктів цивільних прав, повинно бути ключовими у такому пошуку. На цій основі ми прийшли 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 системах на українській землі, які виступатимуть методологічною основою, що даватиме відповідні еколого-економічні ефекти.

В іншому разі, очевидними видаються деформованими і незбалансованими ринкові відносини, передусім їхня структура, і слугують причиною того, що складова рентоузгоджувального доходу (прибутку) від природних чинників певним чином «розчиняється» у фінансових потоках. Вважається, що дефіцит національних регулювальних механізмів взаємовпливу загального і конкретного (цілого й одиничного) і, як наслідок, незбалансованість всієї національної системи економічних відносин у країні, зумовили до гіпертрофованого розвитку певних невиробничих 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, що де-юре належить Українському народу.

Саме тому надважливим для сьогодення 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].

Методологічна основа таких еколого-економічних засад вимагала розмежування в розрахунках доходів на частки за: право власності на земельну ділянку; додатково затрачену працю; роль економіко-правового середовища, створюваного державою як монопольної діяльності; природну енер-

гію як головний рентоутворювальний чинник в одержанні прибутків, особливо на користь всього Українського народу.

Доведено, що запропоновані нами механізми функціонуватимуть із позиції взаємної зацікавленості, є взаємно залежними, а самі прибутки (доходи) розчленованими між чотирма основними її учасниками (рис. 2).

Усі визначені чотири види прибутків взаємопов'язані між собою і державою та всіма учасниками, які використовують і споживають землю та її природні ресурси, включаючи природі процеси й інші чинники їх генерування.

Пропонований поділ рентоутворювальних інтересів у прибутках значною мірою розкриває уяву про цілісність і взаємність процесу життєдіяльності та функціонально-господарської приналежності найбільш

вживаних термінів: «землекористування» і «природокористування», з позиції еколого-економічної вигоди, застосовуючи нові механізми земельних рент. Тому ми дещо в спрощеному вигляді ототожнюємо такі терміни і доводимо, що: «здійснюючи землекористування – одночасно здійснюється природокористування» на відповідних умовах – в межах конкретних «земельних ділянок».

При цьому має функціонувати взаємозалежна формула як складова економіко-правового алгоритму, за якою величина (розмір) цінності й вартості конкретної земельної ділянки (межі) як об'єкта цивільних прав, що належить (внаслідок набуття і реалізації – ч. 2 ст. 14 КУ) певному суб'єкту (громадянину, юридичній особі чи державі) права власності і господарювання (ч. 4 ст. 13 КУ), яке (господарювання) від-



Рис. 2. Логічна схема поділу рентоутворювальних інтересів у прибутках

Примітка: розроблено автором [14].

бувається в процесі здійснення природо-користування (ч. 2 ст. 13 КУ), і не може дорівнювати чи перевищувати відповідну величину (розмір) цінності й вартості наявного природного об'єкта (ресурсу), який знаходиться в межах геопростору такої земельної ділянки та належить Українському народу (всім громадянам України).

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

Доведено, що еколого-економічні аспекти стосовно методологічних засад земле-природокористування для застосування методів і способів оцінювання природних ресурсів (природних об'єктів) як науково-практичних передумов природокористування, особливо в агросфері, є невід'ємною гранню нормативно-правових аспектів і цілком узгоджуються між собою, оскільки їхня сутність ґрунтується на засадах тих самих чинних земельних норм КУ і потребує конкретних кроків практичного їх втілення.

Нами доведено, що особливо з моменту прийняття КУ, вимагалось здійснити такі першочергові кроки: провести делімітацію і демаркацію кордону; поіменну реєстрацію всіх громадян України — як засновників держави і як співвласників землі та її природних ресурсів (об'єктів)— основного національного багатства; виконати інвентаризацію та облік усіх природних об'єктів і взяти їх на повноцінний баланс власника (громадян України) — землі всіх категорій, забезпечуючи повноцінне функціонування Національного кадастру природних ресурсів як природних об'єктів, у т. ч. Державного кадастру ґрунтів; моніторингу і контролю...

Для цього мала бути створена відповідна позавідомча Національна земельна установа України як загальнонаціональний

інститут, — на кшталт Національного банку України. Водночас мала функціонувати багатогранна позавідомча Національна геоінформаційна система, в основі якої повинні функціонувати (в автоматичному режимі) кадастрові бази даних із фіксацією природних об'єктів і їхніх економіко-правових, екологічних, функціонально-господарських та інших властивостей, реєстраційні системи (земельних ділянок — меж простору і пов'язаних із ними (ділянками) об'єктів нерухомості (будівлі, споруди) як об'єктів цивільних прав. Обов'язково мали фіксуватися параметри обов'язків і відповідальності та здійснюватися — й інші заходи [15]...

На превеликий жаль, такого фундаментального комплексу заходів як основи трансформації (реформування) земельних відносин і господарського природокористування, а також запровадження механізмів конституційно вмотивованої когнітивної земельної економіки — не здійснено дотепер...

Сподіваючись на перемогу «конституційного земельного прагматизму», ми впевнились, що черговими кроками як надважливим складовими звершення земельної реформи є першорядна ідентифікація й сертифікація всіх природних об'єктів, які мають природно-заповідну, природоохоронну, оздоровчу, рекреаційну, історико-культурну та іншу цінність. Також визначення всіх ділянок, що підлягають залуженню, залісненню та мають ґрунтоводоохоронне значення тощо (понад 5 млн га). При цьому до всіх встановлюються адекватні (безапеляційні) регламенти (вимоги) з подальшого використання [16].

Перелічені категорії природних об'єктів є своєрідними й неповторними — в усіх без винятку природно-кліматичних зонах України, тому їх використання має максимально узгоджуватись із відповідним статусом (національного, регіонального, місцевого значення), для чого набувається право власності (користування) на відповідні земельні ділянки (межі), а саме на:

- нерукотворні природні об'єкти, що мають духовну (чудотворну), цілющу й

життєдайну силу, історичну пам'ять і цінність (джерела, печери, скелі, балки, долини, купелі, парки, байраки, цвинтарі, місця перебування святих, преподобних, героїв тощо) — не можуть використовуватися поза духовним (божественним) призначенням і мають перебувати в безстроковому (переважно в безоплатному) користуванні громад українського християнства та інших нехристиянських громад (етнічних меншин, корінних народів), які постійно проживають на певній території;

- інші природні об'єкти, що мають природно-заповідну, природоохоронну, оздоровчу, рекреаційну, історико-культурну та іншу цінність, не можуть використовуватися поза відповідним цільовим призначенням і повинні перебувати у відповідному безстроковому користуванні (громадян, їхніх об'єднань, юридичних осіб тощо).

Лише після виконання таких першочергових заходів, стосовно окреслених категорій земель, можна вести розмову про формування (реформування) прав суб'єктів права власності на земельні ділянки — на всіх інших категоріях землі (землі сільськогосподарського призначення; землі житлової та громадської забудови; землі лісогосподарського призначення; землі водного фонду; землі промисловості, транспорту, зв'язку, енергетики, оборони та іншого призначення) [16].

Саме тому 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, спожива-

чами продуктів і продукції та активними членами місцевих громад, на території яких розміщуватимуться їхні ділянки (межі).

ВИСНОВКИ

Поглиблений аналіз і синтез методологічної сутності й самого процесу всіх складових еколого-економічних аспектів звернення земельної реформи як конституційно вмотивованого природокористування в сучасній Україні, цілковито підтверджує потребу в застосуванні методів і способів оцінювання природних ресурсів (природних об'єктів) як науково-практичних передумов раціонального природокористування, в т. ч. в агросфері, що узгоджуються із здобутими нами теоретичними знаннями і, які ґрунтуються на чинних земельних нормах КУ і потребують практичного їх втілення.

Еколого-економічні відносини — це відносини, які виникають між конкретними суб'єктами права власності, якими є, з одного боку, — Український народ (всі громадяни України) як абсолютний власник всіх природних ресурсів (об'єктів), а з іншого боку — власник (орендар) земельної ділянки (об'єкта цивільних прав) як «господар» і «користувач» природних ресурсів (об'єктів) чужої власності — тих, що знаходяться в межах даної ділянки (простору) і є — основним національним багатством, що де-юре перебуває під особливою охороною держави. Таке обґрунтоване твердження стало аксіомою, адже в кожному конкретному господарському процесі природокористування повинен виступати, з одного боку, — відповідальний «користувач» природних ресурсів як природних об'єктів права власності, а з іншого — їхній «власник» (Український народ). Тому, за таких передумов, і лише на такій конституційно декларованій основі «земельної власності» виникає не тільки право, але й дієвий обов'язок здійснювати відповідальне раціональне природокористування, відновлюючи й охороняючи екосистеми, а також екологізацію виробництва і господарської діяльності — стосовно всіх категорій землі та її ресурсів.

Оскільки, відповідно до КУ, власність Українського народу на землю та її природні ресурси зобов'язує і не повинна використовуватися на шкоду людині і суспільству, надважливо передусім, ідентифікувати й сертифікувати всі природні об'єкти, які мають природно-заповідну, природоохоронну, оздоровчу, рекреаційну, історико-культурну та іншу цінність. Також необхідно на законодавчій основі визначити всі ділянки, що підлягають залуженню, залісненню та мають ґрунтоводоохоронне значення тощо і встановити до всіх таких об'єктів адекватні (безпеліційні)

регламенти (вимоги) з подальшого їх використання. Лише після методологічного і практичного виконання таких невідкладних заходів, стосовно окреслених категорій земель, можна вести розмову про формування (реформування) прав суб'єктів права власності на земельні ділянки — на всіх інших категоріях землі (землі сільськогосподарського призначення; землі житлової та громадської забудови; землі лісогосподарського призначення; землі водного фонду; землі промисловості, транспорту, зв'язку, енергетики, оборони та іншого призначення) — у визначеному порядку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Конституція України. *Відомості Верховної Ради України*. 1996. № 30.
2. Ковалів О.І. Головна неврегульована в Україні передумова погіршення якісного стану природних об'єктів. *Збалансоване природокористування*. 2020. № 4. С. 5–16.
3. Ковалів О.І. Звершення земельної реформи в Україні: нова парадигма: моногр. Київ: ДІА, 2016. 416 с.
4. 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.
5. Будзак В.М., Будзак О.С. Пріоритети розвитку рента політики в сільському господарстві. *Економіка АПК*. 2009. № 4. С. 12–16.
6. Кене Ф. Избранные экономические произведения. Москва: Соэгиз, 1960. 551 с.
7. Подолінський С. Людська праця і єдність сили (з додатками). *Вибрані твори*. 1990. С. 151–189.
8. Руденко М. Енергія прогресу. Нариси з фізичної економії. Київ: Молодь, 1998. 528. с.
9. Шевчук В.О. Абсолютні блага і ринок: виміри достатності теоретичної економії. *Економіка АПК*. 2009. № 3. С. 103.
10. Ковалів О.І. «Когнітивна земельна економіка» — основний ключ до звершення земельної реформи в Україні як нової парадигми. *Ефективна економіка*. 2021. № 6. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/6_2021/10.pdf.
11. Реймерс Н.Ф. Экология: теории, законы, правила, принципы и гипотезы. Москва, 1994. 366 с.
12. 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.
13. Войтків П., Іванов Є. Збалансоване природокористування: навч.-метод. посіб. Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2021. 182 с.
14. Ковалів О.І. Особливості земельних відносин та природокористування в інтересах Українського народу. *Ефективна економіка*. 2015. № 8. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=4251>.
15. Ковалів О.І. Основні засади емерджентності системи проявлення прав власності Українського народу на землю та її природні ресурси. *Агро-екологічний журнал*. 2022. № 1. С. 46–57.
16. Ковалів О.І. Особливі передумови подальшого розвитку ринкових земельних відносин в агроландшафтах України. *Збалансоване природокористування*. 2019. № 2. С. 164–172.

REFERENCES

1. Konstytucja Ukrainy [The Constitution of Ukraine]. (1996). *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy — Information from the Verkhovna Rada of Ukraine*, 30 [in Ukrainian].
2. Kovaliv, O. (2020). Gholovna nevrehuljovana v Ukraini przedumova poghirshennja jakisnogho stanu pryrodnykh ob'ektiv [Thermain unregulated in Ukraine prerequisite for the deterioration of the quality of natural objects]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia — Balanced nature management*, 4, 5–16 [in Ukrainian].
3. Kovaliv, O. (2016). *Zvershennia zemel'noi reformy v Ukraini: nova paradyhma [Completion of land reform in Ukraine: a new paradigm]*. Kyiv [in Ukrainian].
4. Kovaliv, O.I. (2019). Sutnist konstytutsiynoyi formuly zakhystu prav usikh sub'yektiv prava vlasnosti i hospodaryuvannya v protsesi korystuvannya pryrodnymy ob'yektny chuzhoi 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 pryrodokoryst-*

- tuvannia — Balanced Nature Management, 4, 87–100* [in Ukrainian].
5. Budzjak, V.M. & Budzjak, O.S. (2009). Prioritytety rozvytku rentnoji polityky v siljskomu ghospodarstvi [Priorities of rent policy development in agriculture]. *Ekonomika APK — Ekonomika APK, 4, 12–16* [in Ukrainian].
 6. Kene, F. (1960). *Yzbrannyye ekonomycheskyye proyzedvenyya [Selected economic writings]*. Moscow [in Russian].
 7. Podolynskyy, S. (1990). Ljudsjka pracja i jednistj syly (z dodatkamj) [Human work and unity of power (with appendices)]. *Vybrani tvory — Selected works, 151–189* [in Ukrainian].
 8. Rudenko, M. (1998). *Energhijaproghresu. Narysy z fizychnojekonomiji [The energy of progress. Essays on physical economy]*. Kyiv [in Ukrainian].
 9. Shevchuk, V.O. (2009). Absoljutni blagha i rynek: vymiry dostatnosti teoretychnoji ekonomiji [Absolute goods and the market: measurements of the sufficiency of theoretical economy]. *Ekonomika APK — Ekonomika APK, 3, 103* [in Ukrainian].
 10. Kovaliv, O.I. (2021). «Kognityv na zemeljna ekonomika» — osnovnyj ključ do zvershennja zemelnoji reformy v Ukrajinі 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].
 11. Rejmers, N.F. (1994). *Ekologhyja: teoryy, zakony, pravyla, pryncypy y ghypotezy [Ecology: theories, laws, rules, principles and hypotheses]*. Moskva [in Russian].
 12. Kovaliv, O.I. (2023). Syntez pravovykh aspektiv jak metodologichnykh zasad zemlepryrodokorystuvannja, shho gruntujutsja na chynnykh zemeljnykh normakh Konstytuciji Ukrajinj [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* [in Ukrainian].
 13. Vojtkiv, P. & Ivanov, J. (2021). *Zbalansovane pryrodokorystuvannja [Balanced nature use]*. Lviv [in Ukrainian].
 14. Kovaliv, O.I. (2015). Osoblyvosti zemeljnykh 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.I. (2022). Osnovni zasady emerdzhentnosti systemy projavlennja prav vlasnosti Ukrajinjskogho narodu na zemlju ta ji pryrodni resursy [The main principles of the emergence of the system of manifestation of the ownership rights of the Ukrainian people to the land and its natural resources]. *Aghroekologichnyj zhurnal — Agroecological journal, 1, 46–57* [in Ukrainian].
 16. Kovaliv, O.I. (2019). Osoblyvi peredumovy podalshogho rozvytku rynkovykh zemeljnykh vidnosyn v aghrolandshaftakh Ukrajinj [Special prerequisites for further development of market land relations in agricultural landscapes of Ukraine]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannja — Balanced Nature Management, 2, 164–172* [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 31.03.2023

ФУНКЦІЇ МЕРТВОЇ ДЕРЕВИНИ У КОНТЕКСТІ ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ ЛІСІВ

О.Ю. Чорнобров, І.В. Соломаха, В.А. Соломаха

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

e-mail: oleksandr.chornobrov@ukr.net; ORCID: 0000-0001-8251-1573

e-mail: i_solo@ukr.net; ORCID: 0000-0001-8853-2973

e-mail: v.sol@ukr.net; ORCID: 0000-0003-3975-5366

У статті проаналізовано функції та роль мертвої деревини у контексті екосистемних послуг лісів. Дослідження проведено шляхом аналітичного огляду літературних джерел. Запропоновано класифікацію функцій мертвої деревини, згідно з якою виділено такі основні групи: підтримувальні, середовищевірні, захисні, ресурсні та інформаційні. Підтримувальні — функції, що пов'язані з основними екосистемними процесами. До них належать участь у біологічному колообігу речовин та енергії, накопичення поживних речовин та води, депонування вуглецю, регулювання екосистемних процесів, участь у ґрунтовірних процесах. Середовищевірні функції відмерлої деревини полягають у забезпеченні середовищ існування (габітатів) для видів флори та фауни, формуванні субстрату й сприятливого середовища для розвитку, збереженні біорізноманіття лісових екосистем. Захисні — функції, спрямовані на охорону й збереження певних компонентів та процесів екосистеми. До них належать стокорегулювальна, ґрунтозахисна, протиерозійна та водоохоронна функції. Ресурсні функції відмерлої деревини — це забезпечення природними ресурсами, які використовуються для потреб людини, зокрема у промисловості, будівництві, інших галузях виробництва, а також як паливо та джерело енергії. Інформаційні функції мертвої деревини полягають у забезпеченні можливості для пізнавального розвитку, які реалізуються в отриманні людиною наукової та освітньої, культурної й мистецької, духовної, історичної інформації. Запропонована класифікація є умовною, оскільки поділ на групи функцій здійснено на базі основних функцій лісових екосистем загалом. Екологічні та природоохоронні функції мертвої деревини є взаємопов'язаними, впливаючи одна на одну, виконують іншу нову функцію. В умовах глобальних екологічних викликів сьогодення й усвідомлення значення мертвої деревини як важливого компонента лісових екосистем перспективними нині вважаємо дослідження середовищевірних та інформаційних функцій мертвої деревини. Водночас, враховуючи сучасний тренд переходу на відтворювальні джерела енергії, значення ресурсних функцій мертвої деревини та її ролі у депонуванні вуглецю буде не менш актуальним. Забезпечення балансу в отриманні екосистемних послуг мертвої деревини є важливим аспектом сталого розвитку.

Ключові слова: *деревний детрит, лісова екосистема, екологічні процеси, класифікація, збалансований розвиток.*

ВСТУП

Відмерла деревина є ключовим компонентом лісових екосистем, що забезпечує виконання низки важливих процесів і функцій [1–6]. Однак упродовж століть лісівники вилучали сухостійні та повалені дерева як необхідний захід «належного ведення лісового господарства» [7]. Усвідомлення важливої ролі мертвої деревини у лісових екосистемах відбулося порівняно нещодавно. Перші дослідження відмерлої деревини та її функцій у лісових екосисте-

мах були проведені у Північній Америці у першій половині XX ст. авторами Graham (1925), Savely (1939), Kimmey та Furniss (1943), які вперше виявили її важливе значення для існування дикої природи [4; 8]. Дещо пізніше автор Elton (1966) описав роль мертвої деревини як важливого елемента оселищ для низки видів живих організмів [4]. Починаючи з другої половини 1960 рр. лісівниками та науковцями було проведено низку досліджень щодо функцій грубого деревного детриту у лісових екосистемах. Автори [9] висвітлили значення

поваленої мертвої деревини як субстрату для розвитку грибів. Інші дослідники у низці робіт, зокрема у [10] показали, що певні види грибів, які пов'язані з мертвою деревиною, є важливим джерелом їжі для низки видів хребетних та безхребетних. Автори встановили, що деревний детрит, що розкладається, відіграє важливу роль у колообігу поживних речовин [11].

До нашого часу науковцями різних країн було здійснено значну кількість досліджень, що присвячені особливостям формування, деструкції й накопичення деревного детриту, комплексному вивченню його природоохоронних та екологічних функцій. У міру накопичення людством знань про мертвою деревини виявляються її нові функції, які вона виконує як складова природних екосистем.

Метою роботи є вивчення функцій мертвої деревини у контексті екосистемних послуг лісів.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Дослідженнями наукової проблеми функцій мертвої деревини займалися низка вчених. Так, М. Хармон та ін. [1] у дослідженні визначили такі основні групи функцій відмерлої деревини у природних екосистемах: формування оселищ для видів флори і фауни, участь у процесах колообігу поживних речовин та депонуванні вуглецю, вплив на геоморфологічні процеси. Інший автор [2] у своїй науковій праці зазначає, що екологічне значення деревного детриту полягає у таких основних функціях: 1) підтриманні продуктивності лісових насаджень; 2) забезпеченні природних оселищ та збереженні біорізноманіття; 3) ролі у геоморфологічних процесах; 4) депонуванні вуглецю. У роботі [4] автори виділяють такі основні групи функцій мертвої деревини у лісових екосистемах: біотопічні, як субстрат та джерело поживних речовин. Важливість мертвої деревини визначається тим, що вона сприяє підвищенню продуктивності лісів, є показником біорізноманіття та «природності» лісових екосистем, а також

впливає на гідролого-геоморфологічні процеси.

В Україні в наукових публікаціях [12–14] деревний детрит розглядається передусім як важливий компонент у загальній біомасі лісових насаджень у контексті депонування вуглецю та дослідження продуктивності лісів. Натомість питання біотопічних функцій мертвої деревини у лісових екосистемах недостатнього розкрито. Дослідженнями щодо формування мертвою деревиною субстрату та середовища існування для низки видів живих організмів займалися О. Прядко та ін. [15], А. Савицька [16], М. Чумак [17], а також частково М. Голяка та ін. [18]. Автором у роботі [19] показано багатогранну роль та охарактеризовано основні функції мертвої деревини у букових пралісах Карпат.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження функцій мертвої деревини здійснювалося методами аналізу і синтезу на основі інформації, отриманої з літературних джерел та Інтернет-ресурсів. Під час дослідження за основу використано загальноприйнятну класифікацію екосистемних послуг, запропоновану у звіті «Millennium Ecosystem Assessment», підготовленому під егідою ООН [20].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Нами було запропоновано такі основні групи функції мертвої деревини (*рис.*):

- *підтримувальні* — функції, що пов'язані з основними екосистемними процесами;
- *середовищевірні* — забезпечення середовища існування (габітатів) та субстрату для видів дикої флори та фауни;
- *захисні* — функції, спрямовані на охорону та збереження певних компонентів та процесів екосистеми;
- *ресурсні* — забезпечення деревини та інших природних ресурсів, які використовуються для потреб людини;
- *інформаційні* — забезпечення можливості для пізнавального розвитку.



Схема функцій мертвої деревини у контексті екосистемних послуг лісів

Функції підтримання екосистем. Мертва деревина відіграє важливу роль у біологічному колообігу речовин, енергії та депонуванні вуглецю, є джерелом поживних речовин. Накопичення та розкладання органічної речовини у ґрунті та на його поверхні тісно пов'язано з колообігом поживних речовин. Біологічний колообіг речовин – це складний багатоланковий процес надходження у рослину речовин та енергії з навколишнього простору (ґрунт, атмосфера), біохімічний синтез речовин у рослині з частковим їх закріпленням у ній на певний строк та повернення цих речовин у навколишнє середовище [1; 2; 4; 21].

Мертва деревина є головним джерелом поживних речовин у лісовій екосистемі, вивільнення яких відбувається повільно. Відмерла деревина, зазнаючи деструкції, потрапляє у лісову підстилку та бере важливу роль у ґрунотвірних процесах. Деревний детрит є постійним джерелом надходження до лісових ґрунтів трансформованих органічних сполук, які визначають рівень його трофності. Розкладена мертва деревина

сприяє поліпшенню механічної структури лісових ґрунтів. Деревний детрит є також важливим джерелом вологи, особливо протягом посушливих періодів [1–3; 15].

Середовищеві функції. Аналіз низки наукових публікацій засвідчив, що значна кількість видів флори і фауни пов'язана з мертвою деревиною, яка забезпечує їм середовище існування [1–4; 22; 23]. Мертва деревина є субстратом та середовищем існування для низки видів живих організмів, зокрема лишайників, мохів, грибів, безхребетних, а також дрібних птахів та ссавців [1; 15; 16; 22]. За даними [24], наразі загалом вважається, що близько 25% видів лісового біорізноманіття є залежними від мертвої деревини, що розкладається. Подібні дані наводять також інші дослідники для умов Скандинавії [25; 26]. За даними низки авторів, зокрема [1; 3; 22; 27] для сапроксільних організмів мертві та відмираючі дерева і їх частини є ключовими елементами їхньої життєдіяльності.

Вченими також доведена важливість видового складу деревного детриту у фор-

муванні середовищ існування та субстратів низки залежних від нього видів [22]. За даними авторів [27] в умовах Скандинавії найбільша кількість серед досліджуваних рідкісних видів безхребетних, залежних від мертвої деревини, використовує у своїй життєдіяльності винятково деревний детрит видів роду дуб (*Quercus* L.). Науковцями також було встановлено, що різні види живих організмів є залежними від мертвої деревини різних деревних порід [27]; лише 10% видів у своїй життєдіяльності використовують деревний детрит як хвойних, так і широколистяних порід [26].

У дослідженні [17] автор встановив, що видове багатство та динамічна щільність сапроксилобіонтних твердокрилих прямо корелюють з об'ємами мертвої деревини в букових пралісах Угольського масиву Карпатського біосферного заповідника. У науковій праці [18] показано важливість компонентів мортмаси берези повислої у формуванні мікросередовищ існування для 95 видів грибів із 62 родів в умовах Українського Полісся. Авторами М. Чернявським та ін. у роботі [28] показано, що мертва деревина відіграє роль комплексу мікросередовищ існування грибів у букових пралісах Карпат. За даними досліджень для окремих видів деревний детрит слугує джерелом їжі, може використовуватись як місце для гніздування та висиджування потомства, а також укриття [15; 29–32].

За рахунок використання мертвої деревини відбувається формування генетичного й видового різноманіття живих організмів, наявності сталих взаємозв'язків між ними, створення певних міжвидових угруповань на усталених типах природних оселищ [6]. Згідно з даними наукових досліджень, відмерлі повалені дерева є сприятливим середовищем для природного поновлення мохоподібних, папоротеподібних та трав'янистих рослин [1; 3; 6; 29; 32]. Деревний детрит є також первинним місцем оселення грибів, а також важливим середовищем для проростання насіння деревних порід [4; 33]. На мертвій деревині сіянці забезпечені більш сприятливими умовами

температури та вологості, завдяки чому мають перевагу над конкуруючими рослинами. Тому мертва деревина є важливим субстратом для природного поновлення деревних видів, особливо в прохолодному кліматі та суворих умовах бореальних та гірських лісів [4].

Придатність поваленої мертвої деревини для природного поновлення рослин залежить від її якісних характеристик, передусім, класу деструкції, що тісно пов'язаний з іншими чинниками (волога, вміст поживних речовин). Як правило, більш придатною для поновлення рослин є мертва деревина, що зазнала значного розкладу порівняно з нещодавно відмерлою [4]. Автором у роботі [16] показано важливість мертвої деревини як субстрату для розвитку мохоподібних у ялинових і ялиново-букових лісах Передкарпаття і Горган.

Враховуючи важливі середовищеві функції нині відмерла деревина є важливим показником біорізноманіття лісових екосистем [4; 22; 34].

Захисні функції. Кількісні та якісні показники грубого деревного детриту, зокрема породний склад, розміри, клас деструкції, мають значний вплив на геоморфологічні процеси та гідрологічний режим лісових екосистем [1; 4]. Повалена мертва деревина та лісова підстилка знижують фізичне випаровування води з ґрунту, помітно зменшують поверхневий стік — переводять його у внутрішньогрунтовий [21]. Важливою особливістю цього є те, що лісова підстилка може поглинути у 5–6 разів більше води, ніж її маса. Крім того, поверхневий стік у лісі послаблюється мікронерівностями рельєфу, що формуються завдяки поваленій відмерлій деревині. Переведення поверхневого стоку у внутрішньогрунтовий має велике водорегульовальне значення [6; 21]. Регуляція гідрологічного режиму місцевості позитивно впливає на накопичення води у водоймах і її підземних запасах, стабілізацію рівня води для запобігання повеней. Мертва деревина у складі лісової підстилки сприяє фільтрації поверхневого стоку, що має важливе водозахисне значення [6]. На схилах

повалена мертва деревина забезпечує стійкість ґрунтового покриву та самого схилу. Вона запобігає або істотно сповільнює ерозію ґрунту та загалом зменшує поверхневий стік. Мертва деревина також є бар'єром під час каменепаду та снігових лавин у гірській місцевості [1; 2].

Ресурсні функції. Відмерла деревина, передусім стовбури та грубі гілки дерев, а також кора і хмиз використовуються людиною як паливо та сировина у різних галузях промисловості [6]. Паливо, отримане з деревини, є потенційно відновлювальним та вуглецево-нейтральним джерелом енергії. За даними ФАО, у 2019 р. майже третина населення планети (2,6 млрд чол.) використовувала традиційні види палива, передусім деревину і деревне вугілля, для приготування їжі в домашніх умовах [35]. За даними Держлісагентства України, у 2022 р. у порядку проведення заходів із поліпшення санітарного стану лісів заготовлено 6,1 млн м³ дров'яної деревини [36]. Значна частина такої деревини отримується з мертвої деревини, оскільки зазначеними заходами передбачене вилучення з насаджень відмерлих сухостійних та повалених дерев. В Україні дров'яна деревина використовується як паливо у побутових пристроях для спалювання деревини і систем центрального опалення (дров'яна деревина непромислового використання) та промислового використання у виробництві теплової та електроенергії, трісок, стружок, піролізу, гідролізу, деревних плит (дров'яна деревина для промислового використання).

Добрива, отримані з подрібнених решток деревини, використовують для потреб сільського господарства завдяки чому отримують покращені врожаї та озеленення [6]. Кору, пеньки та гілки відмерлих деревних рослин застосовують у декоративних цілях для дизайну, в озелененні населених місць. Частина відмерлих деревних рослин використовуються для виготовлення сувенірної продукції.

Інформаційні функції. Наукова та освітня інформація — наявність мертвої деревини як складової лісових екосистем

створює можливості для досліджень природних процесів, біоти, моніторингу змін навколишнього середовища [6; 20]. Відмерла деревина сприяє створенню умов для екологічної освіти й виховання, а саме за рахунок зорового, тактильного та інших сенсорних контактів з об'єктами природи.

Культурна та мистецька інформація — відмерла деревина — складова лісу може використовуватись як джерело натхнення, для створення мистецьких творів (картин, фотографій, фольклору тощо), що стають надбанням культури.

Духовна та історична інформація — відмерла деревина сприяє формуванню відчуття спорідненості людини з природними процесами, почутті наступності та історичності, духовності й душевної рівноваги [6].

Оскільки вважається, що естетична оцінка впливає на сприйняття природного середовища, важливим є розуміння, як саме мертва деревина впливає на естетичне враження відвідувачів лісу. Зазначене питання вивчали дослідники у роботі [37] у міських лісах у Гельсінкі, Фінляндія. Загалом ділянки лісу з наявністю нещодавно відмерлої поваленої деревини вважалися більш естетично привабливими, ніж ділянки з деревиною, яка відмерла давно або була відсутня. Крім того, респонденти також визнали, що повалена груба мертва деревина є природними елементом міських лісів загалом. Тому дослідники рекомендують залишати відмерлі повалені дерева в міських лісах у місцях, де вони не заважають рекреаційному використанню, наприклад слугують бар'єрами вздовж велосипедних і пішохідних доріжок.

Згідно з результатами іншого дослідження [38], проведеними науковцями в Українських Карпатах, більшість опитаних респондентів вважали, що повалена мертва деревина є важливим компонентом лісу, але загалом вони віддають перевагу лісам, в яких проводяться лісгосподарські заходи та відсутня відмерла деревина. На думку респондентів, найважливішим позитивним ефектом мертвої деревини є

її участь у процесах природної динаміки деревостанів, тоді як найважливішим негативним ефектом — підвищення ризику появи комах і хвороб [38].

У науковій праці [39], дослідники поставили за мету встановити, чи дійсно сухостій у лісах сприймається людьми негативно та чи впливають на сприйняття респондентів соціально-демографічні характеристики в умовах Італії. Було встановлено, що для більшості респондентів сухостійні дерева та повалена мертва деревина мають негативний естетичний вплив на ландшафт (52,2% і 42,9%), тоді як лише для 7,5% й 23,0% респондентів зазначені типи мертвої деревини мають позитивний вплив. Також було встановлено, що мертва деревина (сухостій і лежача) у лісах у середньому більше цінується чоловіками (аніж жінками), молоддю (аніж людьми похилого віку) [39].

Результати зазначених та інших подібних досліджень є важливими під час обґрунтування та формування стратегій лісової й екологічної політики, зокрема і щодо ведення лісового господарства на засадах збалансованого розвитку на регіональному та національному рівнях.

ВИСНОВКИ

Отже, досліджено основні функції мертвої деревини у контексті екосистемних послуг лісів (підтримувальні, середовищеві, захисні, ресурсні та інформаційні). Запропонована класифікація є умовною, оскільки поділ на групи функцій здійснено на базі основних функцій лісових екосистем.

Екологічні і природоохоронні функції мертвої деревини є взаємопов'язаними, впливаючи одна на одну, виконують інші нові функції. В умовах глобальних екологічних викликів сьогодення та усвідомлення значення мертвої деревини як важливого компонента лісових екосистем перспективними нині вважаємо дослідження середовищеві та інформаційних функцій мертвої деревини. Водночас, враховуючи сучасний тренд переходу на відновлювальні джерела енергії, значення ресурсних функцій мертвої деревини та її ролі у депонуванні вуглецю буде не менш актуальним. Забезпечення балансу в отриманні екосистемних послуг мертвої деревини є важливим аспектом сталого розвитку.

ЛІТЕРАТУРА

1. 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).
2. 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.
3. Radu S. The ecological role of deadwood in natural forests. *Nature Conservation: Concept and Practice* / D. Gafta, J. Akeroyd (Eds.). Springer, Berlin, 2007. P. 137–141.
4. 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>.
5. Білоус А.М. Методика дослідження мортмаси лісів. *Біоресурси і природокористування*. 2014. Т. 6. № 3–4. С. 134–145.
6. Соломаха І.В., Соломаха В.А., Тимочко І.Я., Чорнобров О.Ю. Еколого-економічні функції захисних лісових насаджень у наданні екосистемних послуг (методичні рекомендації) / за ред. О.І. Фурдичка. Київ, 2020. 31 с.
7. Lombardi F. and Bostjan M. Dead wood as a driver of forest functions. *Italian Journal of Agronomy*. 2016. Vol. 11 (s1). P. 24–26.
8. Thomas J.W. Dead Wood: From Forester's Bane to Environmental Boom. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-181. 2002.
9. Ausmus B.S., Dodson G.J. and Todd D.J. Microbial–invertebrate interactions: The mechanism of wood decomposition. *Ecological Society of America Bulletin*. 1975. Vol. 56 (2). 42 p.
10. Miller H.A. and Halls L.K. Fleshy fungi commonly eaten by southern wildlife. USDA Forest Service Res. Paper SO-49. New Orleans, LA: Southern Forest Experimental Station, 1969. 28 p.
11. Fogel R. and Cromack K. Effect of habitat and substrate quality on Douglas-fir litter decomposition on Western Oregon. *Canadian Journal Botany*. 1977. Vol. 55 (12). P. 1632–1640.
12. Лакида П.І., Білоус А.М., Васишин Р.Д., Марччук І.Я. Біопродуктивність та енергетичний потенціал м'яколистяних деревостанів

- Українського Полісся: моногр. Корсунь-Шевченківський: ФОП В.М. Гавришенко, 2012. 454 с.
13. Пастернак В.П. Біопродуктивність лісів Північного Сходу України в контексті змін клімату: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.03.02, 06.03.03. Київ, 2011. 41 с.
 14. Пастернак В.П., Яроцький В.Ю. Оцінювання запасів і динаміка вуглецю у лісах Північного Сходу України. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2013. Вип. 23.6. С. 57–62.
 15. Прядко О.І., Чорнобров О.Ю., Дацюк В.В. та ін. До біорізноманіття дубово-ясеневих лісів долини р. Віта та його ролі у розкладанні відмерлої деревини на території НПП «Голосіївський». *Функціонування природоохоронних територій в сучасних умовах*: матер. Міжнар. наук.-практ. конф. з нагоди 30-річчя Національного природного парку «Синевир» (Синевир, 18–20 верес. 2019 р.). Синевир, 2019. С. 77–82.
 16. Савицька А.Г. Відмерла деревина як субстрат для розвитку мохоподібних лісових угруповань. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2014. № 25 (9). С. 172–177.
 17. Чумак М. Сапроксилобійні твердокрилі (*Coleoptera*, *Insecta*) і мертва деревина в буковому пралісі Угольського масиву Карпатського біосферного заповідника. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Сер.: Біологічні науки*. 2016. № 12. С. 93–108. DOI: <https://doi.org/10.29038/2617-4723-2016-337-12-93-98>.
 18. Голяка М.А. та ін. Видовий склад мікобіоти компонентів мортмаси *Betula pendula* Roth українського Полісся. *Мікробіологічний журнал*. 2017. Т. 79. № 3. С. 84–97.
 19. Іжик Г.В. Роль і функції відмерлої деревини у букових пралісах. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2013. Вип. 23.9. С. 352–357.
 20. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis. Washington: Island Press, 2005. 155 p.
 21. Свириденко В.Є., Бабіч О.Г., Киричок Л.С. Лісівництво: підруч. / за ред. В.Є. Свириденка. Київ: Арістей, 2005. 544 с.
 22. Humphrey J.W., Ylisirniö A.L., Lemperiere G. et al. Deadwood as an indicator of biodiversity in European forests: from theory to operational guidance. *EFI — Proceedings*. 2004. Vol. 51. P. 193–206.
 23. Чорнобров О.Ю. Особливості формування та екологічне значення деревного детриту у лісових екосистемах Лісостепу України: автореф. дис.... канд. с.-г. наук: спец.: 03.00.16 «Екологія». Київ, 2021. 30 с.
 24. Schuck A., Meyer P., Menke N. et al. Forest biodiversity indicator: dead wood — a proposed approach towards operationalising the MCPFE indicator. *EFI — Proceedings*. 2004. Vol. 51. P. 49–77.
 25. Siitonen J. Forest management, coarse woody debris and saproxylic organisms: Fennoscandian boreal forests as an example. *Ecological Bulletin*. 2001. Vol. 49. P. 11–42.
 26. Stokland J.N., Tomter S.M. and Soderberg U. Development of Dead Wood Indicators for Biodiversity Monitoring: Experiences from Scandinavia. *EFI — Proceedings*. 2004. P. 207–228.
 27. Jonsell M., Weslien J. and Ehnstrom B. Substrate requirements of red-listed saproxylic invertebrates in Sweden. *Biodiversity and Conservation*. 1998. Vol. 7. P. 749–764.
 28. Чернявський М., Іжик Г. Відмерла деревина у букових пралісах як комплекс мікросередовищ існування грибів. *Вісник Львівського університету. Сер.: Географічна*. 2014. Вип. 45. С. 144–149. DOI: <https://doi.org/10.30970/vgg.2014.45.1159>. URL: http://old.geography.lnu.edu.ua/Publik/Period/vsn/45/PDF/16.Chernavskui_Ishuk.pdf (дата звернення: 02.02.2020).
 29. Franklin J.F., Shugart H.H. and Harmon M.E. Tree death as an ecological process. *BioScience*. 1987. Vol. 37. No 8. P. 550–556.
 30. Карпук А.І., Кравець П.В., Розвод С.В. та ін. Методичні рекомендації з удосконалення системи ведення лісового господарства на основі запровадження лісової сертифікації. Київ: ЦП «КОМПРИНТ», 2012. 30 с.
 31. Debeljak M. Coarse woody debris in virgin and managed forest. *Ecological Indicators*. 2006. Vol. 6. P. 733–742.
 32. Szewczyk J. and Szwagrzyk J. Tree regeneration on rotten wood and on soil in old growth stand. *Vegetatio*. 1991. Vol. 122. № 1. P. 37–46.
 33. 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.
 34. Rondeux J. and Sanchez C. Review of indicators and field methods for monitoring biodiversity within national forest inventories. Core variable: Deadwood. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2009. Vol. 164. No 1–4. P. 617–630.
 35. The State of World Forests 2022. Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cb9360en>.
 36. Захист лісів від шкідників і хвороб за 2022 рік. Державне агентство лісових ресурсів України. URL: <https://forest.gov.ua/napryamki-diyalnosti/lisove-gospodarstvo/ohorona-i-zahist-lisiv/zahist-lisiv-vid-shkidnikov-ta-hvorob>.
 37. Hauru K., Koskinena S., Kotzea D. and Lehvältab S. The effects of decaying logs on the aesthetic experience and acceptability of urban forests — Implications for forest management. *Landscape and Urban Planning*. 2014. Vol. 123. P. 114–123. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.12.014>.
 38. Pelyukh O., Paletto A. and Zahvoyska L. People's attitudes towards deadwood in forest: evidence from the Ukrainian Carpathians. *Journal of Forest Science*. 2019. Vol. 65 (5). P. 171–182. DOI: <https://doi.org/10.17221/144/2018-JFS>.
 39. Paletto A., Becagli C. and De Meo I. Aesthetic preferences for deadwood in forest landscape: A case study in Italy. *Journal of Environmental Management*. 2022. Vol. 311. 114829. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114829>.

REFERENCES

- 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].
- Stevens, V. (1997). 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., Work. 30: 26 [in English].
- Radu, S., Gafta D. & Akeroyd, J. (Eds.) (2007). The ecological role of deadwood in natural forests. *Nature Conservation: Concept and Practice*. (pp. 137–141). Berlin: Springer [in English].
- Merganicova, K., Merganic, J., Svoboda, M., Blanco, J. & Lo, Y. (Eds.). (2012). Deadwood in Forest Ecosystems. *Forest Ecosystems — More than Just Trees*. (pp. 81–108). IntechOpen. DOI: <https://doi.org/10.5772/31003>. URL: <https://www.intechopen.com/books/forest-ecosystems-more-than-just-trees/deadwood> [in English].
- Bilous, A.M. (2014). Metodyka doslidzhennia mortmasy lisiv [Methodology of the research mortmass of forest]. *Bioresursy i pryrodokorystuvannia — Biological Resources and Nature Management*, 6, 3–4, 134–145 [in Ukrainian].
- Solomakha, I.V., Solomakha, V.A., Tymochko, I.Ya., Chornobrov, O.Yu. & Furdychko, O.I. (Ed.). (2020). *Ekoloho-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].
- Lombardi, F. & Bostjan, M. (2016). Dead wood as a driver of forest functions. *Italian Journal of Agronomy*, 11 (s1), 24–26 [in English].
- Thomas, J.W. (2002). Dead Wood: From Forester's Bane to Environmental Boom. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-181. 9 p. [in English].
- Ausmus, B.S., Dodson, G.J. & Todd, D.J. (1975). Microbial-invertebrate interactions: The mechanism of wood decomposition. *Ecological Society of America Bulletin*, 56 (2), 42 [in English].
- Miller, H.A. & Halls, L.K. (1969). Fleishy fungi commonly eaten by southern wildlife. USDA Forest Service Res. Paper SO-49. New Orleans, LA: Southern Forest Experimental Station. 28 p. [in English].
- Fogel, R. & Cromack, K. (1977). Effect of habitat and substrate quality on Douglas-fir litter decomposition on Western Oregon. *Canadian Journal Botany*, 55 (12), 1632–1640 [in English].
- Lakyda, P.I., Bilous, A.M., Vasylyshyn, R.D. & Makarchuk, I.Ya. (2012). *Bioproduktyvnist ta enerhetichniy potentsial miakolystianykh derevostaniv Ukrain-skoho Polissia [Bioproductivity and energy potential of softwood stands of Ukrainian Polissya]*. Korsun-Shevchenkivskiy [in Ukrainian].
- Pasternak, V.P. (2011). Bioproduktyvnist lisiv pivnichnoho skhodu Ukrainy v konteksti zmin klimatu [Bioproductivity of forests of northeastern Ukraine in the context of climate change]. *Extended abstract of Doctor's thesis*. Kyiv [in Ukrainian].
- Pasternak, V.P. & Yarotskiy, V.Yu. (2013). Otsiniuvannia zapasiv i dynamika vuhletsiu u lisakh Pivnichnoho skhodu Ukrainy [Carbon stock and dynamic assessment in the forests of North-East of Ukraine]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy — Scientific Bulletin of UNFU*, 23.6, 57–62 [in Ukrainian].
- Priadko, O.I., Chornobrov, O.Yu., Datsiuk, V.V. et al. (2019). Do bioriznomannittia dubovo-yaseneyvykh lisiv dolyny r. Vita ta yoho roli u rozkladanni vidmerloi derevyny na terytorii NPP «Holosiiivskiy» [Concerning biodiversity of oak-ash forests in Vita River valley and its role in decomposition of dead wood in «Holosiiivskiy» NNP]. *Funktsionuvannya pryrodookhoronykh terytoriy v suchasnykh umovakh: materialy Mizhnarodna nauково-praktychna konferentsiya z nakhody 30-richchya Natsional'noho pryrodnoho parku «Synevyr» [Functioning of protected areas in modern conditions: materials of the international scientific and practical conference on the occasion of the 30th anniversary of the Synevyr National Nature Park]*. (pp. 77–82). Synevyr [in Ukrainian].
- Savytska, A.H. (2014). Vidmerla derevyna yak substrat dlia rozvytku mokhopodibnykh lisovykh uhrupovan [Dead Wood as a Substrate for Mosses in Forest Communities]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy — Scientific Bulletin of UNFU*, 25 (9), 172–177 [in Ukrainian].
- Chumak, M. (2016). Saprosylobiontni tverdokryli (*Coleoptera, Insecta*) i mertva derevyna v bukovomu pralisi Uhol'skoho masyvu Karpatskoho biosfernoho zapovidnyka [Saproxylid beetles (*Coleoptera, Insecta*) and Dead Wood in Beech Virgin Forests Uholka Massif Carpathian Biosphere Reserve]. *Naukovyy visnyk Skhidnoyevropeys'koho natsional'noho universytetu imeni Lesi Ukrainky. Seriya: Biologichni nauky — Lesya Ukrainka Eastern European National University Scientific Bulletin. Series: Biological Sciences*, 12, 93–108. DOI: <https://doi.org/10.29038/2617-4723-2016-337-12-93-98> [in Ukrainian].
- Holyaka, M.A., Voloshchuk, N.M., Bilous, A.M. et al. (2017). Vydovyi sklad mikrobioty komponentiv mortmasy *Betula pendula* Roth ukrainskoho Polissia [Species composition of mycobiota of *Betula pendula* Roth coarse woody debris of Ukrainian Polissya]. *Mikrobiologichniy zhurnal — Microbiological Journal*, 79 (3), 84–97. DOI: <https://doi.org/10.15407/microbiolj79.03.084> [in Ukrainian].
- Izhyk, H.V. (2013). Rol i funktsii vidmerloi derevyny v bukovykh pralissakh [The role and functions of dead wood in beech old growth forests]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy — Scientific Bulletin of UNFU*, 9, 352–357 [in Ukrainian].
- Island Press (2005). Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis. Washington. 155 p. [in English].
- Svyrydenko, V.Ye. (Ed.), Babich, O.H. & Kyrychok, L.S. (2005). *Lisivnytstvo [Silviculture]*. Kyiv: Aristei [in Ukrainian].

22. Humphrey, J.W., Sippola, A.L., Lemperiere, G. et al. (2004). Deadwood as an indicator of biodiversity in European forests: from theory to operational guidance. *EFI-Proceedings*, 51, 193–206 [in English].
23. Chornobrov, O.Yu. (2021). Osoblyvosti formuvannya ta ekolohichne znachennia derevnoho detrytu u liso-vykh ekosystemakh Lisostepu Ukrainy [Peculiarities of formation and ecological role of woody detritus in forest ecosystem of the Forest-Steppe of Ukraine]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kyiv [in Ukrainian].
24. Schuck, A., Meyer, P., Menke, N. et al. (2004). Forest biodiversity indicator: dead wood — a proposed approach towards operationalising the MCPFE indicator. *EFI-Proceedings*, 51, 49–77 [in English].
25. Siitonen, J. (2001). Forest management, coarse woody debris and saproxylic organisms: Fennoscandian boreal forests as an example. *Ecological Bulletin*, 49, 11–42 [in English].
26. Stokland, J.N., Tomter, S.M. & Soderberg, U. (2004). Development of Dead Wood Indicators for Biodiversity Monitoring: Experiences from Scandinavia. *EFI Proceedings*, 51, 207–226 [in English].
27. Jonsell, M., Weslien, J. & Ehnstrom, B. (1998). Substrate requirements of red-listed saproxylic invertebrates in Sweden. *Biodiversity and Conservation*, 7, 749–764. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1008888319031> [in English].
28. Cherniavskiy, M. & Izhyk, H. (2014). Vidmerla derevyna u bukovykh pralisakh yak kompleks mikroseredovyshch isnuvannya hrybiv [Dead wood in beech virgin forests as complex of microenvironment existence of mushrooms]. *Visnyk Lvivskoho universytetu. Seriya: Heohrafichna — Visnyk of the Lviv University. Series: Geography*, 45, 144–149. DOI: <https://doi.org/10.30970/vgg.2014.45.1159>. URL: http://old.geography.lnu.edu.ua/Publik/Period/visn/45/PDF/16.Chernavskui_Ishuk.pdf [in Ukrainian].
29. Franklin, J.F., Shugart, H.H. & Harmon, M.E. (1987). Tree death as an ecological process. *Bio Science*, 37(8), 550–556 [in English].
30. Karpuk, A.I., Kravets, P.V., Rozvod, S.V. et al. (2012). *Metodychni rekomendatsii z udoskonalennia systemy vedennia lisovoho hospodarstva na osnovi zaprovadzhennia lisovoi sertyfikatsii* [Methodological recommendations for improving the forestry management system based on the introduction of forest certification]. Kyiv: TsP «KOMPRYNТ» [in Ukrainian].
31. Debeljak, M. (2006). Coarse woody debris in virgin and managed forest. *Ecological Indicators*, 6, 733–742 [in English].
32. Szewczyk, J. & Szwagrzyk, J. (1991). Tree regeneration on rotten wood and on soil in oldgrowth stand. *Vegetatio*, 122 (1), 37–46 [in English].
33. 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].
34. Rondeux, J. & Sanchez, C. (2009). Review of indicators and field methods for monitoring biodiversity within national forest inventories. Core variable: Deadwood. *Environmental Monitoring and Assessment*, 164 (1–4), 617–630 [in English].
35. Zakhyst lisiv vid shkidnykiv i khvorob za 2022 rik. Derzhavne ahentstvo lisovykh resursiv Ukrainy [Forest protection against pests and deceases. State Forest Resources Agency of Ukraine]. (n.d.). URL: <https://forest.gov.ua/napryamki-diyalnosti/lisove-gospodarstvo/ohorona-i-zahist-lisiv/zahist-lisiv-vid-shkidnykiv-ta-hvorob> [in Ukrainian].
36. The State of World Forests 2022. Food and Agriculture Organization of the United Nations (2022). URL: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cb9360en> [in English].
37. Hauru, K., Koskinena, S., Kotzea, D. & Lehvavirtab, S. (2014). The effects of decaying logs on the aesthetic experience and acceptability of urban forests — Implications for forest management. *Landscape and Urban Planning*, 123, 114–123. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.12.014> [in English].
38. Pelyukh, O., Paletto, A. & Zahvoyska, L. (2019). People's attitudes towards deadwood in forest: evidence from the Ukrainian Carpathians. *Journal of Forest Science*, 65 (5), 171–182. DOI: <https://doi.org/10.17221/144/2018-JFS> [in English].
39. Paletto, A., Becagli, C. & De Meo, I. (2022). Aesthetic preferences for deadwood in forest landscape: A case study in Italy. *Journal of Environmental Management*, 311, 114829. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114829> [in English].

Стаття надійшла до редакції журналу 06.04.2023

ОЦІНЮВАННЯ ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД УКРАЇНИ В ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОМУ ВИМІРІ

Л.О. Сова

*Національний університет «Києво-Могилянська академія» (м. Київ, Україна)
e-mail: l.sova@ukr.edu.ua; ORCID: 0000-0002-3197-9616*

Досліджено ключові питання розроблення сучасної системи еколого-економічних оціночних індикаторів біорізноманіття. Зокрема акцентовано на екосистемних послугах поверхневих вод. Виявлено, що поверхневі водні екосистеми забезпечують низку екосистемних функцій і послуг, важливих для сталого функціонування навколишнього природного середовища. Незважаючи на те, що потреби в цих послугах невпинно зростають, можливості водних екосистем надавати такі послуги знижуються. Для досягнення поставленої мети в статті було використано систему загальнонаукових та спеціальних методів сучасної теорії екосистемного підходу і загальної екологічної оцінки, аналізу й синтезу, узагальнення та систематизації, абстрактно-логічний метод тощо. За результатами аналітичної оцінки Водної стратегії України до 2050 р. виявлено, що в документі обмежено представлено екосистемний підхід і відсутні індикатори, які вказують на необхідність збереження екосистемних послуг води та виявлення їх еколого-економічної цінності. У цьому контексті обґрунтовано й розроблено наукові підходи щодо оцінювання екосистемних послуг поверхневих вод, які представлено алгоритмом, що складається із послідовних чотирьох кроків, а саме: аналізу формування еколого-економічної оцінки екосистемних послуг; дослідження еколого-економічного стану поверхневих вод в Україні та особливостей їх екосистемних послуг; розробки методології еколого-економічного оцінювання вартісного виміру екосистемних послуг поверхневих вод; розробки пропозиції щодо імплементації еколого-економічної оцінки екосистемних послуг поверхневих вод у Водну стратегію України. Подальші дослідження мають перспективи в напрямі теоретико-методологічного обґрунтування й розроблення вітчизняного механізму оцінювання екосистемних послуг поверхневих вод як складової біорізноманіття із позицій екосистемного підходу та загальної екологічної оцінки.

Ключові слова: біорізноманіття, водна екосистема, еколого-економічна оцінка, Водна стратегія України.

ВСТУП

Послуги зі збереження біорізноманіття передбачають охорону екосистем, видів рослин, тварин, генетичного різноманіття тощо. Незважаючи на те, що вода є істотною складовою будь-якої екосистеми, вона є необхідною умовою життя та розвитку людської цивілізації на Землі. Тому на сучасному етапі погіршення якості водних екосистем і втрата їхніх послуг розглядається як одна з найбільших загроз для існування людства й сталого розвитку суспільства як загалом у світі, так і в Україні, зокрема. Наприклад, у Водній стратегії України до 2050 р. зазначається, що стан якості поверхневих вод, які є джерелом

питної води для 80% населення України, є незадовільним і характеризується підвищеним вмістом органічних та біогенних речовин [1]. До того ж, у документі також акцентовано, що питома частка досліджених проб води з водойм I категорії (використовуються як джерела централізованого водопостачання населення), які не відповідали нормам у 2020 р. за санітарно-хімічними показниками, становила 18,6%, за мікробіологічними — 19,6% [1]. Тому запровадження екосистемного підходу актуалізує необхідність розроблення сучасної системи оціночних індикаторів в Україні, які дадуть можливість об'єктивно відстежувати зміни в екологічному стані поверхневих водних ресурсів і ухвалювати

адекватні управлінські рішення щодо відновлення втрачених екосистемних послуг води й збереження біорізноманіття загалом. Отже, актуальність проблеми еколого-економічної оцінки екосистемних послуг поверхневих вод України й зумовила вибір теми, яку досліджено в статті.

Мета статті полягає в обґрунтуванні наукових підходів щодо розробки еколого-економічної оцінки екосистемних послуг поверхневих вод України.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Наукові підходи й положення щодо розкриття загальних засад екосистемного підходу, концепції екосистемних послуг та їх оцінювання репрезентовано й розкрито в численних фахових публікаціях зарубіжних і вітчизняних вчених: Х. Делі, Дж. Фарлея, Р. Костанци, О. Веклич, Н. Дегтярь, Л. Мельника, Є. Мішеніна, І. Соловія, О. Фурдичка та ін. Спеціальні дослідження окремих проблем оцінювання екосистемних послуг, пов'язаних із водою, в Україні здійснювалися в таких публікаціях [2–6].

У міжнародній практиці найбільшого визнання набула методологія оцінки екосистемних послуг території за виділеними категоріями (видами) можливих екосистемних послуг (всього їх визначено 17), яка спирається на фундаментальні роботи Р. Костанци зі співавт. [7; 8]. Також останнім часом у країнах ЄС для оцінювання стану екосистем набуває поширеності методика MAES [9], що ґрунтується на відборі індикаторів навантаження на екосистеми та їх картуванні. Так, згідно з цією методикою, сучасний стан екосистем тісно пов'язаний із людським добробутом через екосистемні послуги. Відтак природні екосистеми повинні перебувати в сприятливих умовах для надання основних послуг, щоб покращувати суспільний добробут.

Сучасну теорію еколого-економічної оцінки екосистемних послуг та біорізноманіття також поглиблюють принципи й процедури фізичного і вартісного обліку при-

родного капіталу територій, що базуються на структурі та базових положеннях Системи національних рахунків (СНР) (System of Environmental-Economic Accounting, 2021) [10], основних положеннях Стратегії біорізноманіття ЄС до 2030 р. [11].

Однак огляд попередніх досліджень і публікацій свідчить, що в міжнародній практиці досі відсутні уніфіковані методологічні й методичні підходи щодо проведення еколого-економічної оцінки екосистемних послуг води, зокрема в контексті надання ними їх основних видів. Також поза увагою залишаються питання, які дали б можливість найповніше визначити еколого-економічний вимір екосистемних послуг поверхневих вод України із позицій загальної екологічної оцінки в контексті збереження біорізноманіття та Водної стратегії України.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для досягнення мети статті було використано систему загальнонаукових та спеціальних методів і підходів. Зокрема, методологічним і теоретичним підґрунтям дослідження є ключові положення сучасної теорії екосистемного підходу щодо оцінювання екосистем за виділеними категоріями (видами) екосистемних послуг, загальної екологічної оцінки в контексті міжнародного еколого-економічного обліку, інституціональної та неінституціональної теорій, які стосуються проблеми методологічного обґрунтування оцінювання послуг водних ресурсів. Також у дослідженні було застосовано методи аналізу й синтезу, узагальнення, абстрактно-логічний — для огляду літературних джерел, виявлення сутності дефініцій поверхневих водних ресурсів та екосистемних послуг, які ними надаються; метод стратегічної економічної оцінки — у процесі аналізу ключових водних проблем і очікуваних результатів Водної стратегії України до 2050 р.; підхід загальної економічної цінності — для оцінювання економічної складової еколого-економічної оцінки екосистемних послуг поверхневих вод.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Еколого-економічна оцінка — вид економічних показників, які характеризують зміну параметрів господарської діяльності економічних суб'єктів (витрати, доходи чи їх зміни) у відповідь на процеси використання природних благ та (або) впливу на компоненти середовища [12].

Структура еколого-економічної оцінки включає дві окремі складові: екологічну та економічну. Відтак у процесі оцінювання екосистемних послуг поверхневих вод спочатку потрібно ідентифікувати екологічну складову, яку потім за допомогою економічних методів оцінити у вартісному вимірі.

Екологічна оцінка розглядає якісні показники поверхневих вод згідно з «Методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» [13] за трьома основними блоками речовин: сольового складу, трофосапробіологічного блоку та блоку специфічних речовин токсичної дії. Зазначена методика ґрунтується на вітчизняному та світовому досвіді класифікації та оцінки якості поверхневих вод в екологічному аспекті, а також враховує вимоги Водної Рамкової Директиви Європейського Союзу № 2000/60/ЄС стосовно поліпшення якості води. Однак методика потребує осучаснення й поглибленого доопрацювання в контексті Системи міжнародного еколого-економічного обліку [10].

Для оцінювання економічної складової доцільно застосувати підхід загальної економічної цінності (Total Economic Value), який, на нашу думку, найбільше відповідає принципам екосистемного підходу. Концепція *TEV* включає *вартість використання (UV)* та *вартість невикористання (NUV)* екосистемних послуг:

$$TEV = UV + NUV,$$

де *TEV* — загальна економічна цінність; *UV* — вартість використання; *NUV* — вартість невикористання [14].

Загальну методологію оцінки послуг водної екосистеми запропоновано в Керів-

ному документі Глобального екологічного фонду («Economic Valuation of «wet» ecosystems») і включає такі складові:

- виділення екосистем, пов'язаних із водою, послуги яких будуть оцінюватися;
- визначення розмірів території, на якій розташовані ці водні екосистеми;
- визначення екосистемних послуг, що потенційно поставляються цими водними екосистемами;
- пошук достовірної інформації про обсяг послуг, що поставляються та їх можлива оцінка [15].

Якщо найбільш узагальнено під терміном «екосистемні послуги» розуміють блага, які людство отримує від екосистем, то екосистемні послуги поверхневих вод можна конкретизувати як послуги для запобігання повеням і пом'якшенню їх наслідків; регулюванню стоку та водопостачання; покращенню якості поверхневих і підземних вод; зменшенню ерозії, стабілізації берегів річок та берегових ліній, зниження ймовірності зсувів; поліпшення інфільтрації води й сприяння накопиченню води в ґрунті; полегшення живлення підземних вод [16]. Екосистемні послуги поверхневих вод також включають культурні послуги, до яких можна віднести сприятливий рекреаційний, естетичний та духовний вплив.

Отже, оцінювання екосистемних послуг поверхневих вод, насамперед, необхідно проводити за їх основними видами (функціональними ознаками): забезпечення, регулювання, підтримка та культурний вплив, які надаються водними екосистемами для сталого функціонування довкілля, а також економічного й соціального розвитку суспільства (*табл.*).

Незважаючи на те, що потреби в екосистемних послугах води невинно зростають (зокрема, потреби щодо нівелювання негативних наслідків глобальних змін клімату та екстремальних погодних явищ, забезпечення питною водою, для потреб зрошення тощо), можливості водних екосистем надавати такі послуги знижуються. Тому, наприклад, серед найбільш амбітних цілей Стратегії біорізноманіття ЄС до 2030 р. задля збереження екосистем прісноводних

Класифікація екосистемних послуг поверхневих вод за функціональними ознаками*

Види екосистемних послуг за функціональними ознаками		Продукт /вигода	Сутність послуги
1	Забезпечувальні	Прісна вода та продукти, що надходять із поверхневої водної екосистеми	Забезпечення водою для питного та промислового використання (для людей, свійських тварин, промислового виробництва); зрошення
2	Регулювальні	Вигоди від регулювання екосистемних процесів	Регуляція колообігу вологи; поповнення запасів ґрунтових вод; регуляція складу та якості поверхневих вод; екосистемне забезпечення фільтрації й видалення з води органічних забруднень
3	Культурні	Естетичні нематеріальні вигоди	Естетичне задоволення від відпочинку біля води
4	Рекреаційні	Вигоди від рекреації	Лікування, оздоровлення, культурно-пізнавальна діяльність, розваги
5	Підтримувальні	Кругообіг води	Циркулювання води в екосистемі як життєвоважливий процес для підтримки живих організмів та генерування й підтримки всіх інших послуг

Примітка: * – систематизовано автором за [17].

водою та річок передбачено, що 25 000 км річок будуть відновлені до стану вільноплинних до 2030 р. [11].

Водна стратегія України до 2050 р. є надважливим документом для України на шляху виконання міжнародних зобов'язань у сфері «водної» безпеки нашої держави, Угоди про асоціацію між Україною та ЄС та Резолюції Генеральної Асамблеї ООН: Глобальні цілі сталого розвитку до 2030 р.

Ключові водні проблеми країни та очікувані результати, які Водна стратегія передбачає розв'язати у перспективному періоді до 2050 р., наведено на *рис. 1*.

Отже, як видно з *рис. 1*, серед ключових проблем у Водній стратегії зроблено акцент на таких:

- забезпеченні рівноправного доступу до якісної і безпечної для здоров'я людини питної води;
- досягненні «доброго» екологічного стану вод;

- запобіганні посухам, паводкам та іншим шкідливим діям вод;
- сталому управлінні водними ресурсами за басейновим принципом.

Крім того, визначені кінцеві терміни досягнення очікуваних результатів Водної стратегії України до 2050 р. охоплюють значний часовий проміжок та включають широкий набір індикаторів, у документі, на нашу думку, обмежено представлено екосистемний підхід і відсутні індикатори, які вказують на необхідність збереження екосистемних послуг води й виявлення їх еколого-економічної цінності. Наприклад, лише у завданнях із досягнення цілі 5 зазначена необхідність «забезпечення покриття витрат за водні послуги».

Отже, така ситуація потребує корегування і доопрацювання вище зазначеного документа в контексті екосистемного підходу, зокрема необхідності врахування очікуваних результатів із Стратегії державної екологічної політики України на період

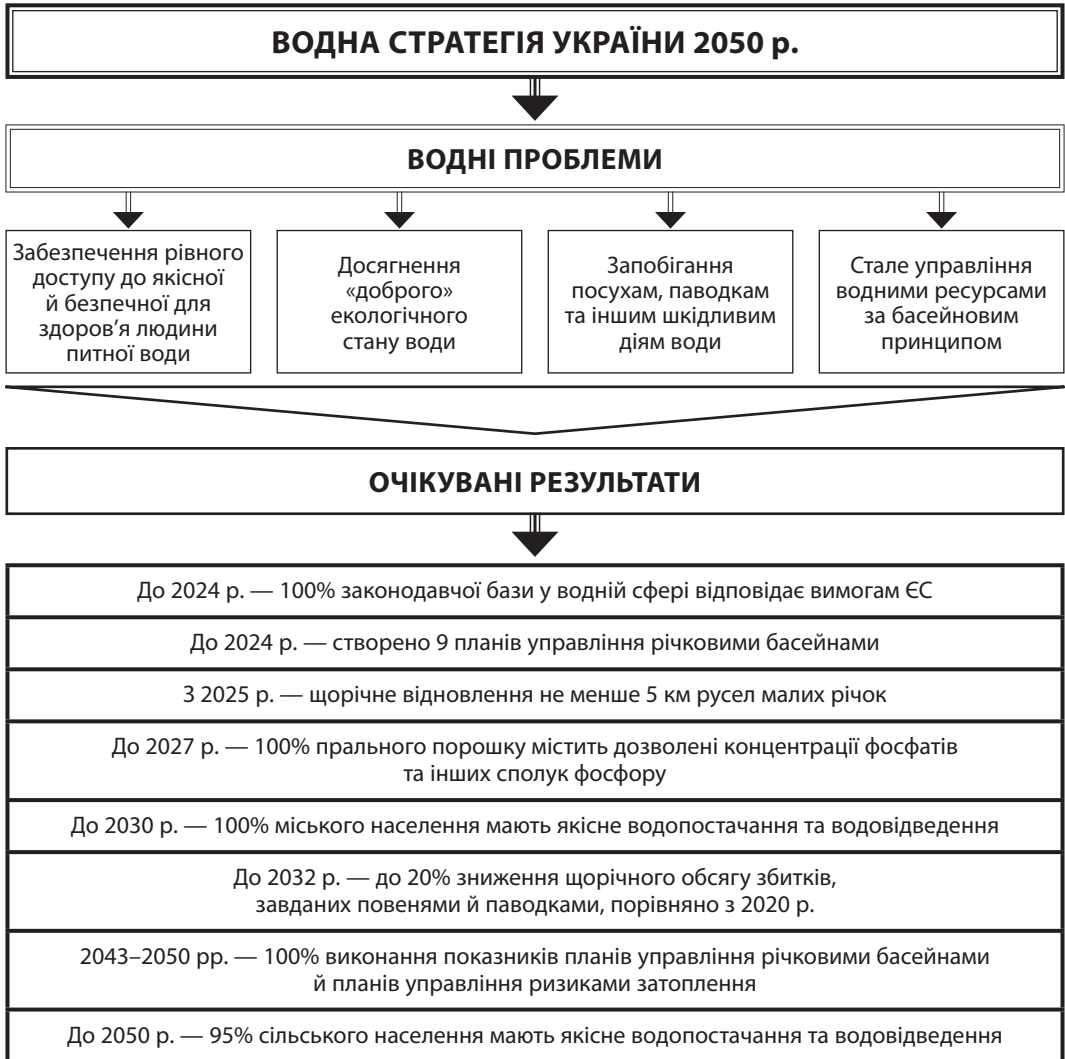


Рис. 1. Водна стратегія України 2050 р. (систематизовано автором за [1])

до 2030 р., де чітко прописано, що «біологічне різноманіття України, яке надає екосистемні послуги, до 2030 р. повинно бути збереженим, оціненим і відповідним чином відновленим» [18].

Тому, на наш погляд, окремим блоком в очікувані результати Водної стратегії України до 2050 р. необхідно включити еколого-економічну оцінку екосистемних послуг поверхневих вод. Нижче нами обґрунтовано наукові підходи (детальніше

[19]) щодо можливої реалізації такої пропозиції, які представлено алгоритмом із послідовних чотирьох кроків (рис. 2).

На першому етапі (крок 1), який передбачає проведення аналізу формування еколого-економічної оцінки екосистемних послуг, необхідно дослідити існуючий категоріальний апарат оцінювання екосистемних послуг; визначити загальні принципи еколого-економічної оцінки екосистемних послуг поверхневих вод та виявити основні

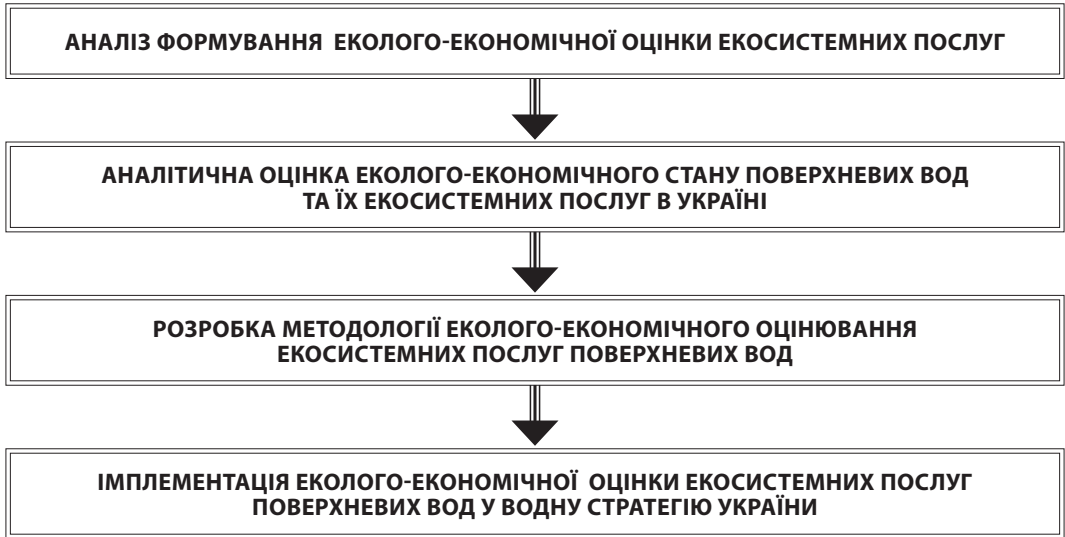


Рис. 2. Алгоритм упровадження еколого-економічної оцінки екосистемних послуг поверхневих вод у Водну стратегію України (авторська розробка)

чинники впливу на їх формування; дослідити сучасний міжнародний досвід щодо відновлення й збереження поверхневих водних екосистем та їх основних екосистемних послуг.

На другому етапі (крок 2), який передбачає проведення аналітичної оцінки еколого-економічного стану поверхневих вод та їх екосистемних послуг, необхідно проаналізувати законодавче й нормативне забезпечення України, а також міжнародний досвід із питань відновлення водних екосистем, зокрема збереження їх послуг; дослідити сучасний екологічний стан водних екосистем України та виявити особливості екосистемних послуг поверхневих вод; розробити структуру та класифікацію оцінок екосистемних послуг поверхневих вод.

На третьому етапі (крок 3) передбачається обґрунтування методології еколого-економічного оцінювання вартісного виміру екосистемних послуг поверхневих вод, застосувавши Методику екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями [13] та підхід загальної економічної цінності TEV.

На цьому етапі необхідно виконати такі дії:

1) ідентифікувати екосистемні послуги поверхневих вод у межах вибраної для дослідження території;

2) провести огляд можливих методів для оцінювання екосистемних послуг водних екосистем;

3) здійснити пошук конкретних прикладів подібних розрахунків (огляд зарубіжних та вітчизняних наукових джерел);

4) визначити перелік необхідних показників для проведення розрахунків вартісного виміру екосистемних послуг, пов'язаних із поверхневими водами.

У контексті методологічного підходу TEV найбільш перспективними для оцінювання екосистемних послуг поверхневих вод може бути використання певних методів, зокрема перенесення вартості, ринкової вартості, передачі вигід, розробки сценаріїв, картографування та ін.

До переліку необхідних показників для проведення розрахунків вартісного виміру екосистемних послуг поверхневих вод можна віднести: площу їх поверхні (га), загальні обсяги забору води із поверхневих

джерел (м^3), обсяги споживання питної води (м^3), обсяги використання води для зрошення (м^3), використання біоресурсів (т) тощо.

На четвертому етапі (крок 4), який передбачає імплементацію еколого-економічної оцінки екосистемних послуг поверхневих вод у Водну стратегію України 2050 р., необхідно систематизувати пропозиції у формі спеціальної дорожньої карти оцінювання екосистемних послуг поверхневих вод.

ВИСНОВКИ

За результатами проведеного дослідження можна констатувати таке.

1. Враховуючи сучасні світові тренди визначення екологічних чинників, які поглиблюють і наповнюють новим змістом наукові підходи до розуміння біорізноманіття, цілком об'єктивною є необхідність оцінювання поверхневих водних ресурсів із позицій загальної екологічної оцінки та екосистемного підходу.

2. За результатами аналітичного огляду екологічної складової Водної стратегії України до 2050 р. виявлено, що в доку-

менті обмежено представлено екосистемний підхід і відсутні екологічні індикатори, які вказують на необхідність збереження екосистемних послуг води та виявлення їх еколого-економічної цінності.

3. Обґрунтовано й розроблено наукові підходи щодо оцінювання екосистемних послуг поверхневих вод, які представлені алгоритмом, що складається із послідовних чотирьох кроків, а саме: аналізу формування еколого-економічної оцінки екосистемних послуг; дослідження екологічного стану поверхневих вод в Україні та особливостей надання ними екосистемних послуг; розробки методології вартісного виміру екосистемних послуг поверхневих вод; розробки пропозицій щодо імплементації еколого-економічної оцінки екосистемних послуг поверхневих вод у Водну стратегію України.

Подальші дослідження мають перспективи в напрямі поглибленого теоретико-методологічного обґрунтування й розроблення вітчизняного механізму оцінювання екосистемних послуг поверхневих вод із позицій екосистемного підходу в контексті загальної екологічної оцінки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про схвалення Водної стратегії України на період до 2050 року: розпорядження КМУ від 9.12.2022 р. № 1134-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1134-2022-%D1%80#Text>.
2. Дегтярь Н. Екосистемні принципи управління водно-болотними угіддями. *Ефективна економіка*. 2012. № 9. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1405>.
3. Загорчевная Н. Оценка экосистемных услуг в бассейне Нижнего Днестра. 2019. № 9. URL: https://dniester-commission.com/wpcontent/uploads/2019/07/Ecosystem-services-in-Dniester-wetlands_fin_RusFinal.pdf.
4. Колмакова В.М., Боцула О.І. Підвищення ефективності оцінювання екосистемних активів, пов'язаних із водою. *Збалансоване природокористування*. 2022. № 2. С. 31–38. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.2.2022>.
5. Колмакова В.М. Оцінювання водних екосистемних активів територіальних громад у контексті сталого розвитку. *Сталий розвиток — XXI століття. Дискусії 2021*. Київ: Національний університет «Киево-Могилянська академія», 2021. С. 87–93.
6. Сафранов Т.А., Берлінський М.А., Хадрі Ю.Е., Сліже М.О. Оцінка екосистемних послуг північно-західної частини Чорного моря: стан, проблеми та перспективи. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Сер.: «Геологія. Географія. Екологія»*. 2022. № 56. С. 255–263. DOI: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2022-56-19>.
7. Costanza R., Arge R., Groot R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*. 1997. Vol. 387. P. 253–260.
8. Costanza R., Groot R., Braat L. et al. Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? *Ecosystem Services*. 2017. Dec. 28. P. 1–16. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.09.008>.
9. Maes J., Teller A. and Erhard M. Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services: An analytical framework for ecosystem condition. Luxembourg: Publications Office of the European Union. 2018. 78 p.
10. System of Environmental-Economic Accounting — Ecosystem Accounting. Final Draft. Version 5. 2021. Feb. 350 p.
11. Куземко А. Стратегія біорізноманіття ЄС до 2030 року. Повернення природи у наше життя. Чер-

- нівці: Друк Арт, 2020. URL: <https://uncg.org.ua/wpcontent/uploads/2020/10/Stratehiia.pdf>.
12. Еколого-економічна оцінка. 2022 Бер. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/еколого-економічна_оцінка.
 13. Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіук О.П. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. Київ: Символ-Т, 1998. 28 с.
 14. Гучельдыев О. Руководство по экономической оценке экосистемных услуг, связанных с водными ресурсами. Алматы: ООО «Ost-XXI век», 2013. 40 с.
 15. Economic Valuation of «wet» ecosystems. Global Environment Facility. 2019. URL: <https://iwelearn.net/resolveuid/0ffc8834-af39-488a-852a-4348fee97b85>.
 16. Economic Commission for Europe, Recommendations on Payments for Ecosystem Services in Integrated Water Resources Management. New York: United Nations. 2007. 60 p. URL: <http://www.unecsc.org/index.php?id=11663>.
 17. Василюк О., Ільмінська Л. Екосистемні послуги: огляд. Київ: Фонд захисту біорізноманіття України, 2020. 84 с.
 18. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року: Закон України від 28.02.2019. № 2697&VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19>.
 19. Хлобистов Є.В., Сова Л.О. Оцінювання екосистемних послуг поверхневих вод. In: *International scientific innovations in human life: Proceedings of the 15th International scientific and practical conference (September 1–3, 2022)*. Manchester: United Kingdom. 2022. P. 16–22. URL: <https://sci-conf.com.ua/wp-content/uploads/2022/09/international-scientific-innovations-in-human-life-1-3.09.22.pdf/>.

REFERENCES

1. Pro skhvalennia Vodnoi stratehii Ukrainy na period do 2030 roku: Rozporiadzhennia KMU vid 9 hrudnia 2022 r. № 1134-r [On the approval of the Water Strategy of Ukraine for the period until 2030. Decree of the CMU dated December 9, 2022 No. 1134]. (2022). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1134-2022-%D1%80#Text> [in Ukrainian].
2. Degtyar, N. (2012). Ekosystemni pryncypy upravlinnia vodno-bolotnymy uhiddiamy [Ecosystem principles of wetland management]. *Efektivna ekonomika — Efficient economy*, 9. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1405> [in Ukrainian].
3. Zakorchevna, N. (2019). *Otsenka ekosystemnykh uslug v basseine Nyzhneho Dnestra [Assessment of ecosystem services in the Lower Dniester basin]*. URL: https://dniester-commission.com/wp-content/uploads/2019/07/Ecosystem_services-in-Dniesterwetlands_fin_Rus-Final.pdf [in Russian].
4. Kolmakova, V. & Botsula, O. (2022). Pidvyshchennia efektyvnosti otsiniuvannia ekosystemnykh aktiviv, poviazanykh iz vodoiu [Improving the efficiency of assessment of water-related ecosystem assets]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia — Balanced nature management*, 2, 31–38. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.2.2022> [in Ukrainian].
5. Kolmakova, V.N. (2021). Otsiniuvannia vodnykh ekosystemnykh aktiviv terytorialnykh hromad u konteksti staloho rozvytku [Assessment of water ecosystem assets of territorial communities in the context of sustainable development]. *Stalyi rozvytok — XXI stolittia. Diskusii 2021 [Sustainable development — XXI century. Discussions 2021]*. (pp. 87–93). Kyiv [in Ukrainian].
6. Safranov, T.A., Berlinskyi, M.A., Khadri, Yu.E. & Slizhe, M.O. (2022). Otsinka ekosystemnykh posluh pivnichno-zakhidnoi chastyny Chornoho moria: stan, problemy ta perspektyvy [Assessment of ecosystem services of the northwestern part of the Black Sea: state, problems and prospects]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu imeni V. N. Karazina. Seriya: Heolohiia. Heohrafiia. Ekolohiia — Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv National University. Series: Geology. Geography. Ecology*, 56, 255–263. DOI: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2022-56-19> [in Ukrainian].
7. Costanza, R., Arge, R., Groot, R. et al. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387, 253–260 [in English].
8. Costanza, R., Groot, R., Braat, L. et al. (2017). Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? *Ecosystem Services*, 28, 1–16. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.09.008> [in English].
9. Maes, J., Teller, A. & Erhard, M. (2018). Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services: An analytical framework for ecosystem condition. Luxembourg [in English].
10. United Nations (2021). System of Environmental-Economic Accounting — Ecosystem Accounting. Final Draft. Version 5. 350 p. [in English].
11. Kuzemko, A. (2020). *Stratehiia bioriznomanittia YeS do 2030 roku. Povernennia pryrody u nashe zhyttia [Biodiversity Strategy of the EU until 2030. Bringing nature back into our lives]*. Chernivtsi: Druk Art. URL: <https://uncg.org.ua/wpcontent/uploads/2020/10/Stratehiia.pdf> [in Ukrainian].
12. *Ekoloho-ekonomichna otsinka [Environmental and economic assessment]*. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/> [in Ukrainian].
13. Romanenko, V.D., Zhukynskyi, V.M. & Oksiiuk, O.P. (1998). *Metodyka ekolohichnoi otsinky yakosti poverkhnevnykh vod za vidpovidnymy katehoriiami [Methodology of environmental assessment of surface water quality by relevant categories]*. Kyiv: Symvol-T. P. 28 [in Ukrainian].
14. Huchheldyev, O. (2013). *Rukovodstvo po ekonomicheskoi otsenke ekosystemnykh uslug, svyazannykh s vodnymy resursamy [Guidance on the economic valuation of water-related ecosystem services]*. Алматы: ООО «Ost-XXI vek» [in Kazakhstan].
15. Economic Valuation of «wet» ecosystems (2019). Global Environment Facility. URL: <https://iwelearn.net/resolveuid/0ffc8834-af39-488a-852a-4348fee97b85> [in English].

16. Economic Commission for Europe (2007). Recommendations on Payments for Ecosystem Services in Integrated Water Resources Management. New York: United Nations. URL: <http://www.unece.org/index.php?id=11663> [in English].
17. Vasyliuk, O. & Ilminska, L. (2020). *Ekosystemni posluhy: ohliad [Ecosystem services: an overview]*. Kyiv: Fond zakhystu bioriznomanittia Ukrainy [in Ukrainian].
18. Pro Osnovni zasady (strategiiu) derzhavnoi ekolohichnoi polityky Ukrainy na period do 2030 roku: Zakon Ukrainy vid 28 lyutoho 2019, № 2697-VIII [About the Basic principles (strategy) of the state environmental policy of Ukraine for the period up to 2030: Law of Ukraine dated February 28, 2019, No. 2697-VIII]. (2019). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19> [in Ukrainian].
19. Khlobystov, Ye.V. & Sova, L.O. (2022). Otsiniuvannia ekosystemnykh posluh poverkhnevyykh vod [Assessment of ecosystem services of surface waters]. *International scientific innovations in human life: Proceedings of the 15th International scientific and practical conference*. (pp. 16–22). Manchester. URL: <https://sci-conf.com.ua/wp-content/uploads/2022/09/international-scientific-innovations-in-human-life-1-3.09.22.pdf/> [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 31.03.2023

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ПОВЕРНЕННЯ В СІЛЬГОСПВИКОРИСТАННЯ ВИВЕДЕНИХ З ОБІГУ ЗАБРУДНЕНИХ РАДІОНУКЛІДАМИ ЗЕМЕЛЬ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

Г.М. Чоботко, Л.А. Райчук, Т.Л. Кучма, І.К. Швиденко

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

e-mail: chobotko@ukr.net; ORCID: 0000-0001-8228-4331

e-mail: edelvice@ukr.net; ORCID: 0000-0002-2552-4578

e-mail: tanyakuchma@yahoo.com; ORCID: 0000-0002-9328-5919

e-mail: favor09@ukr.net; ORCID: 0000-0002-6135-8968

У статті висвітлено природно-кліматичні та соціально-економічні ретроспективні передумови повернення в сільгоспвикористання виведених з обігу радіоактивно забруднених земель Полісся України. Доведено необхідність застосування сучасних методів та засобів радіоекологічних досліджень із метою оцінки радіоекологічного стану угідь для наступного розроблення планових управлінських документів стратегічного характеру. В дослідженні, виконаному в Інституті агроєкології і природокористування НААН упродовж 2020–2023 рр., використовували загальнонаукові методи (аналіз та синтез), ретроспективний і порівняльний аналіз, аналітико-синтетичний (вивчення наукових і статистичних даних, законодавчих та установчих документів тощо) й математико-статистичний методи. Аналіз соціально-економічної ситуації здійснювали на основі офіційних статистичних даних головних управлінь статистики у Волинській, Житомирській, Київській, Рівненській та Чернігівській обл. Розрахункові рівні радіонуклідного забруднення території отримували на основі офіційних даних ДУ «Держгрунтохорона». Радіоекологічно-ландшафтне картування реалізовували у відкритому безкоштовному програмному забезпеченні QGIS. Показано, що ґрунтові характеристики й особливості рослинного покриву Українського Полісся сприяють забрудненню радіонуклідами сільськогосподарської та лісової продукції. Кліматичні зміни та наслідки російської воєнної агресії є істотними модифікувальними чинниками для всіх наявних раніше екологічних і соціально-економічних викликів у регіоні. Це вимагає реалізації комплексних заходів із реабілітації регіону, яким мають передувати моніторингові дослідження та розроблення відповідних планових документів стратегічного характеру. За результатами ретроспективного аналізу та розрахунків встановлено, що за умови проведення рекомендованих агрозаходів відновлення ефективного аграрного виробництва можливе практично на всій території Українського Полісся. Розроблено метод комплексного радіоекологічно-ландшафтного картування радіоактивно забруднених земель Українського Полісся, який передбачає ландшафтний підхід з інтегруванням даних низки тематичних карт.

Ключові слова: *реабілітація радіоактивно забруднених територій, радіоекологічно-ландшафтне картування, сталий розвиток, продовольча криза.*

ВСТУП

За період, що минув з часу аварії на ЧАЕС, рівень радіоактивного забруднення території України істотно змінився. За цей час було здійснено значну кількість наукових досліджень щодо окремих аспектів реабілітації забруднених радіонуклідами земель. Однак різкі зміни клімату та сучасні соціально-економічні аспекти і світові тенденції як у науці, так і суспіль-

ному житті, особливо наслідки російської воєнної агресії, гостро поставили питання необхідності реалізації концепції розвитку Полісся України, яка дала можливість б вирішувати комплексні екологічні, соціальні, фінансові та кліматичні проблеми й передбачала б поєднання екологічної збалансованості з економічним зростанням, мінімізуючи при цьому продовольчу кризу. Втілення моделі зеленої економіки в регіоні Українського Полісся, що дало б можливість частково компенсувати тимчасову

втрата сільськогосподарських земель півдня України, вимагає повернення радіоактивно забруднених земель у сільгоспвиробництво й розроблення єдиної Концепції управління радіоактивно забрудненими агроландшафтами як документа стратегічного планування та організації, що визначає державну політику у сфері управління вказаними територіями. Ця проблематика потребує досконалого комплексного вивчення теперішнього стану екологічної, економічної та соціальної сфер регіону, екосистемних послуг радіоактивно забруднених агроландшафтів, застосування таких сучасних методів досліджень як ГІС-технології і математичне моделювання й прогнозування тощо. Цей напрям дослідження узгоджується із низкою документів і підзаконних актів [1–7]. Вивченню окремих аспектів відродження радіоактивно забруднених земель Українського Полісся й управління ними, а також збалансованим розвитком регіону займалася низка науковців різноманітних наукових спрямувань – від екологів та радіоекологів до економістів і соціологів [8–15]. Актуальність вказаних питань, їх теоретична та практична важливість обумовила вибір тематики цього дослідження.

Метою дослідження є обґрунтування наукових основ реабілітації та збалансованого використання радіоактивно забруднених територій Українського Полісся в контексті зеленої економіки з метою мінімізації внутрішньої продовольчої кризи.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Ґрунтово-кліматичні умови Українського Полісся, зокрема характеристики ґрунтів, сприяють надходженню радіонуклідів у продукцію рослинництва та тваринництва. Крім того, значні території регіону займають лісові екосистеми, луки та пасовища, в т. ч. на оторфованих, торф'яних та дерново-підзолистих різної зволоженості ґрунтах, які є найбільш критичними з погляду рівнів радіоактивного забруднення. Однак кліматичні зміни останніх років внесли корективи у сталі закономірності

міграції радіонуклідів у рослини, що потребує додаткових досліджень [16; 17].

Незважаючи на те, що з часу аварії на ЧАЕС минуло вже 37 років, і наявні багаторічні наукові та практичні здобутки в галузі радіоекології, Україна, що чи не найбільше, поряд із Білоруссю, постраждала внаслідок катастрофи, показала не найкращі результати з реабілітації радіоактивно забруднених земель. Внаслідок комплексної дії чинників Українське Полісся опинилося перед низкою соціальних, економічних та екологічних викликів, які лише посилились із початком повномасштабної російської агресії. Ця проблема вимагає комплексного багатовекторного вирішення з урахуванням природно-ресурсного та соціального потенціалу регіону. Так, невід'ємною складовою збалансованого розвитку є науково обґрунтоване управління екосистемними послугами, яке вимагає проведення їх обліку та класифікації відповідно до розроблених регіональних і загальнодержавних стратегій, що передбачено інтеграцією України до європейського простору. Розроблення такого документа для Полісся України повинно враховувати чинник радіоактивного забруднення, оскільки він прямо та опосередковано впливає на використання чи не всіх груп екосистемних послуг у регіоні. Окремо варто наголосити, що з 2022 р. необхідно враховувати ще й мілітарний чинник. Також застосування інтегральних показників радіоекологічної ситуації, таких як доза внутрішнього опромінення населення, є логічним кроком із метою мінімізації затрат коштів і часу при оцінюванні радіоекологічної безпеки території. Ці питання нині стали особливо актуальними в контексті європейських екологічних наративів і сучасних внутрішніх та міжнародних викликів, зокрема у світлі наслідків російської воєнної агресії й спричиненої нею продовольчої кризи.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження виконано в Інституті агро-екології і природокористування НААН упродовж 2020–2023 рр. В основу методо-

логії досліджень покладено системний підхід, у межах якого використовували сучасні та класичні наукові прийоми проведення досліджень: загальнонаукові методи (аналіз та синтез); ретроспективний і порівняльний аналіз; аналітико-синтетичний (вивчення наукових і статистичних даних, законодавчих та установчих документів тощо); математико-статистичний. Аналіз соціально-економічної ситуації в досліджуваному регіоні здійснювали на основі офіційних статистичних даних головних управлінь статистики у Волинській, Житомирській, Київській, Рівненській та Чернігівській обл. Розрахункові рівні радіонуклідного забруднення території отримували на основі офіційних даних ДУ «Держгрунтохорона». Радіоекологічно-ландшафтне картування реалізовували у відкритому безкоштовному програмному забезпеченні QGIS, використовуючи базу загальнодоступних картографічних даних OpenStreetMap, Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), публічну кадастрову карту України, Національний атлас України, дані порталу The Copernicus Global Land Service (CGLS), дані Загальнодозиметричної паспортизації в населених пунктах України [18]. Валідацію радіоекологічно-ландшафтної карти було проведено для с. Розсохівське, Народицький р-н, Житомирська обл., за координатами 51°07'15.2" N 29°00'49.6" E.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Полісся є найбільш критичним з погляду радіаційної ситуації в аграрній сфері. Незважаючи на велику кількість результатів наукових досліджень, наданих рекомендацій, розроблених стратегій тощо, сільське господарство постраждалого регіону так і не було належним чином реабілітоване, і тому Полісся залишається доволі проблемним не лише в плані екологічної ситуації, але і з погляду розвитку аграрного та інших секторів економіки та соціальної сфери. Однією з причин часткового успіху протирадіаційних заходів є їх фрагментарність і несистематизованість,

тому логічним є застосування комплексного ландшафтного підходу при реабілітації радіоактивного забруднених земель, адже радіаційний стан на забрудненій території визначається не лише і не стільки щільністю її забруднення, але значно більшою мірою ландшафтно-екологічними умовами. Радіоактивно забруднені екосистеми мають важливий вплив на суміжні угіддя [19]. Для оцінювання радіоекологічної ситуації та визначення необхідних контрзаходів із метою зменшення негативного впливу радіоактивного забруднення на населення Українського Полісся важливо врахувати рівні радіоактивного забруднення компонентів основних екосистем — складових агроландшафтів — ріллі, лук і пасовищ, садових та лісових екосистем. Усі ці екосистеми різняться швидкістю міграції радіонуклідів та співвідношенням вмісту забруднювачів в окремих їх елементах. Ці відмінності визначаються складністю екосистеми, особливостями її експлуатації та характеристиками окремих її складових [20]. Так, міграція радіонуклідів у лісах визначається лісовою підстилкою, дикорослими грибами та лишайниками, деревною рослинністю, відсутністю обробітку. Дещо схожою є ситуація у садових екосистемах. Рілля, сіножаті та пасовища характеризуються дещо глибшим проникненням радіонуклідів у ґрунт внаслідок обробітку, регуляцією надходження радіонуклідів у рослини тощо. Розглянувши динаміку і сучасний стан радіоактивного забруднення основних екосистем-складових ландшафтів Українського Полісся, можна визначити їх таку усереднену радіоекологічну критичність у порядку спадання: лісові екосистеми, лісові луки й пасовища, луки та пасовища, рілля, садові екосистеми (рис. 1).

Радіоактивний стан територій, забруднених внаслідок Чорнобильської катастрофи, нині формується переважно під впливом довгоживучих радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr , співвідношення яких у ґрунтах Українського Полісся сягає приблизно 10:1. За роки, що минули з часу аварії, питома активність ^{137}Cs та ^{90}Sr внаслідок їх фізичного розпаду знизилася на понад



Рис. 1. Класифікація екосистем Українського Полісся з погляду їх радіоекологічної критичності

50% від початкової. За цей період площа сільгоспугідь, де рівні забруднення ^{137}Cs перевищують чинні допустимі рівні, значно скоротилася (табл. 1).

Майже на 90% території України простежуються доаварійні рівні забруднення ^{90}Sr (табл. 2). Тому доцільним є повернення частини цих земель у виробничу сферу,

Таблиця 1. Динаміка площ сільгоспугідь Українського Полісся, забруднених ^{137}Cs , тис. га

Область	Роки	Зони щільності забруднення ^{137}Cs , кБк/м ²			Зміна площі <185 кБк/м ²
		<185	185-555	>555	
Волинська	2011*	455,7	100,0	0	-1,309
	2021**	457,0	85,9	0	
Житомирська	2011*	842,0	3,8	0	+0,049
	2021**	842,1	3,3	0	
Київська	2011*	135,2	0,2	0	+0,003
	2021**	135,2	0,2	0	
Рівненська	2011*	466,9	0,1	0	+0,001
	2021**	466,9	0,1	0	
Чернігівська	2011*	1835,8	0,9	0	+0,012
	2021**	1835,8	0,8	0	
Усього по Україні	2011*	18956,9	5,0	0	-2659,011
	2021**	16297,9	4,3	0	

Примітка: * – за даними ДУ «Держгрунтохорона»; ** – за розрахунковими даними.

що потребує відповідного наукового обґрунтування їх реабілітації.

Згідно з результатами розрахунків, площа лісових земель зі щільністю забруднення ^{137}Cs понад 37 кБк/м² порівняно з 1992 р. зменшилась на 374,6 тис. га (табл. 3), а площа лісів, яка узгоджена з чинним законодавством, не належить до територій радіоактивно забруднених, зросла на 24,7%. Відповідно відбувся перерозподіл площ лісів, що належать до тієї чи іншої зони забруднення.

Загалом нині близько 180 тис. га землі II-ї зони радіоактивного забруднення потребують реабілітації та повернення у господарське використання. Це зумовило необхідність удосконалення правових механізмів розвитку радіоактивно забруднених територій, у т. ч. порядку та умов перегляду меж зон радіоактивного забруднення.

Повномасштабна російська агресія поставила низку гострих різнопланових питань, таких як реалізація кліматичних програм, у т. ч. Європейського Зеленого

Таблиця 2. Динаміка площ сільгоспугідь Українського Полісся, забруднених ^{90}Sr , тис. га

Область	Роки	Зони щільності забруднення ^{90}Sr , кБк/м ²	
		<5,55	5,55–111
Житомирська	2011*	834,7	11,1
	2021**	834,8	8,2
Київська	2011*	258,4	1,6
	2021**	258,4	1,2
Рівненська	2011*	379,3	1,4
	2021**	379,3	1,0
Чернігівська	2011*	1812,4	24,3
	2021**	1812,7	17,9
Усього по Україні	2011*	18343,8	51,2
	2021**	15771,4	37,8

Примітка: * – за даними ДУ «Держґрунтохорона»; ** – за розрахунковими даними.

Таблиця 3. Динаміка площ лісових земель Українського Полісся, забруднених ^{137}Cs , тис. га

ОУЛМГ	Роки	Зони щільності забруднення ^{137}Cs , кБк/м ²							Зміна площі <37 кБк/м ²
		<37,0	37,1–74,0	74,1–185,0	185,1–370,0	370,1–555,0	555,1–1110,0	>1110,0	
Волинське	1992**	136,2	36,9	5,3	–	–	–	–	
	2021***	156,4	16,5	3,0	–	–	–	–	+20,2
Житомирське	1992**	292,4	182,5	158,3	50,3	16,4	27,0	5,4	
	2021***	443,9	130,9	76,6	27,1	16,6	14,6	3,7	+151,5
Київське	1992**	178,0	129,3	38,2	13,0	5,5	4,2	4,1	
	2021***	235,0	67,8	18,7	8,6	3,9	2,7	3,1	+57,0
Рівненське	1992**	293,6	215,3	151,6	10,7	0,3	–	–	
	2021***	389,5	130,7	115,8	3,1	0,5	–	–	+95,9
Чернігівське	1992**	273,8	47,4	23,1	3,3	0,9	0,1	–	
	2021***	329,9	14,8	10,2	0,6	–	–	–	+56,1
Усього по Держлісагентству	1992**	1644,5	674,3	395,1	78,4	23,14	31,3	9,5	
	2021***	2062,6	392,5	232,1	39,8	21,0	17,3	6,9	+418,1

Примітка: * – ОУЛМГ – обласні управління лісового та мисливського господарства; ** – за даними ДУ «Держґрунтохорона»; *** – за розрахунковими даними.

Курсу, дефіцит різноманітної сільськогосподарської та лісової сировини, перерозподіл внутрішнього і зовнішнього ринків, що тим чи іншим чином пов'язані із експлуатацією агроландшафтів. Все це вимагає розроблення негайних рішень і новітніх комплексних підходів із метою компенсації існуючих та віддалених втрат, спричинених війною. Реабілітація радіоактивно забруднених агроландшафтів повинна базуватись на оптимізації сценаріїв агровиробничої діяльності з урахуванням як актуальних особливостей регіону, так і світових екологічних тенденцій і міжнародних зобов'язань нашої держави.

Не останню роль в економіці регіону відіграють і землі лісового фонду. Ліси є джерелом великої кількості екосистемних послуг, які дають можливість здійснювати комплексний вплив на основні складові сталого розвитку — економіку, суспільство і довкілля. Незважаючи на низьку лісистість території нашої держави, лісовиробнича галузь України є доволі потужною. Одним із найперспективніших менеджерських рішень у лісовій галузі є створення виробничих кластерів. Це дасть змогу вирішувати проблеми використання лісових екосистемних послуг комплексно і адресно, із забезпеченням балансу між економічними потребами суспільства та сучасними екологічними вимогами. Ефективність регіонального кластера забезпечується, окрім усього іншого, завдяки урахуванню місцевих

соціально-економічних та природно-екологічних особливостей, а також узгодженістю з вітчизняними і міжнародними екологічними директивами й стратегіями, в т. ч. Європейським Зеленим Курсом.

Загалом комплексно оцінити придатність регіону, агроландшафту чи певної його частини до ведення того чи іншого виду сільськогосподарської діяльності можна за допомогою радіоекологічно-ландшафтного картування. Розроблений метод радіоекологічного районування агроландшафтів (комплексного радіоекологічно-ландшафтного картування) передбачає ландшафтний підхід з інтегруванням даних низки тематичних карт (гідрографічні умови, морфологія рельєфу, акумуляція стоку, ґрунти, господарське використання території, структура наземного покриву, дані радіоекологічного моніторингу, забруднення навколишнього середовища ^{137}Cs , дозове навантаження на населення) за принципом сітки (радіоекологічні чинники подані в комірках регулярної сітки залежно від обраного масштабу простору). Інформацію щодо відповідної характеристики територій представлено картографічними даними з відкритих джерел інформації.

Для ілюстрації радіоекологічно-ландшафтного картування було обрано с. Розсохівське, Народицький р-н, Житомирська обл. У результаті картування було отримано карту рівнів радіоекологічної критичності території (рис. 2).

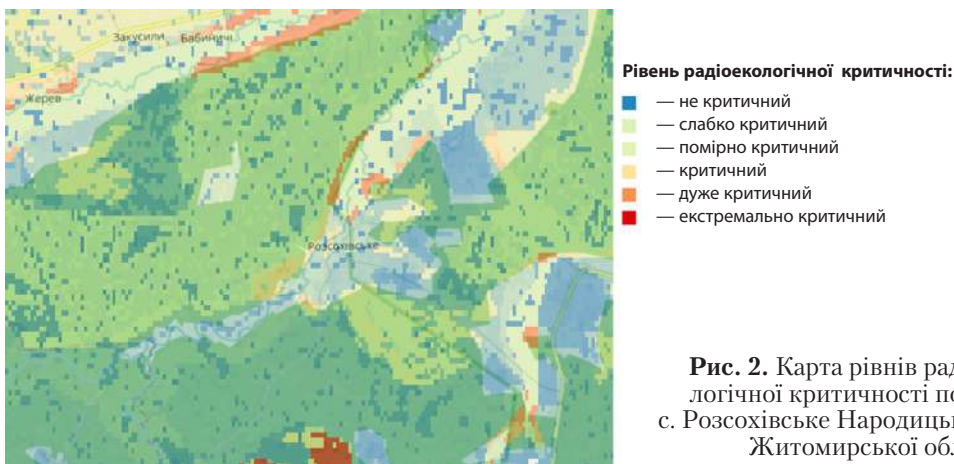


Рис. 2. Карта рівнів радіоекологічної критичності поблизу с. Розсохівське Народицького р-ну, Житомирської обл.

Для цього було реалізовано 9 етапів: 1) визначення гідрографічних умов території; 2) визначення морфології рельєфу території; 3) створення карти інтенсивності акумуляції стоку; 4) визначення переважаючого ґрунтового покриву; 5) встановлення рівнів забруднення території ^{137}Cs ; 6) визначення типу наземного покриву; 7) отримання шару рівня забруднення ^{137}Cs ландшафтів; 8) визначення дозового навантаження на населення; 9) визначення рівня радіоекологічної критичності території.

Оцінювання рівня радіоекологічної критичності території проводили з використанням комплексного інтегрального показника R_C (1), що являє собою сумарну дію внесків екологічних характеристик, представлених у використаних тематичних картах. До того ж, агроландшафт розглядається як єдине ціле, тобто система природних екосистем та агроекосистем, які перебувають у взаємозв'язку і впливають одна на одну.

$$R_C = R_d \times S_l \times R_a \times S_o \times S_c + P_t \times P_c \times D_y \times D,$$

де R_C — рівень радіоекологічної критичності території; R_d — коефіцієнт гідрографічних умов (відстань від водойми); S_l — коефіцієнт морфології рельєфу території (крутизна схилу); R_a — коефіцієнт інтенсивності акумуляції стоку; S_o — коефіцієнт переважаючого ґрунтового покриву; S_c — коефіцієнт забруднення території ^{137}Cs ; P_t — коефіцієнт наземного покриву території; P_c — коефіцієнт рівня забруднення ландшафту; D_y — дозове навантаження населення; D — коефіцієнт рівня дозового навантаження.

ВИСНОВКИ

Ґрунтові характеристики Українського Полісся та особливості рослинного покриву сприяють забрудненню радіонуклідами сільськогосподарської та лісової продукції, що є специфічною проблемою для регіону. Найбільш радіологічно небезпечними екосистемами за винесенням радіонуклідів із продукцією є перезволожені луки і пасовища, лісові масиви, а також агроекосистеми на органогенних ґрунтах. Глобальні кліматичні зміни та наслідки російської воєнної агресії є істотними модифікувальними чинниками для всіх наявних раніше екологічних і соціально-економічних викликів. Це вимагає реалізації комплексних заходів із реабілітації регіону, яким мають передувати моніторингові дослідження та розроблення відповідних планових документів стратегічного характеру.

За результатами ретроспективного аналізу та розрахунків встановлено, що за умови проведення рекомендованих агрозаходів відновлення ефективного аграрного виробництва можливе практично на всій території Українського Полісся.

Комплексна реабілітація Українського Полісся залежить щонайперше від еколого-економічної ефективності ведення сільськогосподарського виробництва, що передбачає чітку диференціацію сільськогосподарської діяльності відповідно до низки екологічних, економічних та соціальних чинників, а також удосконалення сценаріїв агровиробничої діяльності.

Розроблено метод комплексного радіоекологічно-ландшафтного картування радіоактивно забруднених земель Українського Полісся, який передбачає ландшафтний підхід з інтегруванням даних низки тематичних карт.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки: Закон України від 05.02.2023 р. *Відомості Верховної Ради України*. № 2623-III. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2623-14#Text>.
2. Про затвердження Національного плану дій з охорони навколишнього природного середовища на період до 2025 року: розпорядження від 21.04.2021 р. *Кабінет Міністрів України*. № 443-р. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennya-nacionalnogo-planu-dij-z-ohoroni-navkolishnogo-prirodnogo-seredovishcha-na-period-do-2025-roku-i210421-443>.
3. Про схвалення Концепції Загальнодержавної цільової програми використання та охорони земель: розпорядження від 19.01.2022 р. *Кабінет Міністрів України*. № 70-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/70-2022-%D1%80#Text>.

4. Про схвалення Державної стратегії управління лісами України до 2035 року: розпорядження від 29.12.2021 р. *Кабінет Міністрів України*. № 1777-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1777-2021-%D1%80#Text>.
5. Про схвалення Стратегії екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату на період до 2030 року: розпорядження від 20.07.2021 р. *Кабінет Міністрів України*. № 1363-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1363-2021-%D1%80#Text>.
6. Угода про Асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським Співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011#Text.
7. Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. The European Green Deal. COM (2019) 640 final. URL: ec.europa.eu/info/sites/default/files/european-green-deal-communication_en.pdf.
8. Булигін С.Ю., Прістер Б.С., Фурдичко О.І., Дутов О.І. Щодо програми безпечного ведення сільськогосподарського виробництва на територіях, забруднених радіонуклідами внаслідок Чорнобильської катастрофи. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 5. С. 53–57.
9. Ландін В.П., Проневіч В.А., Кучма М.Д. та ін. Методичні рекомендації щодо заходів з реабілітації критичних екосистем радіоактивно забруднених регіонів Українського Полісся. Київ, 2015. 30 с.
10. Contaminated Forest. Recent Developments in Risk Identification and Future Perspectives / Ed. by I. Linkov and W.R.Schell. *NATO Science Series. Series 2. Environmental Security*. 1998. Vol. 58. P. 430.
11. Європейський зелений курс: можливості та загрози для України. Аналітичний документ. Ресурсно-аналітичний центр «Суспільство і довкілля». 2020. 74 с. URL: <https://www.rac.org.ua/vydannya/analitichni-dokumenty/evropeyskyy-zelenyy-kurs-mozhlyvosti-ta-zagrozy-dlya-ukrayiny-analitichnyy-dokument-2020>.
12. Зубец М.В., Пристер Б.С., Алексахин Р.М. і др. Актуальні проблеми і задачі научного супроводження виробництва сільськогосподарської продукції в зоні радіоактивного забруднення Чорнобильської АЕС. *Агроєкологічний журнал*. 2011. № 1. С. 5–20.
13. Бурик З. Трактуння сутності понять: сталий розвиток, державне управління, державне регулювання, державне регулювання сталого розвитку. *Теоретичні та прикладні питання державотворення*. 2017. Вип. 21. С. 10–19.
14. Квач Я.П., Фірсова К.В., Борісов О.Г. "Зелена економіка": можливості для України. *Глобальні та національні проблеми економіки*. 2015. Вип. 6. С. 52–56.
15. Лібанова Е.М. Людський розвиток в Україні. Модернізація соціальної політики: регіональний аспект: кол. моногр. / за ред. Е.М. Лібанової. Київ: Інститут демографії та соціальних досліджень ім. М.В. Птухи НАН України, 2015. 356 с.
16. Портал «Природа України». Ґрунти України. URL: <https://geomap.land.kiev.ua/soil.html>.
17. Wilson L., New S., Daron J. and Golding N. *Climate Change Impacts for Ukraine*. Devon, UK: Met Office, 2021. 34 p. URL: <https://www.metoffice.gov.uk/binaries/content/assets/metofficegovuk/pdf/>.
18. Ліхтарьов І.А. та ін. Загальнодозиметрична паспортизація та результати ЛВЛ-моніторингу в населених пунктах України, які зазнали радіоактивного забруднення після Чорнобильської катастрофи. Дані за 2011 р. Збірка 14. Київ, 2012. С. 101. URL: <https://www.dsns.gov.ua/files/2012/8/13/Zbirka14.pdf>.
19. Кучма Т.Л., Райчук Л.А., Швиденко І.К. Радіоекологічне районування ландшафтів як різновид прогнозного радіоекологічного моніторингу. *Граль науки*. 2021. № 4. С. 166–171. DOI: <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.07.05.2021.030>.
20. Чоботько Г.М., Райчук Л.А., Швиденко І.К., Кучма М.Д. Математична модель винесення ¹³⁷Cs з агроландшафтів Українського Полісся у віддалений період після аварії на ЧАЕС. *Агроєкологічний журнал*. 2020. № 1. С. 12–18.

REFERENCES

1. Pro priorytetni napriamy rozvytku nauky i tekhniky: Zakon Ukrainy vid 05.02.2023 [On priority areas of development of science and technology: Law of Ukraine from February 5th, 2023]. (2023). *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy — Information from the Verkhovna Rada of Ukraine, 2623-III*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2623-14#Text> [in Ukrainian].
2. Pro zatverdzhennia Natsionalnoho planu dii z okhorony navkolyshnoho pryrodnoho seredovishcha na period do 2025 roku: rozporiadzhennia vid 21.04.2021 [On the approval of the National Action Plan for Environmental Protection for the period until 2025: Order of 21.04.2021]. (2021). *Kabinet Ministriv Ukrainy — Cabinet of Ministers of Ukraine, 443-p*. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennya-nacionalno-go-planu-dij-z-ohoroni-navkolishno-go-prirodno-go-seredovishcha-na-period-do-2025-roku-i210421-443> [in Ukrainian].
3. Pro skhvalennia Kontseptsii Zahalnodержavnoi tsi-lovnoi prohramy vykorystannia ta okhorony zemel: rozporiadzhennia vid 19.01.2022 [On the approval of the Concept of the State-wide targeted program of land use and protection: order of 19.01.2022]. (2022). *Kabinet Ministriv Ukrainy — Cabinet of Ministers of Ukraine, 70-p*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/70-2022-%D1%80#Text> [in Ukrainian].
4. Pro skhvalennia Derzhavnoi stratehii upravlinnia lisamy Ukrainy do 2035 roku: rozporiadzhennia vid 29.12.2021 [On the approval of the State Forest Management Strategy of Ukraine until 2035: Order of 29.12.2021]. (2021). *Kabinet Ministriv Ukrainy — Cabinet of Ministers of Ukraine, 1777-p*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1777-2021-%D1%80#Text>.

- zakon.rada.gov.ua/laws/show/1777-2021-%D1%80#Text [in Ukrainian].
5. Pro skhvalennia Strategii ekolohichnoi bezpeky ta adaptatsii do zminy klimatu na period do 2030 roku: rozporiadzhennia vid 20.07.2021 [On the approval of the Strategy for Environmental Safety and Adaptation to Climate Change for the Period Until 2030: Order of 20.07.2021]. (2021). *Kabinet Ministriv Ukrainy — Cabinet of Ministers of Ukraine, 1363-p*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1363-2021-%D1%80#Text> [in Ukrainian].
 6. Uhoda pro Asotsiatsiiu mizh Ukrainoiu, z odnii storony, ta Yevropeiskym Soiuzom, Yevropeiskym Spivtovarystvom z atomnoi enerhii i yikhnimi derzhavamy-chlenamy, z inshoi 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]. (2014). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011#Text [in Ukrainian].
 7. Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. The European Green Deal. COM (2019). 640 final. URL: ec.europa.eu/info/sites/default/files/european-green-deal-communication_en.pdf. [in English].
 8. Bulygin, S.Yu., Priester, B.S., Furdychko, O.I. & Dutov, O.I. (2012). Shchodo prohramy bezpechnoho vedennia silskohospodarskoho vyrobnytstva na terytoriiakh, zabrudnenykh radionuklidamy vnaslidok Chornobylskoi katastrofy [Regarding the program of safe management of agricultural production in territories contaminated with radionuclides as a result of the Chernobyl disaster]. *Visnyk aharnoi nauky — Bulletin of agricultural science*, 5, 53–57 [in Ukrainian].
 9. Landin, V.P., Pronevych, V.A., Kuchma, M.D. et. al. (2015). *Metodychni rekomendatsii shchodo zakhodiv z reabilitatsii krytychnykh ekosystem radioaktyvno zabrudnenykh rehioniv Ukrainskoho Polissia [Methodological recommendations regarding measures to rehabilitate critical ecosystems of radioactively contaminated regions of Ukrainian Polissia]*. Kyiv [in Ukrainian].
 10. Linkov, I. & Schell, W.R. (Eds.). (1998). Contaminated Forest. Recent Developments in Risk Identification and Future Perspectives. *NATO Science Series. Series 2. Environmental Security*, 58 [in English].
 11. Yevropeiskyi zelenyi kurs: mozhyvosti ta zahrozy dlia Ukrainy. Analychynyi dokument [The European Green Course: opportunities and threats for Ukraine. Analytical document] (2020). *Resursno-analychynyi tsentr «Suspilstvo i dovkillia» [Resource and Analytical Center «Society and Environment»]*. URL: <https://www.rac.org.ua/vydannya/analychyni-dokumenty/evropeyskyy-zelenyy-kurs-mozhyvosti-ta-zagrozy-dlya-ukrayiny-analychynnyy-dokument-2020> [in Ukrainian].
 12. Zubets, M.B., Prister, B.S., Aleksakhin, P.M. et al. (2011). Aktualnyie problemy i zadachi nauchnogo soprovozhdenniya proizvodstva selskohozyaystvennoy produktsii v zone radioaktivnogo zagryazneniya Chernobylskoy AES [Actual problems and tasks of scientific support of agricultural production in the zone of radioactive contamination of Chernobyl nuclear power plant]. *Ahroekolohichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 1, 5–20 [in Russian].
 13. Buryk, Z. (2017). Traktuvannia sutnosti poniat: stalyyi rozvytok, derzhavne upravlinnia, derzhavne rehulivannia, derzhavne rehulivannia staloho rozvytku [Interpretation of the essence of concepts: sustainable development, state management, state regulation, state regulation of sustainable development]. *Teoretychni ta prykladni pytannia derzhavotvorennia — Theoretical and applied issues of state formation*, 21, 10–19 [in Ukrainian].
 14. Kvach, Ya.P., Firsova, K.V. & Borisov, O.H. (2015). «Zelena ekonomika»: mozhyvosti dlia Ukrainy [«Green economy»: opportunities for Ukraine]. *Hlobalni ta natsionalni problemy ekonomiky — Global and national economic problems*, 6, 52–56 [in Ukrainian].
 15. Libanova, E.M. (Ed.). (2015). *Liudskyyi rozvytok v Ukraini. Modernizatsiia sotsialnoi polityky: rehionalnyi aspekt [Human development in Ukraine. Modernization of social policy: regional aspect]*. Kyiv [in Ukrainian].
 16. Portal «Pryroda Ukrainy». Grunty Ukrainy [«Nature of Ukraine» portal. Soils of Ukraine]. (n.d.). URL: <https://geomap.land.kiev.ua/soil.html>.
 17. Wilson, L., New, S., Daron, J. & Golding, N. (2021). Climate Change Impacts for Ukraine. Devon, UK: Met Office. URL: <https://www.metoffice.gov.uk/binaries/content/assets/metofficegovuk/pdf/> [in English].
 18. Likhtarov, I.A. et. al. (2012). *Zahalnodozymetrychna pasportyzatsiia ta rezultaty LVL-monitorynhu v nasele-nykh punktakh Ukrainy, yaki zaznaly radioaktyvnoho zabrudnennia pislia Chornobylskoi katastrofy. Dani za 2011 r. Zbirka 14 [General dosimetric certification and results of LVL monitoring in the settlements of Ukraine that were exposed to radioactive contamination after the Chernobyl disaster. Data for 2011. Collection 14]*. Kyiv. URL: <https://www.dsns.gov.ua/files/2012/8/13/Zbirka14.pdf> [in Ukrainian].
 19. Kuchma, T.L., Raichuk, L.A. & Shvydenko, I.K. (2021). Radioekolohichne raionuvannia landshaftiv yak riznovyd prohnoznoho radioekolohichnoho monitorynhu [Radioecological zoning of landscapes as a type of predictive radioecological monitoring]. *Hraal nauky — The grail of science*, 4, 166–171. DOI: <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.07.05.2021.030> [in Ukrainian].
 20. Chobotko, H.M., Raichuk, L.A., Shvydenko, I.K. & Kuchma, M.D. (2020). Matematychna model vy-nesennia ¹³⁷Cs z ahrolandshtativ Ukrainskoho Polissia u viddalenyi period pislia avarii na ChAES [Mathematical model of ¹³⁷Cs removal from agricultural landscapes of Ukrainian Polissia in the remote period after the accident at the Chernobyl nuclear power plant]. *Ahroekolohichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 1, 12–18 [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 17.02.2023

ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ ПЕСТИЦИДНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ПРОДУКТІВ БДЖІЛЬНИЦТВА

А.М. Ліщук, І.М. Городиська, Н.В. Карачинська

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

e-mail: lishchuk.alla.n@gmail.com; ORCID: 0000-0002-8339-9365

e-mail: anni0479@gmail.com; ORCID: 0000-0002-1580-3450

e-mail: karachinskan051177@gmail.com; ORCID: 0000-0002-6571-8430

У статті зосереджено увагу на актуальності дослідження екологічних ризиків пестицидного забруднення ґрунтів сільськогосподарського призначення, які є кормовою та сировинною базою для бджільництва. Зазначено про важливість постійного контролю за вмістом небезпечних токсикантів, зокрема хлорорганічних пестицидів, у меду бджолиному та інших продуктах бджільництва. Представлено результати досліджень вмісту залишкових кількостей стійких хлорорганічних пестицидів ГХЦГ і ДДТ у зразках меду соняшникового, відібраних із бджільницьких пасік трьох адміністративних районів Черкаської обл. Встановлено істотне забруднення меду соняшникового з пасіки бджільницького господарства с. Новоселиця залишковими кількостями пестицидів, за якого концентрація суми метаболітів та ізомерів ДДТ перевищувала гранично допустимі нормативи від 1,3 до 2,3 рази. Слід відзначити, що виявлені концентрації вищезазначеного пестициду в ґрунті (від 6,41 до 23,53 мкг/кг за ГДК ДДТ = 100 мкг/кг) не можуть бути джерелом значного забруднення меду бджолиного. Зроблено припущення, що причиною надходження ксенобіотика у продукти бджільництва шляхом біологічного колообігу (ґрунт — рослина-медонос — мед) є наявність у межах ареалу медозбору недиючого складу отрутохімікатів, що є потужним джерелом надходження токсикантів, у т.ч. і пестицидів, у об'єкти доквілля. Встановлено безпосередню кореляційну залежність вмісту пестицидів у меду від їх концентрації у ґрунті (у межах від $r = 0,61$ для с. Стебне до $r = 0,98$ для с. Новоселиця і с. Червоне). Доведено важливість оцінювання екологічних ризиків забруднення навколишнього природного середовища залишками пестицидів, оскільки навіть незначна концентрація токсичної речовини у ґрунті, воді, повітрі, нектарі або пилку медоносних рослин часто призводить до масового ураження та загибелі бджіл. Відмічено, що мед можна використовувати як відповідний біоіндикатор для оцінювання екологічних ризиків забруднення навколишнього природного середовища токсичними речовинами, включаючи хлорорганічні пестициди.

Ключові слова: хлорорганічні пестициди, мед, ґрунт, забруднення, екотоксикологічна оцінка, екологічні ризики.

ВСТУП

В умовах сучасного ведення сільськогосподарського виробництва методи хімічного захисту рослин є переважаючими. В період збору нектару і пилку бджоли стають доволі вразливими щодо надходження пестицидів до агроценозів та природних біоценозів, які використовуються як сировинна база та кормові угіддя для бджільництва [1]. Особливо важливо оцінити екологічні ризики забруднення навколишнього природного середовища залишками пестицидів, оскільки навіть незначна

концентрація токсичної речовини у ґрунті, воді, повітрі, нектарі або пилку медоносних рослин часто призводить до масового ураження та загибелі бджіл [2–4].

Останнім часом значна увага приділяється проблемам удосконалення нормативної бази щодо якості меду. Особливе занепокоєння викликають пестициди, застосування яких веде до накопичення залишкових кількостей токсикантів у доквіллі. Властивості пестицидів різних хімічних груп різняться, оскільки вони мають неоднакову стійкість, що зумовлює широкий діапазон їх залишкових кількостей [5].

Серед найнебезпечніших засобів захисту рослин слід виділити стійкі хлорорганічні пестициди (ХОП), які заборонені для використання, однак їхні залишки впродовж десятиліть ідентифікуються в об'єктах навколишнього природного середовища, тканинах живих організмів та харчових продуктах [6; 7]. Це пояснюється тривалим терміном напіврозпаду таких пестицидів та здатністю до кумуляції у компонентах довкілля.

Найважливішою властивістю ХОП є їхня здатність до значного накопичення у продуктах тваринного та рослинного походження. Ця група пестицидів має нейротоксичну, гепатотоксичну, канцерогенну дію на організм людини та ембріотоксичні властивості. Більшість із цих сполук заборонені. Нині існує перелік стійких органічних забруднювачів (СОЗ), затверджений у 2001 р. Стокгольмською конвенцією про стійкі органічні забруднювачі, до якого увійшли такі пестициди: альдрин, гексахлорбензол, гептахлор, дільдрин, ДДТ, ендрін, мірекс, токсафен, хлордан, хлордекон, ендосульфат та ліндан (включаючи супутні альфа- і бета-ізомери ГХЦГ). Пестициди цього переліку заборонені для використання у сільському господарстві. Максимально допустимі рівні залишкових кількостей цих речовин у харчових продуктах зарегламентовані у державних і світових стандартах. Так, наприклад, відповідно до вимог Євросоюзу у всьому світі посилюються імперативні норми державних нормативних документів щодо показників якості продуктів бджільництва, їх екологічної чистоти і безпеки. В ЄС базові законодавчі вимоги щодо якості та безпечності бджолиного меду визначені Директивою 2014/63/ЄС Європейського парламенту та Ради [8]. Директива 2014/63/ЄС встановлює основні положення щодо вимог, яким повинна відповідати якість меду, що надходить на внутрішній ринок ЄС. Вимогами затверджені загальні правила щодо маркування та складу меду, які гарантують якість харчового продукту для споживача.

В Україні показники якості меду регламентовані ДСТУ 4497:2005 «Мед нату-

ральний. Технічні умови» [9], у яких зазначені фізико-хімічні, біохімічні, мінімальні показники діастазної активності, вмісту масової частки води, загальної та активної кислотності та ін., та ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000-2001 «Допустимі дози, концентрації, кількості та рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді водоймищ, ґрунті» [10], які обмежують гранично допустимі концентрації стійких ХОП (ГХЦГ та ДДТ) у меду — на рівні 5 мкг/кг, у ґрунті — 100 мкг/кг. Однак вказані нормативні документи не передбачають показників безпеки меду, а саме допустимих рівнів залишків інших класів пестицидів, нітратів та нітритів, забрудненості радіонуклідами тощо. Поготів відмічена відсутність нормування забруднювачів у інших продуктах бджільництва — прополісі, воску, пилку (бджолине обніжжя), перзі (бджолиний хліб) та ін. Варто наголосити, що в Україні донині залишається не вирішеною проблема нормативного контролювання якості меду та продуктів бджільництва через відсутність законодавчо затвердженого нормування небезпечних токсикантів. Тому доволі актуальним і важливим є постійний контроль за вмістом у продуктах бджільництва токсичних речовин, зокрема стійких хлорорганічних пестицидів.

Мета роботи — оцінити екологічні ризики забруднення залишками стійких органічних пестицидів продуктів бджільництва (меду) та агроландшафтів, які використовуються як сировинна база та кормові угіддя для бджільництва.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Цінність меду бджолиного, як харчового і лікувально-профілактичного продукту, та ефективність його дієтичної і лікувальної дії залежить від якості цього продукту. Наразі виробництво якісної продукції бджільництва залежить від екологічного стану довкілля, яке пов'язане з екологічними ризиками забруднення токсичними речовинами та потребує регулярного контролю

відповідно до вимог, встановлених чинними нормативно-правовим законодавством [11].

З екотоксикологічної точки зору більшість сучасних пестицидів характеризуються високим ступенем деградації препаратів, що швидко знижує вірогідність інтоксикації бджіл. Однак хлорорганічні пестициди другого покоління – ГХЦГ (гексахлорциклогексан) та ДДТ (дихлордифеніл-трихлорметилметан), які вже давно зняті з виробництва і понад 50 років не застосовуються у сільськогосподарській практиці, викликають серйозні занепокоєння. Залишки таких пестицидів до цього часу знаходяться у ґрунті в кількостях, які в кілька разів перевищують гранично допустимі концентрації (ГДК), що неодноразово було доведено нашими науковими дослідженнями [5; 12; 13]. Тривалий термін зберігання хлорорганічних пестицидів у ґрунтах призводить не лише до пригнічення життєдіяльності мікрофлори, але й до накопичення забруднювачів у сільськогосподарській продукції, зокрема й продуктах бджільництва [14].

Особливістю хлорорганічних пестицидів є надзвичайна стійкість у об'єктах довкілля. Вони практично не розкладаються під дією температури, інсоляції, вологи та інших чинників зовнішнього середовища. Специфічною особливістю є їхня здатність до кумуляції, тобто нагромадження в кожній наступній ланці трофічного ланцюга. Ця група пестицидів має виражену кумулятивну здатність у жирових тканинах живих організмів. Водночас відомо, що ДДТ розкладається з утворенням метаболітів ДДЕ і ДДД, які є також токсичними та більш стійкішими речовинами в об'єктах довкілля і класифікуються як «можливі» канцерогени для людини [11; 12].

Науковцями світу доведено негативний вплив хімічних пестицидів на популяції медоносних бджіл, навіть у концентраціях, нижчих за порогову смертельну дозу [15; 16]. Дослідженнями, викладеними у працях [17; 18], показано, що сублетальні дози пестицидів, включаючи піретроїди, неонікотиноїди, фенілпіразол та фосфор-

органічні інсектициди, змінюють рухову активність медоносних бджіл, впливають на їхню пам'ять, що спричиняє спонтанну поведінку під час пошуку їжі.

Стійкі органічні забруднювачі характеризуються своєю хімічною та екологічною стійкістю, вони дуже повільно розкладаються у довкіллі, а їх ліпофільні властивості призводять до біоаккумуляції. Так, наприклад, у бджолиному воску, зібраному з вуликів медоносних бджіл, Ravoet et al. (2015) визначили наявність СОЗ. Це явище вони пояснюють наявністю ліпідів у бджолиному воску та ліпофільними властивостями СОЗ, а отже, здатністю медоносних бджіл біоконцентрувати хлоровані сполуки (ГХЦГ, ПХБ (поліхлоровані біфенільні ізомери) тощо) та насичувати продукти бджільництва цими забруднювачами [19; 20].

Дослідники Sanchez-Bayo та Goka (2014) [21], оцінюючи ризики впливу пестицидів, що були використані у технологіях хімічного захисту сільськогосподарських культур, визначили, що токсиканти мають безпосередній негативний вплив на бджіл. Головну увагу було зосереджено на прямому гострому отруєнні бджіл під час розпилювання агрохімікатів. Найвищий ризик виявлено при контакті бджіл із зараженим пишком залишками піретроїдних та неонікотиноїдних інсектицидів. У зв'язку з цим актуальності набувають дослідження екологічних ризиків за пестицидного забруднення ґрунтів, які є сировинною базою та кормовими угіддями для бджільництва.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проведено в Інституті агроєкології і природокористування НААН згідно з науково-технічною програмою «Розробити наукові основи управління екологічними ризиками в аграрному виробництві за вирощування сільськогосподарських культур». Досліджено вміст залишків хлорорганічних пестицидів ГХЦГ (α -, β -, γ -ізомери) і ДДТ (ізомери та стійкі метаболіти ДДЕ і ДДД) у зразках меду со-

няшникового. Для дослідження використано зразки меду з бджільницьких пасік трьох адміністративних районів Черкаської обл. з різним ступенем антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище: с. Новоселиця Катеринопільського р-ну, с. Стебне Звенигородського р-ну та с. Червоне Тальнівського р-ну. Відбір зразків меду здійснювали після його відкачування по закінченню цвітіння сільськогосподарської культури-медоносу (соняшника) відповідно до «Порядку відбору зразків продукції тваринного, рослинного і біотехнологічного походження для проведення досліджень» (затв. Постановою КМУ № 833 від 14.06.2002 р.). Вивчали кореляційну залежність вмісту ХОП у меду від їх концентрації у ґрунті (шар 0–20 см), відбраному з відповідних полів під посівами соняшника. Відбір ґрунту проводили методом конверта в радіусі двох кілометрів від пасік з кожної площі, зайнятої медоносними рослинами. Для оцінки екологічних ризиків пестицидного забруднення ґрунту та продуктів бджільництва (зокрема, меду) за вмістом залишкових кількостей ХОП було проаналізовано результати трирічних досліджень.

Вміст хлорорганічних пестицидів визначали методом газорідинного хроматографа за М.А. Клісенко (1983) за офіційно затвердженими методиками [22] на газорідинному хроматографі «Кристалл 2000». Статистичну обробку отриманих результатів проводили за використання стандартних статистичних програм Microsoft Office Excel та S-plus.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Робота спрямована на оцінювання екологічних ризиків забруднення меду бджолиного залишками хлорорганічних пестицидів та встановлення кореляційної залежності вмісту токсикантів у меду від концентрації цих забруднювачів у ґрунті.

За результатами досліджень виявлено, що всі зразки ґрунту та меду соняшникового різних адміністративних районів Черкаської обл. містили залишки хлорорганіч-

них пестицидів ГХЦГ і ДДТ. Результати досліджень вмісту суми ізомерів ГХЦГ у зразках меду та ґрунту з пасік Черкаської обл. (села Новоселиця, Червоне, Стебне) представлено в *табл. 1*.

Таблиця 1. Вміст залишкових кількостей ХОП у зразках меду соняшникового і ґрунту

Місце відбору зразка	Сума ізомерів ГХЦГ (α-, β-, γ-ізомери), мкг/кг	
	мед	ґрунт
с. Новоселиця	0,29 ± 0,03	1,85 ± 0,74
с. Червоне	0,13 ± 0,06	1,28 ± 0,87
с. Стебне	3,18 ± 0,07	0,48 ± 0,05
ГДК	5	100

Як видно з *табл. 1*, вміст суми ізомерів ГХЦГ у зразках ґрунту, на якому зростала медоносна агрокультура — соняшник, невисокий і становив від 0,48 до 1,85 мкг/кг (ГДК ДДТ = 100 мкг/кг). Через високу леткість та відносно добру розчинність у воді ГХЦГ характеризується значною рухомістю у ґрунті та помірною стійкістю у довкіллі. Завдяки високій здатності до рухомості ГХЦГ може транслокуватися і накопичуватися у сільськогосподарській рослинницькій продукції [6]. Тому визначені концентрації пестициду в ґрунті не можуть бути причиною значного забруднення меду бджолиного, однак такі показники підтверджують наявність стійких органічних забруднювачів у досліджуваних ґрунтах.

За результатами хроматографічного аналізу, рівень вмісту гексахлорциклогексану у зразках меду соняшникового з пасік Черкаської обл. сягав від 0,13 до 3,18 мкг/кг, що не перевищувало встановлених гігієнічних нормативів. Результати досліджень вмісту суми ізомерів ДДТ у зразках меду і ґрунту з пасік Черкаської обл. наведено в *табл. 2*.

Аналіз вмісту залишкових кількостей суми метаболітів та ізомерів ДДТ показав істотне забруднення меду соняшникового цими пестицидами. Так, мед із бджільницького господарства с. Новоселиця, неподалік якого розташовано недіючий склад

Таблиця 2. Вміст залишкових кількостей ДДТ у зразках меду соняшникового і ґрунту

Місце відбору зразка	Сума ізомерів та метаболітів ДДТ (ДДЕ, ДДТ, ДДД), мкг/кг	
	мед	ґрунт
с. Новоселиця	11,63 ± 0,28	23,53 ± 2,84
с. Червоне	6,53 ± 0,57	11,02 ± 0,23
с. Стебне	4,96 ± 1,04	6,41 ± 0,43
ГДК	5	100

отрутохімікатів, містив ДДТ у кількості 11,63 мкг/кг. Слід зазначити, що сумарне значення метаболітів та ізомерів ДДТ у меду з цієї території перевищувало ГДК у 2,3 раза. Вміст пестициду у меду з пасік с. Червоне сягав 6,53 мкг/кг. У цих зразках меду концентрація залишків пестицидів перевищувала ГДК у 1,3 раза. Концентрація суми метаболітів та ізомерів ДДТ в меду з пасік с. Стебне досягала кількості 4,96 мкг/кг, яка не перевищувала, проте межувала з показниками ГДК.

Отже, можна припустити, що на підвищений вміст ксенобіотиків у меду соняшниковому певним чином впливає антропогенне навантаження в межах ареалу медозбору. В цьому випадку таким джерелом можуть слугувати непридатні пестициди, які до цього часу у значних кількостях зберігаються на недіючих складах отрутохімікатів, які не можна використовувати у сільському господарстві внаслідок втрати своїх властивостей, термінів придатності, чи заборонених до використання, або невизначених препаратів через деструкцію пакувальних пакетів. Унаслідок незадовільних умов зберігання залишки непридатних до застосування токсичних сполук із недіючих складів отрутохімікатів надходять у ґрунтову систему і мігрують у об'єкти доквілля та продукцію сільськогосподарського виробництва [5; 12].

Відомо, що надходження ДДТ та його метаболітів із ґрунту у рослини агроценозів, а також процеси їх накопичення та трансформації рослинами залежать від вихідного рівня забруднення ґрунту, на-

явності у ньому токсичних речовин та видових особливостей рослин. Адже деякі рослини здатні накопичувати ДДТ та його метаболіти у значних кількостях не лише у тканинах коренів, але й у стеблі, листках та суцвіттях. Це свідчить про можливість застосування цих видів як фітостабілізаторів СОЗ у ґрунті для запобігання міграції токсикантів у суміжні середовища. На концентрацію ксенобіотиків у меду безпосередньо можуть впливати фізіологічні особливості культури-медоноса соняшника, який, завдяки своїй потужній розгалуженій кореневій системі здатний до вилучення з ґрунту, біокумуляції і транслокації пестицидів. Чим глибше проникає корінь рослини в ґрунт, тим більша ймовірність вилучення токсикантів. Пестицид, поглинутий кореневою системою, у подальшому може розподілятися між органами рослини, до того ж, його концентрація у корені, стеблі, листках, генеративних органах може значно варіювати [23].

У зв'язку з цим можливо припустити, що соняшник бажано застосовувати як рослину-ремедіатор для оперативного очищення забруднених пестицидами агроценозів із метою сільськогосподарського використання відновлених ґрунтів, зокрема, для ведення органічного землеробства. Адже фіторемедіація і фітоліяція ґрунтів є екологічними інструментами управління екологічними ризиками в умовах органічного землеробства [24]. Однак використання культурних рослин у технологіях фіторемедіації в умовах тривалого пестицидного забруднення обмежується фітотоксичністю ґрунтів, які в значних кількостях містять залишки гербіцидів, та ліпофільними властивостями самих пестицидів. Тому існує великий ризик значного накопичення цих токсикантів переважно у продуктивному й товарному органі цієї культури — олійному насінні соняшника. Одним із основних показників здатності рослин до фітоекстракції забруднювачів є коефіцієнт транслокації, який визначається за співвідношенням умісту пестицидів у надземних органах рослин до їх вмісту у кореневій системі. Вважається, що при

значеннях цього коефіцієнта ≥ 1 , рослини володіють високою здатністю перемішувати полютанти із кореневої у надземну частину та є перспективними для використання у технологіях фітоекстракції. Разом із тим, питання біоаккумуляції та транслокації пестицидів у органах рослин сояшника наразі досконало не вивчено і є доволі перспективним напрямом у галузі розроблення фітореMediaційних технологій за допомогою олійних культур.

За отриманими результатами проведено корелятивний аналіз для дослідження залежності вмісту ХОП у меду сояшниковому від його наявності в ґрунтах, на яких зростала медоносна культура сояшник. Для різних районів Черкаської обл. виявлено різні показники кореляційної залежності. Вони варіювали у межах від $r = 0,61$ (для с. Стебне) до $r = 0,98$ (для с. Новоселиця і с. Червоне), але загалом позитивні для всього дослідженого регіону, що свідчить про безпосередню залежність щодо накопичення залишків пестицидів у меду від їхнього вмісту у ґрунті.

Отже, мед можна використовувати як відповідний біоіндикатор для оцінювання екологічних ризиків забруднення навколишнього природного середовища токсичними речовинами, включаючи хлорорганічні пестициди.

ВИСНОВКИ

Встановлено, що на підвищений вміст ксенобіотиків у меду сояшниковому

впливають як антропогенне навантаження на ареал медозбору, (наприклад, близьке розташування недіючих складів отрутохімікатів неподалік с. Новоселиця, що нині слугують першочерговим джерелом надходження пестицидів у об'єкти довкілля), так і фізіологічні особливості культури-медоноса сояшника, який, завдяки своїй потужній кореневій системі, здатний до біокумуляції і транслокації пестицидів. Отриманими результатами підтверджено необхідність проведення екотоксикологічного контролю за вмістом залишкових кількостей стійких хлорорганічних пестицидів у меду бджололиному. Показано, що хлорорганічні пестициди (ГХЦГ і ДДТ) здатні до накопичення у меду бджололиному у значних кількостях, незважаючи на те, що їх багато років не застосовують на сільськогосподарських угіддях для хімічного захисту рослин. Концентрація токсикантів у меду безпосередньо залежить від рівня забрудненості ними ґрунтів, що доведено результатами корелятивного аналізу. Підкреслено важливість проведення дослідження з оцінювання екологічних ризиків забруднення залишками стійких органічних пестицидів агроландшафтів, які використовуються як сировинна база та кормові угіддя для бджільництва. Мед можна використовувати як відповідний біоіндикатор для оцінювання екологічних ризиків забруднення навколишнього природного середовища токсичними речовинами, включаючи хлорорганічні пестициди.

ЛІТЕРАТУРА

1. Drummond J., Williamson S.M., Fitchett A.E. et al. Spontaneous honeybee behaviour is altered by persistent organic pollutants. *Ecotoxicology*. 2017. № 26. P. 141–150. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10646-016-1749-0>
2. Разанов С.Ф. Особливості накопичення важких металів у стільниках бджололиного гнізда. In: *Topical issues of the development of modern science: the 6th International scientific and practical conference (February 12–14, 2020)*. Publishing House «ACCENT», Sofia, Bulgaria. 2020. P. 792–1018.
3. Скрипка Г.А., Касянчук В.В. Порівняльний аналіз вмісту хлорорганічних та фосфорорганічних пестицидів у меді та продуктах бджільництва. *Біологія тварин*. 2015. Т. 17. № 1. С. 99–108.
4. Hooven L.A., Chakrabarti P., Harper B.J. et al. Potential risk to pollinators from nanotechnology-based pesticides. *Molecules*. 2019. № 24 (24). 4458. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules24244458>
5. Туренко В.П., Білик М.О., Станкевич С.В. та ін. Сучасні пестициди і технічні засоби їх застосування: навч. посіб. Харків: Видавництво Іванченка І.С., 2022. 564 с.
6. Lishchuk A., Parfenyk A., Horodyska I. et al. Environmental Risks of the Pesticide Use in Agroecosystems and their Management. *Journal of Ecological Engineering*. 2023. № 24 (3). P. 199–212. DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/158537>
7. Камінська К.В., Ткачук С.А. Залишкова кількість пестицидів в меді і продуктах бджільництва. In: *Problems and prospects of implementation of innovative research results: collection of scientific papers «ΛΟΓΟΣ»*

- with Proceedings of the International Scientific and Practical Conference (December 13, 2019). Valletta, Republic of Malta: European Scientific Platform NGO. 2019. Vol. 3. С. 8–10.
8. Directive 2014/63/EU of the European Parliament and of the council amending Council Directive 2001/110/EC relating to honey of 15 May 2014. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX%3A32014L0063>.
 9. ДСТУ 4497:2005. Мед натуральний. Технічні умови. [Чинний від 2007–01–01]. Вид. офіс. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 22 с.
 10. ДСанПІН 8.8.1.2.3.4-000–2001. Допустимі дози, концентрації, кількості та рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі, воді водоймищ, ґрунті. [Чинний від 2001–20–09]. Вид. офіс. Київ: Міністерство охорони здоров'я України, 2001.
 11. Моклячук Л.І., Ліщук А.М., Матусевич Г.Д. Аналіз міжнародної практики та методичних підходів щодо вивчення екологічних ризиків пестицидів. *Збалансоване природокористування*. 2012. № 1. С. 46–50.
 12. Моклячук Л.І., Ліщук А.М., Яцук І.П., Городиська І.М. Забруднення агрокосистем непридатними пестицидами як регіональний індикатор стану земельних ресурсів. *Збалансоване природокористування*. 2017. № 2. С. 140–144.
 13. Яцук І.П., Ліщук А.М., Матусевич Г.Д. Екотоксикологічна оцінка ґрунтів Чернігівської області за вмістом пестицидів і важких металів. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2014. № 2. С. 117–120.
 14. Ponce-Vejar G., Ramos de Robles S.L., Macias-Macias J.O. et al. Detection and concentration of neonicotinoids and other pesticides in honey from honey bee colonies located in regions that differ in agricultural practices: implications for human and bee health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022. № 19 (13). 8199. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph19138199>.
 15. Dively G.P., Embrey M.S., Kamel A. et al. Assessment of chronic sublethal effects of imidacloprid on honey bee colony health. *PLoS ONE*. 2015. № 10 (3). e0118748. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0126043>
 16. Charreton M., Decourtye A., Henry M. et al. A locomotor deficit induced by sublethal doses of pyrethroid and neonicotinoid insecticides in the honeybee *Apis mellifera*. *PLoS ONE*. 2015. № 10 (12). e0144879. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144879>.
 17. Attaullah M., Nawaz M.A., Ilahi I. et al. Honey as a bioindicator of environmental organochlorine insecticides contamination. *Brazilian Journal of Biology*. 2021. P. 83. DOI: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.250373>.
 18. Williamson S.M., Willis S.J. and Wright G.A. Exposure to neonicotinoids influences the motor function of adult worker honeybees. *Ecotoxicology*. 2014. № 23. P. 1409–1418. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10646-014-1283-x>.
 19. Ravoet J., Reybroeck W. and de Graaf D.C. Pesticides for apicultural and/or agricultural application found in Belgian honey bee wax combs. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*. 2015. № 94. P. 543–548. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00128-015-1511-y>.
 20. Malhat F.M., Haggag M.N., Loutfy N.M. et al. Residues of organochlorine and synthetic pyrethroid pesticides in honey, an indicator of ambient environment, a pilot study. *Chemosphere*. 2015. № 120. P. 457–461. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.08.032>.
 21. Sanchez-Bayo F. and Goka K. Pesticide residues and bees — a risk assessment. *PLoS ONE*. 2014. № 9 (4). e94482. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0094482>.
 22. Методи определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде: Справочное издание / под ред. М.А. Клисенко. Москва: Колос, 1983. 304 с.
 23. Ліщук А.М., Городиська І.М., Драга М.В. Концептуальні підходи до реабілітації забруднених пестицидами ґрунтів України. *Збалансоване природокористування*. 2021. № 3. С. 88–96. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.3.2021.247134>.
 24. Моклячук Л.І., Городиська І.М., Ліщук А.І. Природоохоронні технології відновлення деградованих ґрунтів у органічному землеробстві. *Агро-екологічний журнал*. 2017. № 2. С. 134–141. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2017.220169>.

REFERENCES

1. Drummond, J., Williamson, S.M., Fitchett, A.E. et al. (2017). Spontaneous honeybee behaviour is altered by persistent organic pollutants. *Ecotoxicology*, 26, 141–150. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10646-016-1749-0> [in English].
2. Razanov, S.F. (2020). Osoblyvosti nakopychennia vazhkykh metaliv u stilnykakh bdzholynoho hnidza [Features of the accumulation of heavy metals in the honeycombs of the bee nest]. *Topical issues of the development of modern science: the 6th International scientific and practical conference*. (pp. 792–1018). Publishing House "ACCENT", Sofia, Bulgaria [in Ukrainian].
3. Skrypka, H.A. & Kasianchuk, V.V. (2015). Porivnialnyi analiz vmistu khlororhanichnykh ta fosfororhanichnykh pestytsydiv u medi ta produktakh bdzhilnytstva [Comparative analysis of the content of organochlorine and organophosphorus pesticides in honey and beekeeping products]. *Biolohiia tvaryn — Biology of animals*, 17, 1, 99–108 [in Ukrainian].
4. Hooven, L.A., Chakrabarti, P., Harper, B.J. et al. (2019). Potential risk to pollinators from nanotechnology-based pesticides. *Molecules*, 24 (24), 4458. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules24244458> [in English].
5. Turenko, V.P., Bilyk, M.O., Stankevych, S.V. et al. (2022). *Suchasni pestytsydy i tekhnichni zasoby yikh zastosuvannia: navchalnyi posibnyk [Modern pesticides and technical means of their use: textbook]*. Kharkiv: «Vydavnytstvo Ivanchenko I.S.» [in Ukrainian].

6. Lishchuk, A., Parfenyuk, A., Horodyska, I. et al. (2023). Environmental Risks of the Pesticide Use in Agroecosystems and their Management. *Journal of Ecological Engineering*, 24 (3), 199–212. DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/158537> [in English].
7. Kaminska, K.V. & Tkachuk, S.A. (2019). Zalyshkova kilkist pestytsydiv v medi i produktakh bdzhilnytstva [Residual amount of pesticides in honey and beekeeping products]. *Problems and prospects of implementation of innovative research results: collection of scientific papers «АГОНОС» with Proceedings of the International Scientific and Practical Conference* (pp. 8–10). Valletta, Republic of Malta [in Ukrainian].
8. Directive 2014/63/EU of the European Parliament and of the council amending Council Directive 2001/110/EC relating to honey of 15 May 2014. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX%3A32014L0063> [in English].
9. Med naturalnyi. Tekhnichni umovy [Natural honey. Technical conditions]. (2007). *DSTU 4497:2005 from 1st January 2007*. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].
10. Dopustymi dozy, konsentratsii, kilkosti ta rivni vmistu pestytsydiv u silskohospodarskii syrovyni, kharchovykh produktakh, povitri robochoi zony, atmosfernomu povitri, vodi vodoimyshch, grunti [Permissible doses, concentrations, quantities and levels of pesticide content in agricultural raw materials, food products, air of the working area, atmospheric air, water of reservoirs, soil]. (2001). *DSanPIN 8.8.1.2.3.4-000-2001 from 20th September 2001*. Kyiv: Ministerstvo okhorony zdorovia Ukrainy [in Ukrainian].
11. Moklyachuk, L.I., Lishchuk, A.M. & Matusyevych, G.D. (2012). Analiz mizhnarodnoi praktyky ta metodychnykh pidkhodiv shchodo vyvchennia ekolohichnykh ryzykiv pestytsydiv [Analysis of international practice and methodical approaches to the study of ecological risks of pesticides]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia — Balanced nature management*, 1, 46–50 [in Ukrainian].
12. Moklyachuk, L.I., Lishchuk, A.M., Yatsuk, I.P. & Horodyska, I.M. (2017). Zabrudnennia ahroekosystem neprydatnyimi pestytsydamy yak rehionalnyi indyikator stanu zemelnykh resursiv [Contamination of agroecosystems with unsuitable pesticides as a regional indicator of the state of land resources]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia — Balanced nature management*, 2, 140–144 [in Ukrainian].
13. Yatsuk, I.P., Lishchuk, A.M. & Matusyevych, G.D. (2014). Ekotoksikolohichna otsinka gruntiv Chernihivskoi oblasti za vmistom pestytsydiv i vazhkykh metaliv [Ecotoxicological assessment of soils of Chernihiv region for the content of pesticides and heavy metals]. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva — Bulletin of the Uman National University of Horticulture*, 2, 117–120 [in Ukrainian].
14. Ponce-Vejar, G., Ramos de Robles, S.L., Macias-Macias, J.O. et al. (2022). Detection and concentration of neonicotinoids and other pesticides in honey from honey bee colonies located in regions that differ in agricultural practices: implications for human and bee health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19 (13), 8199. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph19138199> [in English].
15. Dively, G.P., Embrey, M.S., Kamel, A. et al. (2015). Assessment of chronic sublethal effects of imidacloprid on honey bee colony health. *PLoS ONE*, 10 (3), e0118748. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0126043> [in English].
16. Charreton, M., Decourtye, A., Henry, M. et al. (2015). A locomotor deficit induced by sublethal doses of pyrethroid and neonicotinoid insecticides in the honeybee *Apis mellifera*. *PLoS ONE*, 10 (12), e0144879. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144879> [in English].
17. Attaullah, M., Nawaz, M.A., Ilahi, I. et al. (2021). Honey as a bioindicator of environmental organochlorine insecticides contamination. *Brazilian Journal of Biology*, 83. DOI: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.250373> [in English].
18. Williamson, S.M., Willis, S.J. & Wright, G.A. (2014). Exposure to neonicotinoids influences the motor function of adult worker honeybees. *Ecotoxicology*, 23, 1409–1418. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10646-014-1283-x> [in English].
19. Ravoet, J., Reybroeck, W. & de Graaf, D.C. (2015). Pesticides for apicultural and/or agricultural application found in Belgian honey bee wax combs. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, 94, 543–548. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00128-015-1511-y> [in English].
20. Malhat, F.M., Haggag, M.N., Loutfy, N.M. et al. (2015). Residues of organochlorine and synthetic pyrethroid pesticides in honey, an indicator of ambient environment, a pilot study. *Chemosphere*, 120, 457–461. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.08.032> [in English].
21. Sanchez-Bayo, F. & Goka, K. (2014). Pesticide residues and bees — a risk assessment. *PLoS ONE*, 9 (4), e94482. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0094482> [in English].
22. Klisenko, M.A. (Ed.). (1983). *Metodyi opredeleniya mikrokolichestv pestitsidov v produktakh pitaniya, kormah i vneshney srede: Spravochnoe izdanie. [Methods of determining microquantities of pesticides in food products, fodder and the environment: Reference edition]*. Moskva: Kolos [in Russian].
23. Lishchuk, A.M., Horodyska, I.M. & Draga, M.V. (2021). Kontseptualni pidkhody do reabilitatsii zabrudnennykh pestytsydamy gruntiv Ukrainy [Conceptual approaches to the rehabilitation of pesticide-contaminated soils of Ukraine]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia — Balanced nature management*, 3, 88–96. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.3.2021.247134> [in Ukrainian].
24. Moklyachuk, L.I., Horodyska, I.M. & Lishchuk, A.M. (2017). Pryrodookhoronni tekhnolohii vidnovlennia dehradovanykh gruntiv u orhanichnomu zemlerobstvi [Environmental protection technologies for restoration of degraded soils in organic farming]. *Ahroekolohichniy zhurnal — Agroecological journal*, 2, 134–141. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2017.220169> [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 01.04.2023

НАДХОДЖЕННЯ ^{137}Cs І ^{90}Sr ДО ОРГАНІЗМУ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ ТА ДО ГНОЙОВОЇ БІОМАСИ ЗАЛЕЖНО ВІД РАЦІОНУ ГОДІВЛІ В УМОВАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЛІСОСТЕПУ

І.В. Перцьовий¹, В.Ю. Герасименко¹, І.К. Швиденко²,
О.І. Розпутній¹, В.П. Бабань¹, В.В. Скиба¹, П.І. Веред¹,
В.М. Харчишин¹, А.П. Король¹, О.М. Титарьова¹

¹ Білоцерківський національний аграрний університет (м. Біла Церква, Україна)

e-mail: pertsowy@gmail.com; ORCID: 0000-0001-5042-3771

e-mail: viktor.herasymenko@btsau.edu.ua; ORCID: 0000-0002-5678-9624

e-mail: bezpeku@ukr.net; ORCID: 0000-0003-2005-990X

e-mail: viktoriya_baban@ukr.net; ORCID: 0000-0003-3590-8214

e-mail: vered.petro@ukr.net; ORCID: 0000-0001-6548-4622

e-mail: econanobiotech@ukr.net; ORCID: 0000-0002-3403-3535

e-mail: bezpeku@ukr.net; ORCID: 0000-0002-3605-1147

e-mail: decbtf@ukr.net; ORCID: 0009-0000-2960-6725

e-mail: olenakosyanenko@gmail.com; ORCID: 0000-0003-4820-809X

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

e-mail: favor09@ukr.net; ORCID: 0000-0002-6135-8968

Досліджено та проаналізовано раціон годівлі великої рогатої худоби на перехід ^{137}Cs і ^{90}Sr до м'язової тканини, кісток, молока та гнойової біомаси. Визначено питому активність радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у добовому раціоні годівлі тварин. Виявлено, що щільність забруднення ґрунту ^{137}Cs у ТОВ «Надія» коливалась від 104,2 до 396,5 кБк/м², а ^{90}Sr від 9,4 до 36,2 кБк/м². Поля у ТОВ «Іванівське» мали щільність забруднення ^{137}Cs 37,5–283,6 кБк/м² і ^{90}Sr — 7,4–32,1 кБк/м². Щільність забруднення ґрунту ^{137}Cs у ННДЦ БНАУ коливалась 4,18–8,66 кБк/м², а ^{90}Sr — 0,44–0,88 кБк/м². Результати оцінки раціону свідчать, що в організм тварин у ТОВ «Надія» в середньому з кормів щодоби надходило ^{137}Cs 375,3±84,2 Бк та ^{90}Sr 345,1±98,2 Бк. Значно менше радіонуклідів із раціону потрапляло до організму тварин у ТОВ «Іванівське», в середньому щодоби ^{137}Cs — 174,9 Бк та ^{90}Sr 236,0 Бк. Найнижчі показники коефіцієнтів переходу ^{137}Cs і ^{90}Sr з добового раціону в організм відмічені у ННДЦ БНАУ — 8,56% ^{137}Cs та 9,69% ^{90}Sr . Визначено, що загалом у м'язову тканину тварин із раціону надходило: 6,37% — ^{137}Cs та 0,06% — ^{90}Sr у ТОВ «Надія»; 2,0% — ^{137}Cs і 0,02% — ^{90}Sr у ТОВ «Іванівське», у ННДЦ БНАУ 2,22% — ^{137}Cs . У кістки: 6,47% — ^{90}Sr у ТОВ «Надія»; 5,47% — ^{90}Sr у ТОВ «Іванівське», у ННДЦ БНАУ 0,41% — ^{90}Sr . Отримані результати підтвердили, що ^{137}Cs здатен рівномірно накопичуватись у всіх органах тварини, а от ^{90}Sr вибірково або переважно накопичується в окремих органах. Встановлено, що в умовах тривалого надходження радіонуклідів із раціоном в організм великої рогатої худоби, з гнойовою біомасою виділяється 85–90%.

Ключові слова: радіонукліди, м'язова тканина, кістки, яловичина, гнойова біомаса, техногенна катастрофа.

ВСТУП

Понад 35 років минуло після техногенної катастрофи, яка сталась на Чорнобильській АЕС, але і досі залишається безпрецедентною за масштабами і наслідками впливу на екосистеми навколишнього при-

родного середовища. Внаслідок випадіння радіоактивних речовин було забруднено понад 4,6 млн га земель 12 областей, у т. ч. 3,1 млн га орних земель, близько 400 тис. га природних кормових угідь, понад 3 млн га лісів, із землекористування вилучено 119 тис. га сільськогосподарських угідь [1].

© І.В. Перцьовий, В.Ю. Герасименко, І.К. Швиденко, О.І. Розпутній, В.П. Бабань, В.В. Скиба, П.І. Веред, В.М. Харчишин, А.П. Король, О.М. Титарьова, 2023

За час, що минув, рівень радіаційно-го забруднення значної території нашої держави істотно змінився, передусім це відбулось внаслідок природних реабілітаційних процесів (радіоактивний розпад, фіксація та перерозподіл радіонуклідів у ґрунті) та завдяки проведеному комплексу заходів, спрямованих на підвищення ефективності біогеохімічних бар'єрів у ґрунтах із метою запобігання поширенню радіонуклідів. Як наслідок, відповідно до останніх змін Закону України «Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи» було ліквідовано четверту зону — зону посиленого радіоекологічного контролю [2].

З моменту Чорнобильської катастрофи здійснено доволі велику кількість наукових досліджень із вивчення міграції ^{137}Cs і ^{90}Sr в об'єктах аграрного виробництва, накопичення їх у продовольчій продукції та оцінки доз опромінення людини. Основну увагу науковців зосереджено на зоні Полісся, де щільність забруднення та рівень міграції біологічно активних довгоживучих радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr на порядок вищий, ніж у зоні Лісостепу [3; 4].

Вивчення та дослідження радіоекологічної ситуації Центрального Лісостепу залишається на часі досить актуальним, оскільки радіоактивний слід унаслідок вибуху на ЧАЕС зумовив забруднення радіонуклідами Київської та Черкаської обл. Зважаючи на це, населені пункти цих районів потрапили до зони гарантованого добровільного відселення (3-тя зона радіоактивного забруднення), де щільність забруднення ґрунту може становити по ^{137}Cs від 5,0 до 15,0 Кі/кв. км, або по ^{90}Sr від 0,15 до 3,0 Кі/кв. км [5]. Однак, незважаючи на загальну тенденцію стабілізації радіаційного стану, слід зазначити, що рівні радіоактивного забруднення сільськогосподарської продукції в окремих районах у десятки разів перевищують дозаварійний рівень і в деяких випадках, особливо у селянських господарствах, залишаються значно вищими порівняно з існуючими нормативами.

Тому ведення сільськогосподарської діяльності, а особливо отримання сільськогосподарської продукції на радіоактивно забрудненій території потребує прискіпливого контролю та уваги. Оскільки саме тут трапляються непоодинокі випадки, коли вміст ^{90}Sr в сільськогосподарській продукції перевищує ДР-2006. І саме тому особливо увагу потрібно приділяти виробництву так званих критичних сільськогосподарських продуктів, тобто тих, споживання яких формує основну частину дози внутрішнього опромінення (насамперед, це стосується молока та м'яса) [6].

Метою роботи було здійснити оцінку впливу типу годівлі великої рогатої худоби на перехід ^{137}Cs і ^{90}Sr до м'язової тканини, кісток, молока та побічної продукції в тваринництві — гнойової біомаси.

Для виконання цієї мети були поставлені такі завдання: визначити питому активність ^{137}Cs і ^{90}Sr у добовому раціоні, молоці, м'язовій тканині та кістках, гнойовій біомасі великої рогатої худоби, а також встановити відсоток переходу цих радіонуклідів із добового раціону у всі вищезазначені ланки міграції поліотантів.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Важливу роль у зменшенні переходу радіонуклідів із кормів у продукцію тваринництва відіграє раціон. Його зміною можна в 2–5 разів знизити вміст ^{137}Cs та ^{90}Sr у молоці, м'ясі, субпродуктах. Немає потреби наголошувати, що в основі складання раціонів повинен бути постійний контроль за станом забруднення кормів радіоактивними речовинами. Крім того, слід враховувати здатність різних видів рослин нагромаджувати окремі радіонукліди. Велику увагу також потрібно приділяти значенням коефіцієнтів переходу (K_p) радіонуклідів у різні продукти [6].

Варто зазначити, що швидкість та інтенсивність міграції ^{137}Cs і ^{90}Sr в трофічних ланцюгах «ґрунт–рослина–тварина» може залежати від багатьох чинників, одним із визначальних є ґрунтово-кліматичні умови, фізико-хімічні форми та кількість

радіоактивних випадінь. Відомо, що на відміну від ^{137}Cs (на 95% знаходиться в фіксованому стані), ^{90}Sr з часом може вилуговуватися з так званих паливних частинок і переходити в обмінні форми. Тому його доступність для живих організмів на початковому післяварійному етапі була незначною, а з часом унаслідок розчинення частинок кислих ґрунтів ^{90}Sr перейшов у доступну форму. Щодо слабокислих ґрунтів, очікується зростання розчинності цього радіонукліда [7]. Отже, можна стверджувати, що чорноземи Центрального Лісостепу здатні сорбувати в більшій кількості радіонуклідів, аніж суглинисті і супіщані ґрунти, що пояснюється присутністю у чорноземах значної кількості високодисперсних частинок.

Велика рогата худоба – важлива складова елемента агроєкосистем, становить одну з ключових ланок у трофічному ланцюзі, через яку здійснюється біогенна міграція ^{137}Cs і ^{90}Sr до продукції тваринництва, а згодом до організму людини. Тому вагому роль у зменшенні переходу радіонуклідів із корму у продукцію тваринництва відіграє тип годівлі та раціон. У своїй роботі І.М. Гудков та М.М. Вінничук [8], доводять, що при підборі раціону годівлі великої рогатої худоби, потрібно враховувати здатність різних видів рослин нагромаджувати радіонукліди. Так, коефіцієнт переходу ^{137}Cs і ^{90}Sr у молоці і м'ясі корів, у раціоні яких переважають зелені трави, в 1,5–2 рази більше, ніж у тварин, основу раціону яких становлять зерно та грубі корми. Сінний тип годівлі великої рогатої худоби більшою мірою зумовлює надходження ^{137}Cs і ^{90}Sr у м'ясо й молоко порівняно зі змішаним, до складу якого входять зерно, грубі корми та сіно, або із силосно-концентратним.

Таким чином, використовуючи видовий і сортовий підбір сільськогосподарських культур та знаючи їхні коефіцієнти переходу, можна здійснити прогностичний аналіз міграції радіонуклідів по трофічних ланцюгах, а також визначити допустиму щільність забрудненості агроландшафтів, придатних для їх вирощування [9].

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для виконання поставлених завдань визначили вміст ^{137}Cs і ^{90}Sr у ґрунті сільськогосподарських угідь, добовому раціоні, молоці, м'язовій, кістковій тканинах та гнойовій біомасі великої рогатої худоби. Дослідження були виконані у господарствах ТОВ «Іванівське» і ТОВ «Надія» Білоцерківського р-ну Київської обл., сільськогосподарські угіддя яких потрапили в зону радіаційного забруднення, та на дослідних ділянках ННДЦ БНАУ. Експериментальні дослідження включали польові та лабораторні методи дослідження. Польовий метод полягав у відборі зразків у дослідних господарствах, а лабораторний – підготовці та дослідженні зразків на вміст радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr .

Відібраний матеріал для вимірювання готували так: зразки ґрунту попередньо висушували на повітрі, розтирали в ступці, просіювали. Форми радіонуклідів (водорозчинну, обмінну, кислоторозчинну та фіксовану) – визначали послідовно, обробляючи наважку ґрунту дистильованою водою, 1 моль/л $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ та 1 моль/л HCl . Вміст радіонуклідів, що залишилися в твердому залишку наважки ґрунту, відносили до фіксованої форми. Для радіохімічного виділення ^{90}Sr , наважку ґрунту прожарювали у муфельній печі за температури 500°C [12–15].

Питому активність радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у кормах визначали: у зерні на повітряно-суху масу, у вегетативній масі зернових культур, коренеплодів, гички буряків цукрових, молоці, м'язовій і кістковій тканинах, гнойовій масі на натуральну вологість [14]. У молоці, попередньо його підкисливши оцтовою кислотою, випарювали у фарфорових чашках на електричній плитці до утворення сухого залишку, а процес висушування закінчували в сушильній шафі за 100°C до отримання постійної маси сухого залишку [15].

Активність відібраних та підготовлених проб на ^{137}Cs визначали методом сцинтиляційної гамма-спектрометрії, а на ^{90}Sr – бета-спектрометрії на УСК «Гамма Плюс U»

з програмним забезпеченням «Прогрес 2000» на кафедрі безпеки життєдіяльності БНАУ. Похибка вимірювань залежно від активності зразків становила $\pm 10\text{--}30\%$ [10–14]. Оцінку отриманих результатів експериментальних досліджень проводили за допомогою програмного забезпечення Statistica 6. Різниця значень рахувалась достовірною при $P \leq 0,05$.

Всі тварини знаходились у стійловій системі утримання та в однакових умовах годівлі. Раціони годівлі тварин у господарствах сформовано за поживними речовинами відповідно до загальновищезгаданих норм годівлі один-два рази на місяць з урахуванням живої маси, середньодобового приросту, надою молока, фізіологічного стану тварин.

Концентрацію радіонуклідів у раціоні розраховували за такою формулою [18]:

$$P_{\text{раціону}} = A \cdot P(A) + B \cdot P(B) + \dots,$$

де P – концентрація радіонукліда в раціоні; A – кількість корму в раціоні, кг; $P(A)$ – концентрація радіонукліда у кормі А, Бк/кг; B – кількість корму Б в раціоні, кг; $P(B)$ – концентрація радіонукліда у кормі Б, Бк/кг.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Встановлено, що щільність забруднення ґрунту ^{137}Cs у ТОВ «Надія» коливалась від 104,2 до 396,5 кБк/м², а ^{90}Sr від 9,4 до 36,2 кБк/м². Поля у ТОВ «Іванівське» мали щільність забруднення ^{137}Cs 37,5–283,6 кБк/м² і ^{90}Sr 7,4–32,1 кБк/м². Щільність забруднення ґрунту ^{137}Cs у ННДЦ БНАУ коливалась 4,18–8,66 кБк/м², а ^{90}Sr – 0,44–0,88 кБк/м² [16; 17]. Оскільки сільськогосподарські культури, які входять до раціону годівлі тварин вирощували саме на цих угіддях, нашим наступним завданням було дослідити вміст радіонуклідів у добовому раціоні.

Годівля тварин у кожному господарстві здійснювалась відповідно до традиційного раціону харчування. Раціон у ТОВ «Надія» складався з таких кормів: зелені (зелена

маса кукурудзи, люцерни, вико-вівсяної суміші, гичка буряків цукрових) – 40%, сіно/солома (солома пшениці, ячменю) – 20, силосу (кукурудзяного) – 10 та концентрованих кормів (дерть пшенична, ячмінна, горохова та їх суміш) – 30%.

Раціон ТОВ «Іванівське» мав такий склад кормів: зелені (зелена маса люцерни, кукурудзи, гичка буряків цукрових) – 30%, сіно/солома (солома пшениці, ячменю, гороху) – 25, силосу (кукурудзяного) – 20 та концентрованих (дерть горохова, пшенично-ячмінна, ячмінно-горохова) – 25%.

Раціон годівлі тварин у ННДЦ БНАУ відрізнявся більшою кількістю зелених кормів і мав таке відсоткове співвідношення: зелені корми (зелена маса кукурудзи, сіяних трав (люцерна, тимофіївка), вико-вівсяної суміші, проса, стебла кукурудзи, гичка буряків цукрових) – 50%, сіно/солома (сіно сіяних трав, солома пшениці, гороху, суміш пшенично-ячмінної соломи) – 20, силос (кукурудзяний) – 15, концентровані (дерть пшенично-ячмінна, горохова з вівсом) – 15%. Раціони відповідали зоотехнічним нормам та були збалансовані за поживними речовинами.

Отримані результати проведених досліджень у господарствах, які розташовані на радіоактивно забруднених землях Центрального Лісостепу свідчать про те, що вміст радіонуклідів у добовому раціоні тварин залежить від щільності радіоактивного забруднення ґрунту та виду сільськогосподарських культур, які входять до раціону. Тому, радіологічний контроль кормів це основний шлях зменшення рівня надходження радіонуклідів в організм тварини. Потрібно зауважити, що впродовж дослідного періоду надходження ^{137}Cs та ^{90}Sr в організм тварин із кормом було нерівномірним і відрізнялось у 2–4 рази.

Результати досліджень свідчать, що найвища питома активність ^{137}Cs і ^{90}Sr була відмічена у добовому раціоні ТОВ «Надія», де щільність забруднення угідь відповідно також була найвища. Вміст радіонуклідів у добовому раціоні ТОВ «Іванівське» вдвічі менший, ніж у ТОВ «Надія». Доволі низьку питому активність ^{137}Cs і ^{90}Sr було

визначено в добовому раціоні тварин, які перебували на утриманні в ННДЦ БНАУ (табл. 1).

У середньому у добовий надій молока з раціону надходило порівняно з іншими господарствами найбільше у ТОВ «Надія», коефіцієнт переходу ^{137}Cs становив $7,36 \pm 0,37\%$, а ^{90}Sr $1,65 \pm 0,11\%$. У ННДЦ БНАУ коефіцієнт переходу ^{137}Cs до молока становив $6,78 \pm 0,56\%$, а ^{90}Sr $1,25 \pm 0,17\%$. Найменший перехід радіонуклідів із раціону до молока відмічених у ТОВ «Іванівське», коефіцієнт переходу ^{137}Cs сягав $5,72 \pm 0,55\%$, а ^{90}Sr — $1,18 \pm 0,42\%$. Тобто, дослідження доводять, що на надходження радіонуклідів у молоко, прямо пропорційно впливає вміст радіонуклідів у добовому раціоні тварин, оскільки найвищу середню концентрацію радіонуклідів виявлено у раціоні ТОВ «Надія», а саме у зелених кормах (^{137}Cs — $11,3$ і ^{90}Sr — $15,33$ Бк/кг), які становлять 50% раціону. У грубих кормах — соломі (^{137}Cs — $7,76$ і ^{90}Sr — $14,1$ Бк/кг) — 20% раціону та концентрованих кормах (^{137}Cs — $8,37$ і ^{90}Sr — $6,08$ Бк/кг) — 30% раціону.

Слід зауважити, що молоко є одним із вагомих складових харчового раціону

мешканців Білоцерківського р-ну, тому особливу увагу потрібно приділяти раціону годівлі корів із метою зменшення накопичення радіонуклідів у тваринницькій продукції [19; 20]. Результати оцінки раціону свідчать, що в організм тварин у ТОВ «Надія» в середньому з кормів щодоби надходило ^{137}Cs $375,3 \pm 84,2$ Бк та ^{90}Sr $345,1 \pm 98,2$ Бк. Значно менше радіонуклідів із раціону потрапляло до організму тварин у ТОВ «Іванівське», в середньому щодоби ^{137}Cs — $174,9$ Бк та ^{90}Sr $236,0$ Бк. Найнижчі показники коефіцієнтів переходу ^{137}Cs і ^{90}Sr з добового раціону в організм відмічені у ННДЦ БНАУ — $8,56\%$ ^{137}Cs та $9,69\%$ ^{90}Sr .

Наступним завданням наших досліджень було оцінити перехід ^{137}Cs і ^{90}Sr до м'язової та кісткової частини тварин, які призначались для потреб громадського харчування. Раціон годівлі цих тварин у господарствах складався з таких кормів: у ТОВ «Надія» — зелені (зелена маса люцерни, конюшини, вико-вівсяної суміші, кукурудзи, гички буряків цукрових) — 40%, сіно/солома (солома пшениці, ячменю) — 20, силос (кукурудзяний) — 15, концентровані корми (дєрть пшенична, ячмінна

Таблиця 1. Активність радіонуклідів у добовому раціоні та коефіцієнти переходу ^{137}Cs і ^{90}Sr до молока корів*, $M \pm m$, $n = 36$

Показники		Активність радіонуклідів		Коефіцієнт переходу	
		у добовому раціоні, Бк	у молоці, Бк/л**	в 1 л молока, %	добовий надій, %
ТОВ «Надія»	^{137}Cs	$\frac{545,1 \pm 194,2}{200,8-930,5}$	$\frac{4,07 \pm 1,33}{1,69-6,63}$	$\frac{0,75 \pm 0,04}{0,67-0,84}$	$\frac{7,36 \pm 0,37}{6,63-7,98}$
	^{90}Sr	$\frac{805,1 \pm 215,4}{400,8-1186,5}$	$\frac{1,36 \pm 0,39}{0,72-2,02}$	$\frac{0,17 \pm 0,01}{0,16-0,19}$	$\frac{1,65 \pm 0,11}{1,47-1,90}$
ТОВ «Іванівське»	^{137}Cs	$\frac{298,1 \pm 70,4}{161,8-442,5}$	$\frac{1,76 \pm 0,48}{0,96-2,39}$	$\frac{0,60 \pm 0,08}{0,43-0,72}$	$\frac{5,72 \pm 0,55}{4,30-6,44}$
	^{90}Sr	$\frac{396,4 \pm 53,9}{350,4-576,6}$	$\frac{0,49 \pm 0,07}{0,41-0,65}$	$\frac{0,12 \pm 0,01}{0,11-0,14}$	$\frac{1,18 \pm 0,42}{1,03-1,40}$
ННДЦ БНАУ	^{137}Cs	$\frac{16,7 \pm 3,3}{13,8-25,1}$	$\frac{0,13 \pm 0,03}{0,11-0,20}$	$\frac{0,79 \pm 0,04}{0,72-0,85}$	$\frac{6,78 \pm 0,56}{6,0-7,71}$
	^{90}Sr	$\frac{16,9 \pm 2,9}{13,4-22,7}$	$\frac{0,02 \pm 0,003}{0,02-0,03}$	$\frac{0,14 \pm 0,01}{0,13-0,16}$	$\frac{1,25 \pm 0,17}{1,03-1,40}$

Примітка: * — у чисельнику подано середнє значення за 12 міс., а у — знаменнику мінімальне та максимальне; ** — допустимі рівні активності у молоці: ^{137}Cs — 100, а ^{90}Sr — 20 Бк/л.

та їх суміш) – 25%; у ТОВ «Іванівське» – зелені – 40%, сіно/солома – 25, силос – 10, концентровані корми – 25%; у ННДЦ БНАУ – зелені – 45%, сіно/солома – 15, силос – 10, концентровані корми – 25%.

Активність ^{137}Cs і ^{90}Sr у середньодобовому раціоні ТОВ «Надія» та «Іванівське» була в 44 та 20 разів вища, ніж у ННДЦ БНАУ, оскільки у раціоні цих господарств переважали зелена маса люцерни та кукурудзяний силос, які своєю чергою, здатні більше накопичувати радіонукліди, ніж злакові культури.

Варто зауважити, що з різною інтенсивністю та залежно від раціону певного сезону годівлі організм тварини здатен у більшій або меншій кількості поглинати радіонукліди з корму. Тобто, при годівлі соковитими кормами у весняно-літній період концентрація радіонуклідів в організмі тварин була більшою, а в осінньо-зимовий меншою.

У м'язовій тканині тварин на утриманні у ТОВ «Надія» і ТОВ «Іванівське» питома активність ^{137}Cs була у 19 та 17 разів вища, ніж у м'язовій тканині тварин на утриманні ННДЦ БНАУ. Питома активність ^{90}Sr у кістках тварин на утриманні у ТОВ «Надія» та ТОВ «Іванівське» була у 20 разів вища, ніж у ННДЦ БНАУ. Отримана у досліджуваних господарствах яловичина відповідає критеріям радіаційної безпеки за вмістом ^{137}Cs і ^{90}Sr (табл. 2).

Загалом у м'язову тканину тварин із раціону надходило: 6,37% – ^{137}Cs та 0,06% – ^{90}Sr у ТОВ «Надія»; 2,0% – ^{137}Cs та 0,02% – ^{90}Sr у ТОВ «Іванівське», у ННДЦ БНАУ 2,22% – ^{137}Cs . У кістки: 6,47% – ^{90}Sr у ТОВ «Надія»; 5,47% – ^{90}Sr у ТОВ «Іванівське», у ННДЦ БНАУ 0,41% – ^{90}Sr . Отримані результати підтверджують те, що ^{137}Cs – радіонуклід першої групи, який відносно рівномірно здатен накопичуватись у всіх органах тварини. Щодо ^{90}Sr – остеотропний радіонуклід і відноситься до другої групи, що вибірково або переважно здатен накопичуватись в окремих органах.

Продукти життєдіяльності великої рогатої худоби, тобто гнойова біомаса є цінним органічним добривом для відновлення родючості ґрунтів. Тому, нашим завданням було дослідити, який відсоток радіонуклідів із раціону виводиться з організму та потрапляє до гнойової біомаси. Дані щодо вмісту радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у добовому раціоні та накопичення цих радіонуклідів у гнойовій біомасі наведені у табл. 3.

З отриманих даних видно, що до гнойової біомаси з добового раціону надходить у середньому 85–90% як ^{137}Cs , так ^{90}Sr . Так, у ТОВ «Надія» питома активність зразків гнойової біомаси була найбільшою і становила ^{137}Cs 14,3±2,74 Бк/кг, а ^{90}Sr 26,2±2,5 Бк/кг. Найменша питома активність відібраних зразків відмічена в ННДЦ БНАУ, відповідно ^{137}Cs 0,42±0,10 Бк/кг,

Таблиця 2. Перехід ^{137}Cs і ^{90}Sr з добового раціону у м'язову тканину та кістки тварин, $\text{M}\pm\text{m}$, $\text{n} = 36$

Показники	Активність радіонуклідів			КП		
	у добовому раціоні, Бк	м'язової тканини, Бк/кг	у кістках, Бк/кг	в 1 кг м'язову тканину, %	в 1 кг кісток, %	
ТОВ «Надія»	^{137}Cs	375,3±84,2	11,13±2,94	<0,50	6,37±0,21	–
	^{90}Sr	345,1±98,2	0,14±0,04	11,66±2,45	0,06±0,005	6,47±0,81
ТОВ «Іванівське»	^{137}Cs	174,9±24,4	9,56±2,70	< 0,33	2,0±0,56	–
	^{90}Sr	224,7±13,3	0,13±0,03	12,36±2,13	0,02±0,04	5,47±0,77
ННДЦ БНАУ	^{137}Cs	8,56±1,32	0,57±0,07	–	2,22±0,32	–
	^{90}Sr	9,69±2,37	<0,01	0,61±0,18	–	0,41±0,10

Примітка: У м'ясі активність не повинна перевищувати: ^{137}Cs – 200 Бк/кг і ^{90}Sr – 20 Бк/кг, а у кістках – ^{90}Sr – 200 Бк/кг.

Таблиця 3. Міграція ^{137}Cs та ^{90}Sr з добового раціону тварин до гнойової біомаси, $\text{M} \pm \text{m}$, $n = 36$

Показники		Активність радіонуклідів		КП у гнойову біомасу, %
		у добовому раціоні, Бк	у гнойовій масі, Бк/кг	
ТОВ «Надія»	^{137}Cs	$\frac{585,3 \pm 174,2}{228,8 - 980,8}$	$\frac{14,3 \pm 2,74}{6,8 - 28,0}$	$\frac{84,7 \pm 2,7}{78,1 - 89,3}$
	^{90}Sr	$\frac{862,1 \pm 195,1}{460,7 - 1286,1}$	$\frac{26,2 \pm 2,5}{13,1 - 38,1}$	$\frac{85,4 \pm 2,0}{81,9 - 89,7}$
ТОВ «Іванівське»	^{137}Cs	$\frac{307,2 \pm 70,2}{169,0 - 451,2}$	$\frac{7,4 \pm 1,7}{3,9 - 10,4}$	$\frac{87,5 \pm 3,7}{81,5 - 91,3}$
	^{90}Sr	$\frac{436,5 \pm 58,7}{366,1 - 586,8}$	$\frac{10,4 \pm 1,6}{8,6 - 11,4}$	$\frac{87,9 \pm 4,5}{81,1 - 92,2}$
ННДЦ БНАУ	^{137}Cs	$\frac{17,15 \pm 3,42}{13,87 - 25,09}$	$\frac{0,42 \pm 0,10}{0,33 - 0,63}$	$\frac{88,8 \pm 1,2}{86,1 - 91,1}$
	^{90}Sr	$\frac{17,17 \pm 2,92}{13,49 - 22,75}$	$\frac{0,44 \pm 0,08}{0,31 - 0,59}$	$\frac{89,3 \pm 1,4}{87,2 - 91,2}$

Примітка: У чисельнику подано середнє значення за 12 міс., а у — знаменнику мінімальне та максимальне.

а по ^{90}Sr $0,44 \pm 0,08$ Бк/кг. Отримані результати мають важливе значення для господарств, які займаються тваринництвом і розташовані на радіоактивно забрудненій території Центрального Лісостепу, бо гнойова біомаса залежно від раціону типу годівлі тварин може накопичувати великий відсоток радіонуклідів і бути джерелом вторинного забруднення сільськогосподарських угідь цих підприємств.

ВИСНОВКИ

Результати досліджень дають можливість стверджувати, що на забруднених радіонуклідами територіях, із метою отримання чистого молока та тваринної продукції, яка б відповідала нормативним вимогам ДР-2006, основна увага повинна приділятися радіаційному контролю сільськогосподарських культур, які входять до раціону годівлі тварин. На надходження радіонуклідів у молоко прямо пропорційно впливає вміст радіонуклідів у добовому раціоні тварин. Оскільки найвищу середню концентрацію радіонуклідів виявлено у зелених кормах, які становлять 50% раціону.

Результати оцінки раціону свідчать, що в організм тварин на відгодівлі у ТОВ «Надія» в середньому з раціону щодоби

надходило $375,3$ Бк ^{137}Cs та $345,1$ Бк ^{90}Sr . Значно менше радіонуклідів з раціону потрапляло до організму тварин на відгодівлі у ТОВ «Іванівське», в середньому щодоби ^{137}Cs — $172,0$ Бк та ^{90}Sr $236,0$ Бк. Найнижчі показники коефіцієнтів переходу ^{137}Cs і ^{90}Sr з добового раціону в організм відмічено у ННДЦ БНАУ — $8,56\%$ ^{137}Cs та $9,69\%$ ^{90}Sr . Встановлено, що 1 кг м'язової тканини здатен накопичувати ^{137}Cs — $5,45 - 6,69\%$ та ^{90}Sr — $0,058\%$ від усього добового надходження з кормом. До того ж, з молоком за добу виділяється ^{137}Cs — $5,72\%$ та ^{90}Sr — $1,18\%$. В умовах тривалого та постійного надходження радіонуклідів із раціону в організм тварин дослідних господарств із гнойовою біомасою виділяється $85 - 90\%$.

Отже, господарства, які розташовані на радіоактивно забрудненій території Центрального Лісостепу і які займаються тваринництвом, досі можуть отримувати продукцію зі вмістом радіонуклідів. Тому, рекомендовано перед посівом сільськогосподарських культур, які входять до основного раціону годівлі тварин, попередньо прогнозувати їх забрудненість, використовуючи карту щільності забруднення полів та коефіцієнти переходу радіонуклідів з ґрунту в кормові культури.

ЛІТЕРАТУРА

- Ландін В.П., Чоботюк Г.М., Тараріко М.Ю. та ін. Еколого-економічні засади реабілітації радіоактивно забруднених земель Полісся: моногр. Київ: Аграрна наука, 2018. 208 с.
- Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи: Закон України від 27.02.1991. № 791а-ХІІ. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/791%D0%B0-12>.
- Романчук Л.Д. Особливості накопичення ^{90}Sr у ґрунтах Українського Полісся у віддалений період після аварії на Чорнобильській АЕС. *Вісник Полтавської державної академії*. 2012. № 3. С. 72–74.
- Чоботюк Г.М., Кучма М.Д., Райчук Л.А. та ін. Реабілітація радіоактивно забруднених земель Українського Полісся. *Еколого орієнтовані підходи відновлення техногенно забруднених територій і створення сталих екосистем*: колек. моногр. / за ред. Т.О. Чайки. Полтава: Вид-во ПП «Астрая», 2022. С. 361–379.
- Розпутній О.І., Перцьовий І.В., Герасименко В.Ю. Оцінка міграції ^{137}Cs і ^{90}Sr трофічним ланцюгом «ґрунт—рослина—дійні корови» на радіоактивно забруднених територіях центрального лісостепу. *Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту. Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта—наука—виробництво*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (31 жовтня 2019 р.). Біла Церква: БНАУ, 2019. С. 27–30. URL: <https://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/4601>.
- Гудков І.М. Протирадіаційний захист агроценозів як основний шлях забезпечення радіаційної безпеки населення на забруднених радіонуклідами територіях. *Наукові праці Чорноморського державного університету імені Петра Могили. Сер.: Техногенна безпека*. 2009. Т. 116. Вип. 103. С. 18–22. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Npchdub_2009_116_103_6.
- Біденко В.М., Славов В.П. Вплив комплексонатів мікроелементів на питому активність ^{137}Cs у молочі корів. *Агроекологічний журнал*. 2016. № 1. С. 21–26. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrog_2016_1_5.
- Гудков І.М., Віннічук М.М. Сільськогосподарська радіобіологія: посіб. Житомир. 2003. 461 с.
- Рахметов Д.Б., Фещенко В.П., Гуреля В.В. Інтродукція кормових рослин на радіоактивно забруднених територіях. *Агроекологічний журнал*. 2011. Вересень: Спецвип. С. 83–87.
- ISO 19581:2017. Вимірювання радіоактивності — Гамма-випромінюючі радіонукліди — Метод швидкого скринінгу з використанням сцинтиляційного детектора гамма-спектрометрії. URL: <https://www.iso.org/ru/standard/65307.html>.
- Меженський А.О., Салата В.З., Чорний С.В. та ін. Методичні рекомендації щодо підготовки проб для визначення питомої активності радіонуклідів ^{90}Sr в необроблених харчових продуктах тваринного та рослинного походження, кормах за допомогою сцинтиляційних бета-спектрометрів з програмним забезпеченням «Прогресс». Київ: ДНДІ ЛДВСЕ, 2010. 15 с.
- Меженський А.О., Салата В.З., Прокопенко Т.О. та ін. Методичні рекомендації щодо підготовки проб для визначення питомої активності радіонуклідів ^{137}Cs в сировині, продукції тваринного та рослинного походження за допомогою гамма-спектрометрів і радіометрів. Київ: ДНДІ ЛДВСЕ, 2010. 9 с.
- Меженський А.О., Вінокурова Т.В., Гусак Л.М. та ін. Методика вимірювання активності радіонуклідів ^{137}Cs , ^{90}Sr в харчових продуктах, кормах, сировині тваринного та рослинного походження на універсальному спектрометричному комплексі «Гамма Плюс». Київ: ДНДІЛДВСЕ, 2014. 82 с.
- Прокопенко Т.О., Салата В.З. Методичні рекомендації щодо підготовки лічильних зразків для визначення вмісту радіонуклідів методом фізичного концентрування. Київ: ДНДІЛДВСЕ, 2012. 11 с.
- Гудков І.М., Гайченко В.А., Кашпаров В.О. Сільськогосподарська радіоекологія: підруч. / за ред. І.М. Гудкова. Київ: Вид-во: Ліра-К, 2017. 268 с.
- Герасименко В.Ю., Розпутній О.І. Стан орних угідь забруднених територій Білоцерківського району Київської області за активністю ^{137}Cs і ^{90}Sr . *Аграрні вісті*. 2009. № 1. С. 16–18. URL: <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/1233>.
- Розпутній О.І., Перцьовий І.В., Герасименко В.Ю., Савеко М.Є. Оцінка міграції ^{137}Cs і ^{90}Sr на радіоактивно забруднених агроландшафтах Лісостепу у віддалений період після Чорнобильської катастрофи. *Чорнобильська катастрофа. Актуальні проблеми, напрямки та шляхи їх вирішення*. Житомир: ЖНАЕУ, 2018. С. 293–299.
- Зубець М.В., Богданов Г.О., Шкурин Г.Т. та ін. Рекомендації зі створення і ведення галузі м'ясного скотарства в забруднених радіонуклідами районах України: наук.-метод. вид. Київ, 1998. 58 с.
- Gerasimenko V., Rozputny O., Pertsovyi I. et al. Migration and prognosis of radionuclides ^{137}Cs and ^{90}Sr in vegetable produce: the case of villages of the Central Forest-Steppe of Ukraine in the remote period after Chernobyl Disaster. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2017. № 7 (3). С. 246–250. DOI: http://dx.doi.org/10.15421/2017_75.
- Ведення сільськогосподарського виробництва на територіях, забруднених внаслідок Чорнобильської катастрофи у віддалений період: рекомендації / за ред. Б.С. Прістера. Київ: Атіка, 2007. 196 с.

REFERENCES

- Landin, V.P., Chobotko, H.M., Tarariko, M.Yu. et al. (2018). *Ekolooho-ekonomichni zasady reabilitatsii radioaktyvno zabrudnennykh zemel Polissia: monohrafiia [Ecological and Economic Foundations of Radioactively Contaminated Land Rehabilitation in Polissia: monograph]*. Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].
- Pro pravovyy rezhym terytoriyi, shcho zaznala radioaktyvnoho zabrudnennya vnaslidok Chornobyl's'koyi katastrofy: Zakon Ukrainy vid 27 lyutoho 1991, № 791a-XII [On the legal regime of the territory exposed to radioactive contamination as a result of the Chernobyl disaster: Law of Ukraine dated February 27, 1991, No. 791a-XII]. (1991). URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/791%D0%B0-12> [in Ukrainian].
- Romanchuk, L.D. Osoblyvosti nakopychennia ^{90}Sr u gruntakh Ukrainського Polissia u viddalenyi period pislia avarii na Chornobylskii AES [Accumulation Peculiarities of ^{90}Sr in the Soils of Ukrainian Polissia in the Remote Period after the Chernobyl Nuclear Power Plant Accident]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi akademii — Bulletin of Poltava State Academy*, 3, 72–74 [in Ukrainian].
- Chobotko, H.M., Kuchma, M.D., Raichuk, L.A. et al. & Chayka, T.O. (Ed.). (2022). Reabilitatsiia radioaktyvno zabrudnennykh zemel Ukrainського Polissia [Rehabilitation of Radioactively Contaminated Lands in Ukrainian Polissia]. *Ekoloohoorientovani pidkhody vidnovlennia tekhnohenko zabrudnennykh terytorii i stvorennia stalnykh ekosystem: monohrafiia [Ecologically-Oriented Approaches to the Restoration of Technogenically Polluted Territories and Creation of Sustainable Ecosystems: monograph]*. (pp. 361–349). Poltava [in Ukrainian].
- Rozputnii, O.I., Pertsovyi, I.V. & Herasymenko, V.Yu. (2019). Otsinka mihratsii ^{137}Cs i ^{90}Sr trofichnym lantsiuom «grunt—roslyna—diini korovy» na radioaktyvno zabrudnennykh terytoriiakh tsentralnoho lisostepu [Assessment of ^{137}Cs and ^{90}Sr Migration through the Trophic Chain 'Soil-Plant-Dairy Cow' in Radioactively Contaminated Areas of the Central Forest-Steppe]. *Ahrarna osvita ta nauka: dosyahnennya, rol', faktory rostu. Ekolojiya, okhorona navkolyshn'oho seredovyscha ta zbalansovane pryrodokorystuvannya: osvita—nauka—vyrobnytstvo: materialy mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi [Agrarian education and science: achievements, role, growth factors. Ecology, environmental protection and balanced nature use: education—science—production: materials of the international scientific and practical conference]*. (pp. 27–30). URL: <https://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/4601> [in Ukrainian].
- Hudkov, I.M. (2009). Protiradiatsiyni zakhyt ahtrosenzov yak osnovny shliakh zabezpechennia radiatsiinoi bezpeky naselennia na zabrudnennykh radionuklidamy terytoriiakh [Radiation Protection of Agroecosystems as the Primary Path to Ensuring Radiation Safety of the Population in Areas Contaminated with Radionuclides]. *Naukovi pratsi Chornomors'koho derzhavnogo universytetu imeni Petra Mohyla. Seriya: Tekhnohenna bezpeka — Scientific works of the Black Sea State University named after Petro Mohyla. Series: Man-made safety*, 116, 103, 18–22. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Npchdub_2009_116_103_6 [in Ukrainian].
- Bidenko, V.M. & Slavov, V.P. (2016). Vplyv kompleksativ mikroelementiv na pytomu aktyvnist ^{137}Cs u molotsi koriv [The Influence of Chelating Agents of Microelements on the Specific Activity of ^{137}Cs in Cow's Milk]. *Ahroekolohichni zhurnal — Agroecological journal*, 3, 21–26. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agro_2016_1_5 [in Ukrainian].
- Hudkov, I.M. & Vinnichuk, M.M. (2003). *Silskohospodarska radiobiolohiia [Agricultural Radiobiology]*. Zhytomyr [in Ukrainian].
- Rakhmetov, D.B., Feshchenko, V.P. & Hurelia, V.V. (2011). Introduktsiia kormovykh roslyn na radioaktyvno zabrudnennykh terytoriiakh [Introduction of Forage Crops on Radioactively Contaminated Territories]. *Ahroekolohichni zhurnal — Agroecological journal: Special edition*, 83–87 [in Ukrainian].
- Vymiryuvannya radioaktyvnosti — Hamma-vyprominyuyuchi radionuklydy — Metod shvydkoho skryninhu z vykorystanniam stsyntylatsiynoho detektora hamma-spektrometriyi [Measurement of Radioactivity — Gamma-Emitting Radionuclides — Rapid Screening Method using Scintillation Detector Gamma Spectrometry]. (2017). ISO 19581:2017. URL: <https://www.iso.org/ru/standard/65307.html> [in Ukrainian].
- Mezhenskyi, A.O., Salata, V.Z., Chornyi, S.V. et al. (2010). *Metodychni rekomendatsii shchodo pidhotovky prob dlia vyznachennia pytomoi aktyvnosti radionuklidu ^{90}Sr v neobroblynykh kharchovykh produktakh tvarynnoho ta roslynnoho pokhodzhennia, kormakh za dopomohoiu stsyntylatsiynykh beta-spektrometriv z prohramnym zabezpechenniam «Prohress» [Guidelines for Sample Preparation for Determining the Specific Activity of ^{90}Sr Radionuclide in Unprocessed Food Products of Animal and Plant Origin, Feed, Using Scintillation Beta Spectrometers with 'Progress' Software]*. Kyiv [in Ukrainian].
- Mezhenskyi, A.O., Salata, V.Z., Prokopenko, T.O. et al. (2010). *Metodychni rekomendatsii shchodo pidhotovky prob dlia vyznachennia pytomoi aktyvnosti radionuklidu ^{137}Cs v syrovyni, produktii tvarynnoho ta roslynnoho pokhodzhennia za dopomohoiu hamma-spektrometriv i radiometriv [Guidelines for Sample Preparation for Determining the Specific Activity of ^{137}Cs Radionuclide in Raw Materials, Animal and Plant Products Using Gamma Spectrometers and Radiometers]*. Kyiv [in Ukrainian].
- Mezhenskyi, A.O., Vinokurova, T.V., Husak, L.M. et al. (2014). *Metodyka vymiryuvannya aktyvnosti radionuklidiv ^{137}Cs , ^{90}Sr v kharchovykh produktakh, kormakh, syrovyni tvarynnoho ta roslynnoho pokhodzhennia na universalnomu spektrometrychnomu kompleksi «Hamma Plus» [Methodology for Measuring the Activity of Radionuclides ^{137}Cs , ^{90}Sr in Food Products, Feeds, and Raw Materials of Animal and Plant Origin using*

- the Universal Spectrometric Complex 'Gamma Plus']*. Kyiv [in Ukrainian].
14. Prokopenko, T.O. & Salata, V.Z. (2012). *Metodychni rekomendatsii shchodo pidhotovky lichylnykh zrazkiv dlia vyznachennia vmistu radionuklidiv metodom fizychnoho konsentruvannia [Guidelines for Preparation of Counting Samples for Determining the Content of Radionuclides by the Method of Physical Concentration]*. Kyiv [in Ukrainian].
 15. Hudkov, I.M. (Ed.), Haichenko, V.A. & Kashparov, V.O. (2017). *Sil's'kohospodars'ka radioekologiya: pidruchnyk [Agricultural radioecology: Textbook]*. Kyiv [in Ukrainian].
 16. Herasymenko, V.Yu. & Rozputnii, O.I. (2009). Stan ornnykh uhid zabrudnenykh terytorii Bilotserkivskoho raionu Kyivskoi oblasti za aktyvnistiu ^{137}Cs i ^{90}Sr [Status of Arable Lands in Contaminated Areas of Bila Tserkva District, Kyiv Oblast, Based on the Activity of ^{137}Cs and ^{90}Sr]. *Ahrarni visti — Agrarian News*, 1, 16–18. URL: <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/1233> [in Ukrainian].
 17. Rozputnii, O.I., Pertsovyi, I.V., Herasymenko, V.Yu. & Saveko, M.Ie. (2018). Otsinka mihratsii ^{137}Cs i ^{90}Sr na radioaktyvno zabrudnenykh ahrolandshaftakh Lisostepu u viddalenyi period pislia Chornobyl'skoi katastrofy [Assessment of ^{137}Cs and ^{90}Sr Migration in Radioactively Contaminated Agrolandscapes of the Forest-Steppe Zone in the Remote Period after the Chernobyl Disaster]. *Chornobyl'ska katastrofa. Aktualni problemy, napriamky ta shliakhy yikh vyrishennia [The Chernobyl Disaster: Current Issues, Directions, and Approaches for their Resolution]*. (pp. 293–299). Zhytomyr: ZhNAEU [in Ukrainian].
 18. Zubets, M., Bohdanov, G., Shkuryyn, G. et al. (1998). *Rekomendatsii z stvorennia i vedennia haluzi miasnoho skotarstva v zabrudnenykh radionuklidamy raionakh Ukrainy: naukovy-metodychne vydannia [Recommendations for the creation and management of the meat and livestock industry in radionuclide-contaminated areas of Ukraine: Scientific and methodical edition]*. Kyiv [in Ukrainian].
 19. Gerasimenko, V., Rozputny, O., Pertsovyi, I. et al. (2017). Migration and prognosis of radionuclides ^{137}Cs and ^{90}Sr in vegetable produce: the case of villages of the Central Forest-Steppe of Ukraine in the remote period after Chernobyl Disaster. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7 (3), 246–250. DOI: http://dx.doi.org/10.15421/2017_75 [in English].
 20. Prister, B.S. (Ed.). (2007). *Vedennia silskohospodarskoho vyrobnytstva na terytoriiakh, zabrudnenykh vnaslidok Chornobyl'skoi katastrofy: u viddalenyi period: rekomendatsii [Agricultural Production Management in Areas Contaminated by the Chernobyl Disaster in the Remote Period: Recommendations]*. Kyiv [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 17.03.2023

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ОЦІНЮВАННЯ ПРИРОДНОЇ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ДІЛЯНОК ЛІСОВОГО ФОНДУ НА ОСНОВІ РИЗИКІВ ОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ

С.Г. Сидоренко¹, Є.Є. Мельник¹, О.І. Боцула², І.М. Коваль¹,
В.П. Ворон¹, С.В. Сидоренко¹, Р.В. Гуржій³

¹ Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації імені Г.М. Висоцького (м. Харків, Україна)

e-mail: serhii88sido@gmail.com; ORCID: 0000-0002-5972-0067

e-mail: wudckij1985@gmail.com; ORCID: 0000-0002-9821-2751

e-mail: koval_iryua@ukr.net; ORCID: 0000-0001-6328-1418

e-mail: 52corvus@gmail.com

e-mail: svit23sydorenko@gmail.com; ORCID: 0000-0003-1426-7614

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

e-mail: botsulaiar@ukr.net; ORCID: 0000-0001-7047-0102

³ Національний університет біоресурсів і природокористування України (м. Київ, Україна)

e-mail: roman.hurzhii@nubip.edu.ua; ORCID: 0000-0003-3777-749X

Здійснено аналіз горимості лісів ДП «Жовтневе ЛГ» та рівнів пожежної небезпеки у розрізі лісництв. Досліджено просторовий розподіл щільності пожеж на території лісового фонду та у 500 метровій буферній зоні довкола лісових урочищ. У публікації описано методику, яка дає можливість удосконалити існуючу методику оцінювання природної пожежної небезпеки ділянок лісового фонду на основі ризик-орієнтованого підходу. За алгоритмом Kernel density з допомогою десктопних GIS (геоінформаційних) систем побудовано мапу ймовірності виникнення пожеж для території підприємства. За результатами роботи алгоритму Kernel Density виявлено основні центри горимості і щільність пожеж, та розподілено територію підприємства на класи за ймовірністю пожеж за наступною класифікацією ймовірності виникнення пожеж. Запропоновано підходи для інтеграції ймовірності виникнення пожеж до шкали природної пожежної небезпеки і здійснено через методику «матриць ризику». Так, поєднання класів природної пожежної небезпеки із класами ймовірності виникнення пожеж дало змогу отримати інтегрований показник БПР (Бал пожежного ризику), який включає як рівень природної пожежної небезпеки, так і ймовірність виникнення пожежі. Для верифікації результатів було здійснено розрахунки фактичної горимості (щільності пожеж та горимості за площею) для кожного класу національної шкали КППН та для класів БПР кожного таксаційного виділу. Отже, удосконалена шкала на основі ризик-орієнтованого підходу (бали пожежного ризику) більш повно відображає ступінь небезпеки у лісі, опираючись не лише на природні особливості ділянки лісового фонду, але й зважаючи на просторове розміщення джерел вогню та частоту виникнення пожеж на кожній ділянці.

Ключові слова: лісові пожежі, пожежні ризики, бал пожежного ризику, охорона лісу від пожеж.

ВСТУП

В Україні для визначення пожежної небезпеки використовують два не пов'язані один із одним показники: клас природної пожежної небезпеки (далі КППН) І.С. Мелехова, уточнений для лісів України [1],

і клас пожежної небезпеки за погодними умовами В.Г. Нестерова [2], з певними удосконаленнями та уточненнями для окремих регіонів України [3; 4]. Горимість лісових насаджень наразі не прив'язана до національної шкали природної пожежної небезпеки. Сучасна національна шкала природної пожежної небезпеки ділянок

© С.Г. Сидоренко, Є.Є. Мельник, О.І. Боцула, І.М. Коваль, В.П. Ворон, С.В. Сидоренко, Р.В. Гуржій, 2023

лісового фонду базується на лісівничій характеристиці (склад, вік, наявність підросту та підліску) кожного таксаційного виділу (або його категорії) та гігروتопу. Також враховується рівень радіоактивного забруднення ділянок лісового фонду [2]. Разом із тим, не враховується горимість кожної ділянки (ймовірності виникнення пожежі). Отже, виникає ситуація, коли на найбільш пожежонебезпечних ділянках I класу КППН пожежі не виникають упродовж десятиліть, і навпаки ділянки вищих класів (III-IV КППН) можуть пошкоджуватися пожежами кожні кілька років, що залежить не лише від природних характеристик ділянок лісового фонду, але і комплексу антропогенних чинників, які досить складно врахувати. Зважаючи на це, доповнення існуючої шкали показниками ймовірності виникнення пожежі дасть можливість істотно покращити ідентифікацію найбільш уразливих і небезпечних ділянок із високими пожежними ризиками. Такі дані є необхідними для раціонального планування профілактичних протипожежних заходів у рамках протипожежного впорядкування лісів.

Метою дослідження є удосконалення шкали природної пожежної небезпеки ділянок лісового фонду України.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Останніми роками сектор екології лісу УкрНДІЛГА займається пожежною тематикою, зокрема оцінюванням пожежних ризиків лісів та інших природних ландшафтів [5–7].

Підходи до оцінювання природної пожежної небезпеки істотно відрізняються, більшість країн мають свої національні системи оцінювання пожежної небезпеки або ж пожежних ризиків. Наприклад, у Китаї для розробки стратегій управління пожежами для пожежних підрозділів, а також для ефективного планування та зменшення потенційних пожежних ризиків використовують методи машинного навчання [8]. В Європі, та деяких інших країнах світу для оптимального планування захисту лісу

від пожеж покладаються на концепцію пожежних ризиків, тобто класифікацію ландшафтів, які одночасно мають як найвищу пожежну небезпеку (потенційні наслідки пожежі), так і найвищу ймовірність виникнення пожеж. Урахування обох цих складових забезпечується використанням ризик-орієнтованого підходу [9–11]. Такі чинники визначають необхідність, доцільність та черговість проведення протипожежних заходів, пріоритезацію у створенні протипожежних бар'єрів та догляду за ними, інших заходів із управління горючими матеріалами тощо. Однак при цьому не існує єдиного підходу до оцінювання пожежного ризику або ж пожежної небезпеки, як одного із його компонентів. Наприклад, остання модифікація оцінювання потенційного ризику лісових пожеж у Польщі, яка була виконана у 2018 р. [12].

Під час оцінювання пожежних ризиків враховують комплекси змінних, які умовно можна розподілити на природні, кліматичні й соціально економічні. Інший же підхід базується на оцінюванні ймовірності виникнення пожеж та їх потенційних наслідків [13–16].

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження здійснювалися у насадженнях найбільш горілого у Харківському ОУЛМГ ДП «Жовтневе ЛГ», де ліси перебувають під значним антропогенним тиском. На першому етапі досліджень використано базу даних лісових пожеж ДП «Жовтневе ЛГ» за період 2001–2021 рр. Отриману базу даних було прив'язано до квартальної сітки ДП «Жовтневе ЛГ» (кількість лісових пожеж у кожному кварталі). Окремо розраховувалися показники горимості (за площею (фактична горимість) та кількістю випадків пожеж (щільність лісових пожеж)) для окремих кварталів, груп класів КППН та території лісництв.

Щільність лісових пожеж ($R_{dens.}$) розраховували за формулою (1) [6; 17]:

$$R_{dens.} = \frac{1000 \sum_{i=1}^n N_i}{n \times F_{for.area}}, \quad (1)$$

де R_{dens} — середньорічна щільність пожеж на 1 000 га площі лісів, кількість випадків/роки/1 000 га; N_i — щорічна кількість лісових пожеж, кількість випадків/роки; n — кількість років за період дослідження (не менше ніж 10 років); $F_{for\ area}$ — загальна площа лісів регіону дослідження, га.

Фактичну горимість лісів за площею ($R_{f.comb}$) розраховували за формулою (2) [6; 17]:

$$R_{f.comb} = \frac{1000 \sum_{i=1}^n F_{burnt.area}}{n \times F_{for.area}}, \quad (2)$$

де $R_{f.comb}$ — середньорічне значення фактичної горимості лісів на 1 000 га, га/роки/1 000 га; $F_{burnt.area}$ — щорічна площа лісових пожеж, га/роки; n — кількість років за період дослідження (не менше ніж 10 років); $F_{for.area}$ — загальна площа лісів регіону дослідження, га.

Для врахування ризиків, пов'язаних із виникненням пожеж поза лісами і поширення їх углиб масивів, проведено розрахунок кількості пожеж у 500 метровому буфері навколо лісових масивів та урочищ досліджуваних лісництв. Буфери та інший картографічний матеріал побудовано за допомогою програмного забезпечення Qgis. Дані щодо кількості пожеж у буферах отримано з використанням даних ДЗЗ (продукт MODIS, завантажені з ресурсу FIRMS). Для відсіювання неякісних та недостовірних даних обрано поріг відсічення 30% confidence. Після цього у Qgis виділено термальні аномалії, які просторово розміщуються у буферах.

Лісові пожежі разом із ландшафтними пожежами, що виникають у буферах використано для аналізу Kernel density, таким чином побудовано мапу ймовірності виникнення пожеж для території ДП «Жовтневе ЛГ». Kernel density розраховувався за допомогою програмного забезпечення Qgis (проміжні розрахунки Mean Center, Spatial Standart Deviation), ключовий параметр Spatial standart distance (h_{opt}) розраховано за формулою (3):

$$h_{opt} = \left[\frac{2}{3n} \right]^{1/4} \sigma, \quad (3)$$

де n — кількість випадків пожеж, шт; σ — просторовий показник стандартного відхилення.

Інтеграція ймовірності виникнення пожеж до шкали природної пожежної небезпеки здійснено через методика побудови матриць ризику [11].

Обрано три модельні лісництва: Васищівське, Бабаївське, Мерефянське.

Досліджувані лісництва мають у складі значну частку хвойних лісів, близький середньозважений КППН (Васищівське — 2,82 Бабаївське — 2,68, Мерефянське — 2,48) (рис. 1 та табл. 1), відрізняються віддаленістю від м. Харкова.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За методикою досліджень побудовано буфери довкола урочищ ДП «Жовтневого ЛГ» (рис. 2) та додано просторову базу даних лісових пожеж та ландшафтних пожеж у 500 метровому буфері (рис. 3).

За результатами роботи алгоритму Kernel Density виявлено основні центри горимості і щільність на території ДП «Жовтневого ЛГ» та розподілено територію підприємства на класи за ймовірністю виникнення пожеж (рис. 4, 5). Так, найбільша кількість пожеж виникає на території лісництв, що знаходять у безпосередній близькості до м. Харкова. Найбільша ймовірність виникнення пожеж виявлена у Васищівському лісництві, помірні рівні у Бабаївському л-ві та низькі у Мерефянському л-ві.

Зважаючи на різну щільність пожеж у кожному регіоні країни, для легшого масштабування результатів дослідження обрано таку класифікацію ймовірності виникнення пожеж за алгоритмом Kernel Density:

1 — низька (до 10,6 випадків — середнє арифметичне по всій мапі) позначається зеленим кольором;

2 — середня (від 10,7 до 28 — 1,01–1,5 σ) позначається помаранчевим кольором;

3 — висока (понад 28) понад 1,5 σ) червоним кольором.

Інтеграція ймовірності виникнення пожеж до шкали природної пожежної небез-

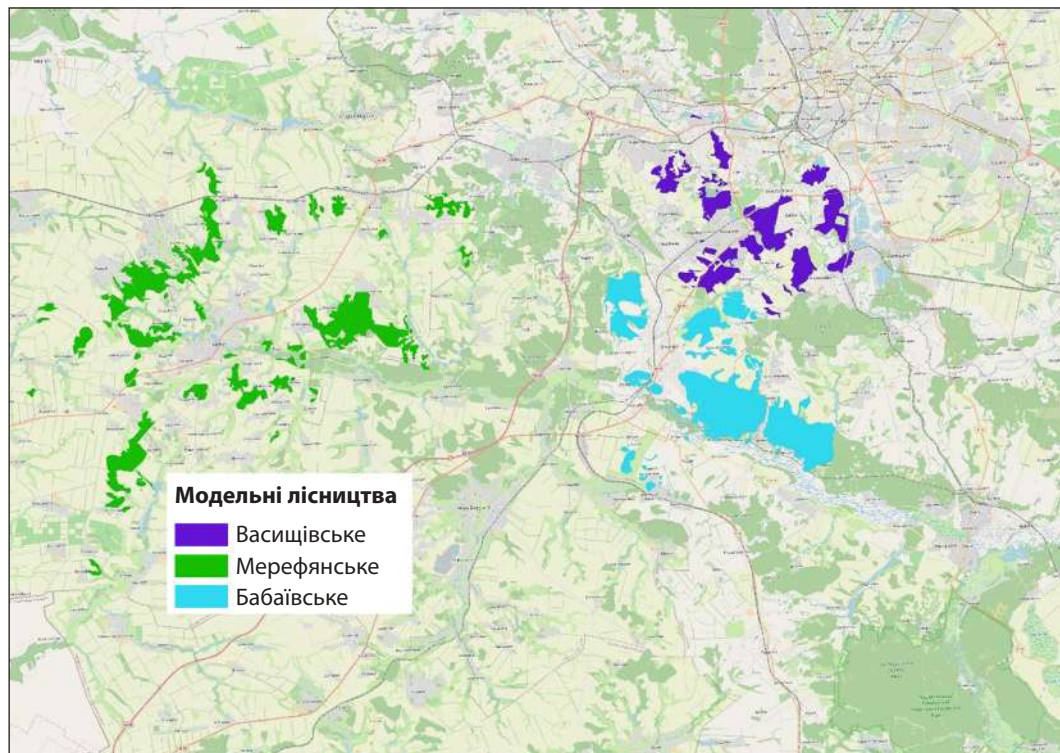


Рис. 1. Розташування Васищівського, Бабаївського та Мерефянського лісництв

Таблиця 1. Розподіл земель ДП «Жовтневе ЛГ» за класами природної пожежної небезпеки, га

Лісництво	Клас природної пожежної небезпеки					Разом	Середній клас КППН
	I	II	III	IV	V		
Бабаївське	118,2	772,5	2172,6	96,0	166,7	3326,0	2,82
Валківське	136,1	681,4	4955,9	91,1	103,5	5968,0	2,89
Васищівське	347,3	1756,6	3080,6	139,4	268,1	5592,0	2,68
Водолазьке	197,4	606,8	1922,1	37,9	44,8	2809,0	2,68
Золочівське	162,6	1670,5	4554,6	254,0	274,3	6916,0	2,82
Люботинське	182,5	90,4	4006,0	71,2	77,9	4428,0	2,94
Мерчанське	125,0	217,1	4832,8	99,1	138,0	5412,0	2,98
Мерефянське	543,9	2529,6	2316,0	242,2	189,3	5821,0	2,48
Рокитянське	280,1	1329,5	1738,8	205,0	96,6	3650,0	2,59
Коломацьке	129,6	178,9	4056,3	72,1	106,1	4543,0	2,96
Усього	2222,7	9833,3	33635,7	1308,0	1465,3	48465,0	2,79

Примітка: КППН – клас природної пожежної небезпеки.

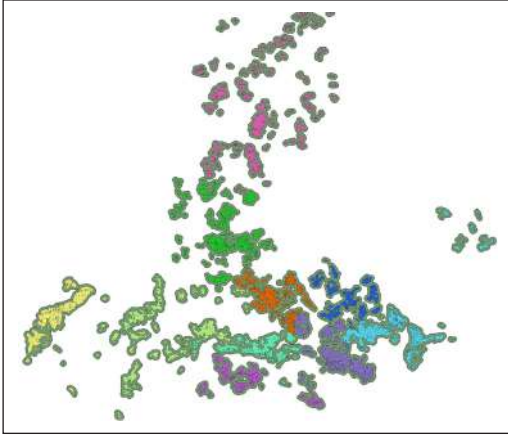


Рис. 2. Створення буферу (буфер 500 м) довкола лісових урочищ для оцінювання ризиків поширення пожеж із відкритих ландшафтів

пеки здійснено через методу матриць ризику. Так, поєднання класів КППН із класами ймовірності виникнення пожеж дає можливість отримати інтегрований показник — бал пожежного ризику (далі БПР) (табл. 2).

Зважаючи на це, насадження, що отримали найнижчий БПР (1–4) є найменш пожежонебезпечними, а насадження з БПР понад 8 (8–15) — найбільш пожежонебезпечними.

Розрахунок середньозважених показників БПР та КППН у лісах модельних лісництв виявив, що найвищий показник БПР є характерним для Васищівського л-ва (8,87), найнижчий він у Мерефянському л-ві (4,62), хоча за середньозваженим класом природної пожежної небезпеки ліси Мерефянського л-ва є найбільш пожежонебезпечними (рис. 6). Тобто ліс-

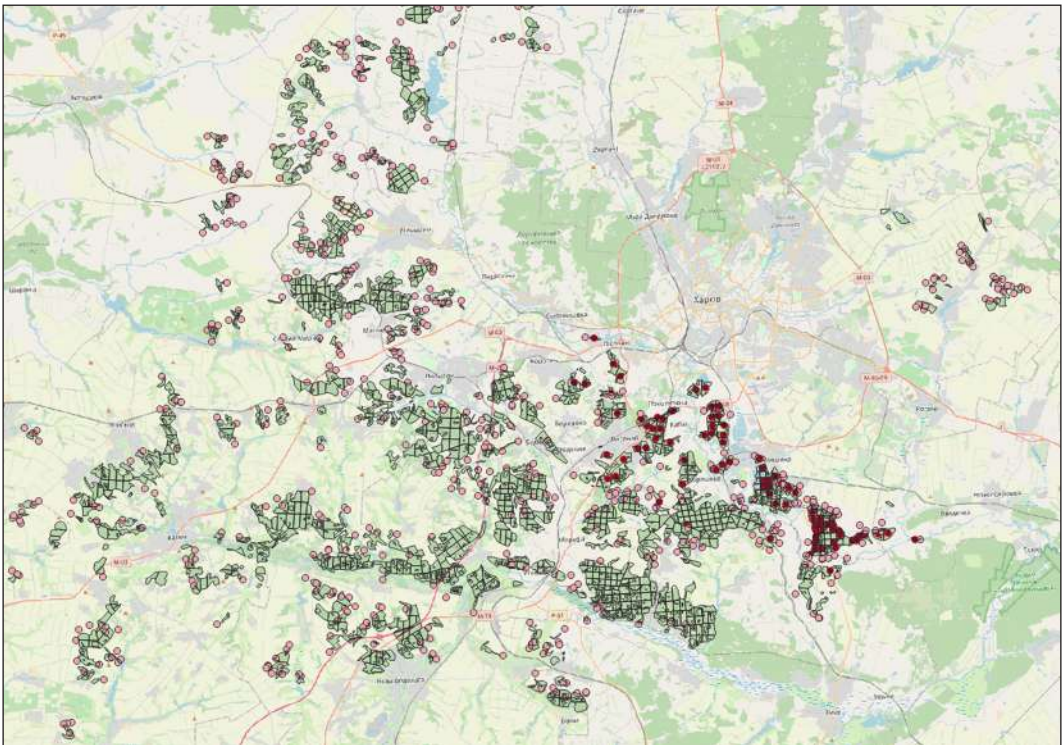


Рис. 3. Пожежі на території ДП «Жовтневе ЛГ»

Примітка: Лісові пожежі (червоний колір) та ландшафтні пожежі (рожевий) у безпосередній близькості до ділянок лісового фонду (буфер 500 м).

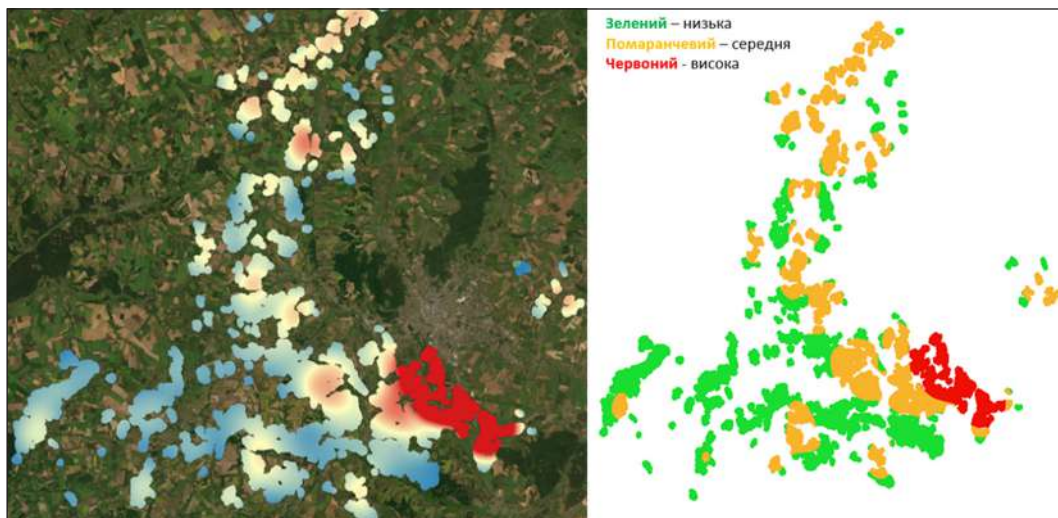


Рис. 4. Мапа ймовірності виникнення пожеж у лісах ДП «Жовтневе ЛГ»

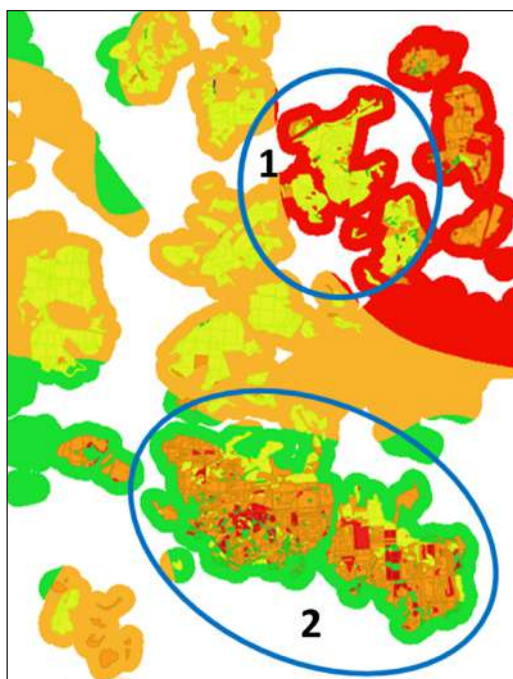


Рис. 5. Просторове розміщення насаджень за класами КППН:

1 – помірні класи природної пожежної небезпеки (III), але висока ймовірність виникнення пожеж;
2 – високі класи природної пожежної небезпеки (I–II класи), але низька ймовірність виникнення пожеж

Таблиця 2. Модифікація шкали КППН на основі матриці ризиків

Матриця пожежної небезпеки		Ймовірність виникнення пожеж		
		низька (1)	середня (2)	висока (3)
Пожежна небезпека ділянок лісового фонду (ПНДФ)	V	1	2	3
	IV	2	4	6
	III	3	6	9
	II	4	8	12
	I	5	10	15

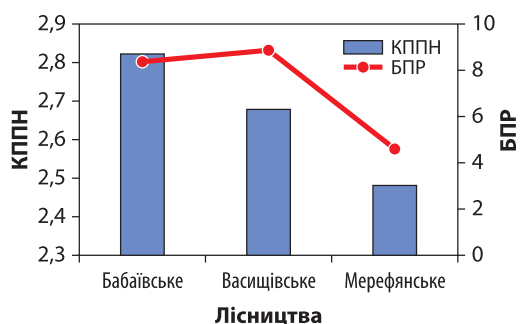


Рис. 6. Середньозважені показники БПР та КППН у модельних лісництвах

Таблиця 3. Горимість ділянок лісового фонду за класами природної пожежної небезпеки

КППН	Площа пожеж, га	Кількість пожеж, випадків	Горимість на 1000 га лісового фонду	
			щільність	площа
I	1,97	67	83,64	2,46
II	26,04	513	83,68	4,25
III	2,20	31	4,00	0,29
IV	0	0	0,00	0,00
V	0	0	0,00	0,00
Усього	30,23	611	41,56	2,06

ництво, ліси якого характеризується незначною кількістю пожеж, за національною шкалою КППН, класифікується як найбільш пожежонебезпечні.

Для верифікації результатів було проведено розрахунки фактичної горимості (щільності пожеж та горимості за площею) для кожного класу національної шкали КППН на території модельних лісництв (табл. 3).

З огляду на це, виявлено значні рівні горимості, які характерні лише для перших двох класів КППН (щільність пожеж 83,64 випадки на 1000 га лісів), горимість лісів, які мають вищі класи КППН практично відсутня, що свідчить про потребу диференціації насаджень саме цих двох класів.

Натомість класифікувавши насадження з присвоєнням балів за БПР виявлено збільшення показників горимості лісів та щільності пожеж у міру збільшення показника БПР. Так, за значеннях БПР 2–3 по-

жежі відсутні, у межах 4–8 – горимість помірна (від 1,25 до 3,7 випадків на 1000 га), понад 9 балів – горимість різко підвищується і досягає піку за значення БПР 13 балів (224,5 випадків на 1000 га) (рис. 7).

За результатами регресійного аналізу виявлено, що варіація показників горимості лісів як за кількістю, так і за площею залежала від балу БПР присвоєних для кожної ділянки лісового фонду. Також встановлено сильне позитивне кореляційне відношення між показниками БПР та горимості, яке свідчить щодо збільшення показників горимості лісів зі підвищенням БПР (див. рис. 7).

Зважаючи на розподіл горимості лісів кожного з класів за БПР (див. табл. 2), доцільно використовувати цю класифікацію ділянок лісового фонду під час проектування протипожежних профілактичних заходів у лісах та розміщення лісових пожежних станцій.

ВИСНОВКИ

Удосконалена шкала природної пожежної небезпеки більш повно відображає ступінь небезпеки у лісі, опираючись не лише на природні особливості ділянки лісового фонду, але й зважаючи на просторове розміщення джерел вогню та частоту виникнення пожеж на кожній ділянці.

Встановлено, що фактичні пожежні ризики на ділянках лісового фонду, які є функцією від ймовірності виникнення пожежі і її потенційних наслідків, неможливо визначити ґрунтуючись на застарілу нормативно-правову базу України, що регулює забез-

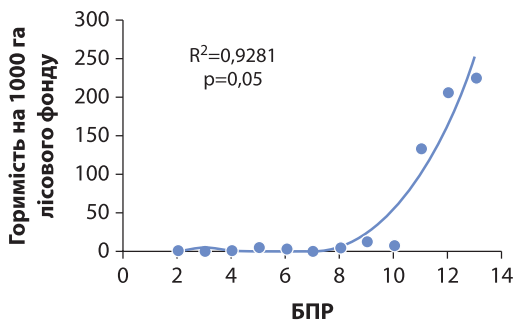


Рис. 7. Підвищення горимості лісів залежно від збільшення значення БПР на ділянках лісового фонду модельних лісництв

печення пожежної безпеки у лісах України. Так, аналіз горимості лісів, враховуючи їх розподіл за КППН, виявив високі показники горимості, лише для перших двох класів КППН (щільність пожеж сягала 83,64 випадки на 1000 га лісів), у той час горимість лісів, які мають вищі класи КППН (III–IV класи) практично відсутня, що свідчить про потребу перегляду цього підходу.

Виявлено, що запропонований алгоритм удосконалення шкали КППН на базі ризик-орієнтованого підходу повною мірою відображає фактичну горимість насадження. Так, встановлено закономірність у збільшенні показників горимості лісів та щільності пожеж у міру підвищення показника БПР. За результатами класифіка-

ції насаджень за БПР відзначені ділянки лісового фонду, що мають низькі пожежні ризики (значення БПР 2–3 — пожежі практично відсутні); помірні ризики — за значення БПР від 4 до 8 (горимість від 1,25 до 3,7 випадків на 1000 га); висока горимість за значення БПР понад 9 балів; надзвичайна горимість — за значення БПР 13 балів (горимість сягає 224,5 випадків на 1000 га).

Запропонована класифікація насаджень може бути використана з метою розробки проєктів протипожежного впорядкування лісів, планування й прийняття управлінських рішень і господарських заходів щодо запобігання виникненню лісових пожеж та боротьби з ними.

ЛІТЕРАТУРА

1. Правила пожежної безпеки в лісах України: наказ від 27.12.2004 р. № 278. *Державне агентство лісових ресурсів України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0328-05>.
2. Методичні рекомендації щодо зниження небезпеки впливу лісових пожеж на арсенали, бази і склади боеприпасів, що розташовані в лісових масивах: наказ від 25.08.2011 р. № 890. *Міністерство Надзвичайних Ситуацій України*. URL: <http://www.dsns.gov.ua/files/2011/8/26/890.pdf>.
3. Мельник Є.Є. Прогнозування пожежної небезпеки за умовами погоди в лісах зеленої зони міста Харків. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2018. № 132. С. 131–140.
4. Борсук О.А. Комплексна оцінка пожежної небезпеки лісів зони відчуження Чорнобильської АЕС. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер.: Лісівництво та декоративне садівництво*. 2013. № 187 (3). С. 167–176.
5. Сидоренко С.Г. Пожежні режими ландшафтів Лівобережного Лісостепу. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2021. № 139. С. 115–123.
6. Сидоренко С.Г., Сидоренко С.В. Аналіз горимості лісів України як передумова лісопожежного районування. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2020. № 137. С. 91–101.
7. Ворон В.П., Коваль І.М., Сидоренко С.Г. та ін. Пірогенна трансформація сосняків України. Харків, 2021. 286 с.
8. Shao Y., Feng Z., Sun L. et al. Mapping China's Forest Fire Risks with Machine Learning. *Forests*. 2022. Vol. 13. Is. 6. P. 856. DOI: <https://doi.org/10.3390/f13060856>.
9. Oom J., De Rigo D., Pfeiffer D. et al. Pan-European wildfire risk assessment, EUR 31160 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg. 2022. DOI: <https://doi.org/10.2760/437309>, JRC130136.
10. Szczygieł R., Ubysz B., Kwiatkowski M. and Piwnicki J. Fire danger classification of Poland's forests. Report of the Forest Research Institute, Sękocin Stary. 2008.
11. Forestry Commission. Building wildfire resilience into forest management planning. Practice Guide. Edinburg, 2014. 44 p.
12. Szczygieł R., Kwiatkowski M., Kołakowski B. and Piwnicki J. Potential forest fire risk evaluation in Poland. *Folia Forestalia Polonica, Series A. Forestry*. 2020. Vol. 62. Is. 1. P. 39–45. DOI: <https://doi.org/10.2478/ffp-2020-0005>
13. Baltaci U. and Yildirim F. Effect of Slope on the Analysis of Forest Fire Risk. *Haceteppe Journal of Biology and Chemistry*. 2020. Vol. 48. Is. 4. P. 373–379. DOI: <https://doi.org/10.15671/hjbc.753080>.
14. Hysa A., Spalevic V., Dudic B. et al. Utilizing the Available Open-Source Remotely Sensed Data in Assessing the Wildfire Ignition and Spread Capacities of Vegetated Surfaces in Romania. *Remote Sens*. 2021. Vol 13. Is. 14. P. 27–37. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs13142737>.
15. Dorph A., Marshall E.K., Parkins K.A. and Penman T.D. Modelling ignition probability for human- and lightning-caused wildfires in Victoria, Australia. *Natural Hazards and Earth System Sciences*. 2022. Vol. 22. Is 10. P. 3487–3499. DOI: <https://doi.org/10.5194/nhess-22-3487-2022>.
16. Lan Y., Wang J., Hu W. et al. Spatial pattern prediction of forest wildfire susceptibility in Central Yunnan Province, China based on multivariate data. *Natural Hazards*. 2022. Vol. 116. P. 565–586. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11069-022-05689-x>.
17. Asenova M. Assessment and mapping of forest fire risk using GIS: a case study of Bulgaria. In: *Proceedings 7th International Conference on Cartography and GIS* (June 18–23, 2018). Sozopol, Bulgaria. Vol. 2. P. 978–986.

REFERENCES

1. Pravyla pozhezhnoi bezpeky v lisakh Ukrainy: nakaz vid 27.12.2004 [Rules of fire safety in the forests of Ukraine: order of 27.12.2004]. *Derzhavne ahent'stvo lisovykh resursiv Ukrainy — State Agency of Forest Resources of Ukraine*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0328-05> [in Ukrainian].
2. Metodychni rekomendatsiyi shchodo znyzhennya nebezpeky vplyvu lisovykh pozhezh na arsenaly, bazy i sklady boyeprypasiv, shcho roztashovani v lisovykh masyvakh: nakaz vid 25.09.2011 [Methodical recommendations for reducing the risk of fires in forest fires on arsenals, bases and warehouses of ammunition located in the forestmassifs: order of 25.09.2011]. *Ministerstvo Nadzvychnykh Sytuatsiy Ukrainy — Ministry of Emergency Situations of Ukraine*. URL: <http://www.dsns.gov.ua/files/2011/8/26/890.pdf> [in Ukrainian].
3. Melnyk, Ye.Ye. (2018). Prohnozuvannya pozhezhnoi nebezpeky za umovamy pohody v lisakh zelenoi zony mista Kharkiv [Forecasting of fire danger byweather conditions in forests of the green belt of Kharkiv city]. *Lisivnytstvo i ahrolisomeliioratsiia — Forestry and forest melioration*, 132, 131–140 [in Ukrainian].
4. Borsuk, O.A. (2013). Kompleksna otsinka pozhezhnoyi nebezpeky lisiv zony vidchuzhennya Chornobyl'skoyi AES [Comprehensive assessment of the fire hazard of forests of the Chornobyl NPP exclusion zone]. *Naukovyy visnyk NUBiP Ukrainy. Series: Lisivnytstvo ta dekoratyvne sadivnytstvo — Scientific Herald of NULES of Ukraine. Series: Forestry and Decorative Gardening*, 187, 3, 167–176 [in Ukrainian].
5. Sydorenko, S.H. (2021). Pozhezhni rezhymy landshaftiv Livoberezhnoho Lisostepu [Landscape fire regime patterns in the left-bank forest-steppe]. *Lisivnytstvo i ahrolisomeliioratsiia — Forestry and forest melioration*, 139, 115–123 [in Ukrainian].
6. Sydorenko, S.H. & Sydorenko, S.V. (2020). Analiz horymosti lisiv Ukrainy yak peredumova lisopozhezhnoho raionuvannya [Analysis of fire risks in Ukrainian forests as a prerequisite for anational forest fire zoning]. *Lisivnytstvo i ahrolisomeliioratsiia — Forestry and forest melioration*, 137, 91–101 [in Ukrainian].
7. Voron, V.P., Koval, I.M., Sydorenko, S.G. et al. (2021). *Pirohenna transformatsiia sosniakiv Ukrainy [The pyrogenic transformation of pine stands in Ukraine' come out]*. Kharkiv [in Ukrainian].
8. Shao, Y., Feng, Z., Sun, L. et al. (2022). Mapping China's Forest Fire Risks with Machine Learning. *Forests*, 13, 6, 856. DOI: <https://doi.org/10.3390/f13060856> [in English].
9. Oom, J., De Rigo, D., Pfeiffer, D. et al. (2022). Pan-European wildfire risk assessment, EUR 31160 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg. 2022. DOI: <https://doi.org/10.2760/437309>, JRC130136 [in English].
10. Szczygieł, R., Ubysz, B., Kwiatkowski, M. & Piwnicki, J. (2008). Fire danger classification of Poland's forests. Report of the Forest Research Institute, Sękocin Stary [in English].
11. Forestry Commission (2014). Building wildfire resilience into forest management planning. Practice Guide. Edinburg [in English].
12. Szczygieł, R., Kwiatkowski, M., Kołakowski, B. & Piwnicki, J. (2020). Potential forest fire risk evaluation in Poland. *Folia Forestalia Polonica, Series A Forestry*, 62, 1, 39–45 [in English].
13. Baltaci, U. & Yildirim, F. (2020). Effect of Slope on the Analysis of Forest Fire Risk. *Hacetatepe Journal of Biology and Chemistry*, 48, 4, 373–379 [in English].
14. Hysa, A., Spalevic, V., Dudic, B. et al. (2021). Utilizing the Available Open-Source Remotely Sensed Data in Assessing the Wildfire Ignition and Spread Capacities of Vegetated Surfaces in Romania. *Remote Sensing*, 13, 14, 27–37. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs13142737> [in English].
15. Dorph, A., Marshall, E.K., Parkins, K.A. & Penman, T.D. (2022). Modelling ignition probability for human- and lightning-caused wildfires in Victoria, Australia. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 22, 10, 3487–3499. DOI: <https://doi.org/10.5194/nhess-22-3487-2022> [in English].
16. Lan, Y., Wang, J., Hu, W. et al. (2022). Spatial pattern prediction of forest wildfire susceptibility in Central Yunnan Province, China based on multivariate data. *Natural Hazards*, 116, 565–586. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11069-022-05689-x> [in English].
17. Asenova, M. (2018). Assessment and mapping of forest fire risk using GIS: a case study of Bulgaria. *Proceedings, 7th International Conference on Cartography and GIS*. (pp. 978–986). Sozopol, Bulgaria [in English].

Стаття надійшла до редакції журналу 19.02.2023

ОЦІНКА СТАНУ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ РІПАКІВНИЦТВА В УКРАЇНІ Й СВІТІ

О.С. Забарний¹, О.С. Дем'янюк²

¹ Вінницький національний аграрний університет (м. Вінниця, Україна)

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

e-mail: zabarnyy@ukr.net; ORCID: 0009-0007-3337-9386

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

Проаналізовано статистичні дані United States Department of Agriculture стосовно основних виробників, експортерів, імпортерів і споживачів насіння ріпаку, олії й шроту та встановлено, що лідерами за обсягами виробництва ріпаку в світі є ЄС, Канада і Китай. Згідно з прогнозами в 23/24 МР майже половина з усього імпортованого насіння припаде на ЄС (5,1 млн т) та Китай (3,0 млн т). Найбільшим експортером у світі насіння ріпаку та продуктів його переробки є Канада і за прогнозами близько 8,6 млн т насіння буде продано в інші країни, в т. ч. ЄС та Китай. Експорт олії з Канади становитиме 3,1 млн т, ріпакового шроту — 5,25 млн т. Прогнозується, що в 23/24 МР країни ЄС використовують для внутрішнього споживання ріпаку та продуктів його переробки 25,4 млн т насіння, тоді як Китай — 18,4 млн т. Встановлено позитивний розвиток виробництва ріпаку озимого в Україні за 2013–2022 рр. За даними Державної служби статистики України у 2013 р. було зібрано 0,95 млн га ріпаку озимого, валовий збір становив 2,28 млн т, а середня врожайність — 2,40 т/га. У 2022 р. валовий збір насіння ріпаку озимого становив 3,25 млн т. До того ж, площа збирання сягала 1,13 млн га, а середня врожайність по країні зросла до 2,87 т/га. Отже, за останні 10 років посівні площі в Україні збільшилися на 19%, а валовий збір насіння — на 42,4%. Виявлено зростання посівних площ, валового збору насіння та середньої врожайності за рахунок удосконалення окремих елементів технології вирощування ріпаку озимого та впровадження у виробництво нових сортів і гібридів. До Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні включено 350 сортів і гібридів ріпаку озимого. Впродовж останніх 10 років до Реєстру було внесено 306 сортів і гібридів ріпаку озимого, що сягає 87,4% від загальної кількості. При цьому, було зареєстровано 20 сортів і 6 гібридів ріпаку озимого української селекції та 16 сортів і 264 гібриди іноземної селекції.

Ключові слова: ріпак озимий, сорт, гібрид, виробництво, споживання, валовий збір, урожайність.

ВСТУП

Проблема забезпечення продовольчої безпеки як в Україні, так і світі набула особливої актуальності, що пов'язано зі збільшенням населення на планеті, вичерпанням природних ресурсів, зниженням продуктивності ґрунтів, змінами клімату та воєнними конфліктами. Останніми роками зросла кількість країн із наявними проблемами щодо продовольчого забезпечення [1].

Підвищена зосередженість до вирішення екологічних проблем, збереження природних ресурсів та біорізноманіття спонукають дедалі до ширшого впровадження

методів сталого розвитку у сільському господарстві, акцентуючи увагу агровиробників на здорові та альтернативні рішення в аграрному секторі.

Метою було здійснення аналізу та оцінки вирощування ріпаку озимого (*Brassica napus* L.) в Україні та світі, а також заходів, спрямованих на підвищення врожайності культури.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Ріпак озимий — доволі поширена олійна культура в Україні та в світі. Насіння цієї культури має низку позитивних властивостей і застосовується у різних галузях. Так,

за рахунок високого вмісту олії (48–52%) насінні ріпаку як сировину використовують у лакофарбовій, миловарній, харчовій (маргариновій) та інших галузях промисловості. *Brassica napus* L. вирощують також на зелений корм, а макуху (після пропарювання) згодують худобі. Важливе значення ріпаку є у виробництві біопалива як альтернативного джерела енергії [2].

За своїми властивостями ріпак озимий у сівозміні характеризується як гарний попередник для багатьох культур. Наприклад, доведено його позитивний вплив на рослини зернових колосових, оскільки його стрижнева коренева система забезпечує поліпшення структури ґрунту, внаслідок чого поліпшується водний і повітряний режим ґрунту, тим самим збільшуючи врожайність культур [3].

В Україні зазвичай вирощують ріпак озимий, оскільки рослина потребує багато вологи, яку можуть забезпечити опади, накопичені за осінньо-зимовий період [4]. Завдяки численним перевагам він входить до трійки найпоширеніших олійних культур в Україні [5]. Незважаючи на повномасштабну війну та бойові дії в Україні виробництво ріпаку зростає. Згідно з даними Міністерства аграрної політики та продовольства України у 2022 р. було зібрано на 7% більше ріпаку, ніж у попередньому році, що становило 3,1 млн т проти 2,9 млн т у 2021 р.

Доволі актуальним питанням нині є дослідження ефективності вирощування ріпаку. Воно залишається в полі зору багатьох науковців, а найбільш вагомим напрацюванням в цьому напрямі здійснили П. Вишнівський, Г. Гринишин, Д. Ковальчук, В. Лихочвор, Г. Шьонбергер, О. Маслак [6–11] та ін. Водночас питаннями виробництва ріпаку в світі та дослідженням чинників, що впливають на виробництво ріпаку займалися й зарубіжні науковці [12–17].

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

За використання методів системного підходу, порівняння та узагальнення про-

ведено аналіз статистичних даних за 2013–2022 рр. Державної служби статистики України, Державної служби України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів, Міністерства сільськогосподарства США (USDA), сучасних наукових джерел та ін. для аналізування ринку виробництва ріпаку озимого.

На основі проведеного аналізу наукових публікацій та Інтернет-ресурсів, систематизовано сучасні підходи та заходи з культивування ріпаку озимого в Україні, крім того, здійснено порівняння з окремими країнами ЄС та світу.

Обрахунок статистичних даних виконано з використанням сучасних комп'ютерних програм.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Виробництво олійних культур, у т. ч. й ріпаку озимого в Україні, є доволі прибутковим напрямом у агровиробництві та має позитивну динаміку розвитку. Як зазначає І. Чехова [18], останнім часом сформувався відповідний тренд серед основних представників олійних культур: соняшник лідирує за всіма позиціями виробництва, показники ріпаку зростають, а у сої стабілізувались.

Ріпак озимий доволі затребувана та ліквідна культура як в Україні, так і в світі. Останніми роками ріпак користується попитом через виробництво біодизелю з нього, особливо в країнах ЄС.

Нині світовий ринок ріпаку знаходиться за впливу сегмента нафтопродуктів, а поряд із лідерами споживачами – країнами ЄС, дедалі більшу зацікавленість проявляють країни Азії, особливо Китай [19]. Саме такий попит на насіння ріпаку та сприятлива кон'юнктура світового ринку зумовлюють розширення його виробництва українським агробізнесом протягом останнього десятиліття.

Традиційно ріпак є однією з найбільш маржинальних та експорторієнтованих сільгоспкультур. У світі, за даними досліджень та аналізу даних ФАО, насіння ріпаку вирощують у майже 65 країнах на

загальній площі близько 42 млн га. За повідомленнями Ю. Кернасюка найбільше вирощують ріпаку в Канаді (8,3 млн га), Індії (7,5 млн га) та Китаї (6,8 млн га). Ці самі країни є також найбільшими виробниками ріпаку. Максимальна середня врожайність ріпаку становить в Ірландії (4,3 т/га), Чилі (4), Данії (3,8), Бельгії (3,7), Німеччині (3,7), Швейцарії (3,6), Нідерландах (3,5 т/га). Однак у 16 країнах світу вирощують *Brassica napus* L. із доволі низькою врожайністю — меншою за 1,45 т/га, у 21

країні — отримують від 1,45 до 2,45 т/га, у 18 країнах — від 2,45 до 3,45 т/га та 9 — понад 3,45 т/га [20].

Згідно з даними Інформаційно-аналітичного статистичного звіту USDA «Oilseeds: World Markets and Trade» за червень 2023 р. відмічено що до трійки лідерів із виробництва насіння ріпаку входять країни ЄС, Канада та Китай. За прогнозами в 23/24 МР (маркетинговому році) країни ЄС вироблять 10,31 млн т ріпакової олії та 13,99 млн т шроту (табл. 1) [21].

Таблиця 1. Динаміка показників виробництва та споживання ріпаку і продуктів його переробки на світовому ринку (тис. т)*

Країна	Насіння ріпаку			Олія ріпакова			Шрот ріпаковий		
	21/22	22/23	23/24	21/22	22/23	23/24	21/22	22/23	23/24
<i>Виробництво</i>									
Китай	14714	15530	15400	6435	7020	6981	9737	10622	10563
Індія	11100	11500	11700	3705	3914	3880	5808	6136	6070
Канада	13752	19000	20300	3573	4192	4275	5092	5858	5970
Японія	4	4	4	904	1040	1065	1221	1335	1365
ЄС	17389	19536	21000	9156	10164	10311	12426	13794	13994
Інші країни	17931	22555	18807	5347	6402	6369	7676	9181	9092
Разом	74890	88125	87211	29120	32732	32881	41960	46926	47054
<i>Імпорт</i>									
Китай	1657	3800	3000	973	1800	1500	2225	2200	2000
Індія	0	0	0	34	25	25	1	0	0
Канада	105	140	115	19	20	20	11	8	10
Японія	2116	2450	2450	33	20	20	7	20	5
ЄС	5570	6900	5100	593	400	350	576	760	550
Інші країни	4440	6015	5736	3456	4090	4325	4872	5997	5841
Разом	13888	19305	16401	5108	6355	6240	7692	8985	8406
<i>Експорт</i>									
Китай	0	0	0	3	3	3	11	20	20
Індія	0	0	0	7	7	7	1207	1400	900
Канада	5253	8600	8900	2573	3250	3100	4395	5150	5250
Японія	0	0	0	7	5	2	10	0	0
ЄС	447	550	550	337	700	800	703	740	700
Інші країни	9390	11416	8263	2322	2495	2557	1326	1469	1495
Разом	15090	20566	17713	5249	6460	6469	7652	8779	8365
<i>Внутрішнє споживання</i>									
Китай	17010	18510	18415	8300	8300	8300	11951	12802	12543
Індія	10950	11600	11545	3660	3970	3850	4375	4900	5020
Канада	9515	10650	10950	1030	1055	1085	650	700	710
Японія	2124	2447	2460	916	1060	1092	1220	1353	1365
ЄС	22400	25000	25375	9225	9800	9915	12300	13750	13750
Інші країни	13845	16644	16478	6653	7770	8095	11281	13568	13544
Разом	75844	84851	85223	29784	31955	32337	41777	47073	46932

Примітка: * — за даними джерела: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/oilseeds.pdf>.

Незважаючи на те, що Китай є одним із лідерів виробництва ріпакового насіння, він також є найбільшим його імпортером. Планується, що в 23/24 МР близько 3 млн т насіння ріпаку буде завезено в Китай для подальшої переробки та споживання. Також буде ввезено 2,23 млн т олії та 2 млн т шроту.

Найбільшим експортером насіння ріпаку впродовж багатьох років залишається Канада. За прогнозами аналітиків 8,6 млн т насіння, що становить 48,6% від усього світового експорту, буде продано в інші країни. Експорт олії з Канади становитиме 3,1 млн т, а ріпакового шроту — 5,25 млн т.

Традиційно високими показниками внутрішнього споживання насіння ріпаку та продуктами його переробки відзначається ЄС та Китай. У 23/24 МР країни ЄС використовують для внутрішніх цілей 25,38 млн т насіння ріпаку, тоді як Китай — 18,42 млн т.

Результати аналізу динаміки виробництва та споживання насіння ріпаку та продуктів його переробки на світовому ринку свідчать про його затребуваність серед країн споживачів. Тому і Україна може посісти свою нішу серед країн-експортерів, першою чергою, за рахунок виробництва насіння ріпаку озимого.

За даними Державної служби статистики України в 2013 р. було зібрано 950,7 тис. га ріпаку озимого, валовий збір становив 2,28 млн т. Тобто середня врожайність посівів ріпаку озимого сягала 2,40 т/га. Починаючи з 2014 і по 2017 рр. було відмічено істотне зниження посівних площ цієї культури внаслідок ведення військових дій у східній частині України та тимчасово окупованих територій (табл. 2).

Починаючи з 2014 р. відбулось поступове зменшення посівних площ на 12,2% до 834,3 тис. га, порівняно до 2013 р., у 2015 р. — на 31,5% до 651,2 тис. га, у 2016 р. — 56,9% до 410,2 тис. га. Показники 2017 р. хоча і були нижчими довоєнного рівня, однак уже тоді намітилась тенденція до зростання посівних площ ріпаку озимого. Так, зібрана площа становила 739,5 тис. га, валовий збір — 2,94 млн т, а середня врожайність — 2,83 т/га.

Цінова політика на насіння ріпаку, незважаючи на тимчасово окуповані території, сприяла починаючи з 2018 р. збільшити посівні площі цієї культури, за рахунок розширення виробництва в інших регіонах країни. Зібрана площа тоді становила 971,2 тис. га, валовий збір — 2,63 млн т, а середня врожайність — 2,71 т/га.

Рекордного значення за останні 10 років показників площ посіву було досягнуто

Таблиця 2. Динаміка зібраних площ, валовий збір та врожайність насіння ріпаку озимого в Україні, 2013–2022 рр.*

Рік	Зібрана площа, тис. га	Валовий збір, тис. т	Урожайність, т/га зібраної площі
2013	950,7	2283,3	2,40
2014	834,3	2142,0	2,57
2015	651,2	1705,9	2,62
2016	410,2	1085,5	2,65
2017	739,5	2093,8	2,83
2018	971,2	2627,1	2,71
2019	1249,9	3217,2	2,57
2020	1082,0	2492,0	2,30
2021	971,8	2859,0	2,94
2022	1131,6	3250,3	2,87

Примітка: * — за даними джерела: <https://www.ukrstat.gov.ua/>.

у 2019 р. До того ж, зібрана площа ріпаку озимого сягала 1,25 млн га, а валовий збір насіння – 3,22 млн т.

Дещо меншою була площа під ріпаком озимим у 2020 р., що становило 1,82 млн га. За середньої врожайності на рівні 2,3 т/га було зібрано 2,49 млн т насіння. На зниження середньої врожайності ріпаку в країні позначилися жаркі та посушливі умови у період цвітіння та наливу насіння, що негативно вплинуло на масу 1000 насінин зокрема, та валовий збір загалом.

У 2021 р. зібрана площа ріпаку озимого була майже такою як і в 2018 р. і становила 971,8 тис. га. Однак за рахунок більшої врожайності по країні (2,94 т/га) валовий збір насіння був вищим на 8,8% і становив 2,86 млн т.

Рекордним за показником валового збору (3,25 млн т) насіння ріпаку озимого був 2022 р. При цьому зібрана площа становила 1,13 млн га, а середня врожайність по країні – 2,87 т/га.

Отже, за останні 10 років посівні площі в Україні зросли на 19%, а валовий збір насіння – на 42,4%. Зростання відбувалося як за рахунок поліпшення елементів технології вирощування ріпаку озимого, так

і за рахунок нових високопродуктивних гібридів і сортів.

Аналіз Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, засвідчив, що станом на 01.06.2023 р. до нього включено 350 сортів і гібридів ріпаку озимого. Крім того, якщо проаналізувати динаміку включення сортів і гібридів у Реєстр хоча б за 10 років, то можна помітити тенденцію до збільшення кількості нових сортів/гібридів із року в рік (табл. 3). Так, у 2013 р. було зареєстровано лише по одному сорту ріпаку озимого української та іноземної селекції, а також 9 гібридів іноземної селекції. За наступні два роки в Реєстр було включено по 3 сорти української та іноземної селекції. Кількість гібридів зросла на 43 одиниці, однак усі вони були іноземної селекції.

У 2016 р. було найменше зареєстровано сортів і гібридів ріпаку, що, ймовірно, може бути пов'язано з початком військових дій у 2014 р., оскільки відомо, що державне сортовипробування відбувається впродовж двох–трьох років. До Реєстру в 2016 р. було внесено 1 сорт ріпаку озимого української селекції та 9 гібридів іноземної селекції.

Починаючи з 2017 р. відбувалося поступове збільшення кількості зареєстрованих

Таблиця 3. Динаміка реєстрації сортів і гібридів ріпаку озимого в Україні за останні 10 років*

Рік державної реєстрації	Українська селекція		Іноземна селекція		Разом
	сорт	гібрид	сорт	гібрид	
2013	1	—	1	9	11
2014	3	—	1	23	27
2015	—	—	2	20	22
2016	1	—	-	9	10
2017	2	—	1	31	34
2018	5	6	1	42	54
2019	2	—	2	28	32
2020	—	—	1	27	28
2021	—	—	2	35	37
2022	6	—	5	40	51
Разом	20	6	16	264	306

Примітка: * – за даними джерела: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslin>.

сортів і гібридів із кількісною перевагою останніх. У 2018 р. було внесено до Реєстру 5 сортів і 6 гібридів української селекції та 1 сорт і 42 гібриди іноземної селекції. Загальна кількість зареєстрованих сортів і гібридів становить 54 одиниці, що є найвищим показником за останні 10 років.

Доволі високі показники щодо кількості зареєстрованих сортів і гібридів відмічено в 2022 р. — до Реєстру було внесено 6 сортів української селекції, 5 сортів та 40 гібридів іноземної селекції. Загальна кількість сягала 51 одиницю.

Варто відмітити що за останні 10 років було внесено до Державного реєстру 306 сортів і гібридів ріпаку озимого, що становить 87,4% від загальної кількості. При цьому було зареєстровано 20 сортів і 6 гібридів ріпаку озимого української селекції та 16 сортів і 264 гібриди іноземної селекції.

ВИСНОВКИ

За результатами проведеного аналізу офіційних статистичних даних визначено основні країни-виробники ріпаку в світі, окреслено основних експортерів та імпортерів світового ринку насіння, олії та шроту.

За 2013–2022 рр. відмічено позитивну динаміку виробництва ріпаку озимого в Україні, що підтверджено зростанням на 42% валового збору насіння (від 2,28 млн т до 3,23 млн т) та на 19,6% середньої врожайності (від 2,40 т/га до 2,87 т/га). За цей період до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні було внесено 306 сортів і гібридів ріпаку озимого, що становить 87,4% від загальної кількості. Частка української селекції становить лише 8,5%.

ЛІТЕРАТУРА

- Палапа Н.В., Дем'янюк О.С., Нагорнюк О.М. Продовольча безпека України: стан та актуальні питання сьогодення. *Аерокологічний журнал*. 2022. № 2. С. 34–45. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2022.263314>.
- Культура ріпак озимий (особливості вирощування та зберігання). URL: <https://agrarii-razom.com.ua/culture/ripak-ozimiy>.
- Шувар І. Цінність ріпаку як попередника та його місце в сівозміні. *Агрономія Сьогодні*. 2015. URL: <http://agro-business.com.ua/ahrami-kultury/item/541-tsinnist-ripaku-iak-poperednyka-ta-iohomistse-v-sivozmini.html>.
- Сторчоус І. Найкращі умови для озимого ріпаку. *Агрономія Сьогодні*. 2019 р. URL: <http://agro-business.com.ua/ahrami-kultury/item/15085-naikrashchi-umovy-dlia-ozumoho-ripaku.html>.
- Калетнік Г.М. Розвиток ринку біопалив в Україні: моногр. Київ: Аграрна наука, 2008. 464 с.
- Вишнівський П.С. Ефективність систем захисту та удобрення в технології вирощування ріпаку ярого. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2022. Вип. 33. С. 88–98.
- Гринишин Г.М. Стан та перспективи розвитку ріпаківництва. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2018. Вип. 6 (76). С. 25–28.
- Ковальчук Д. Вибір гібрида озимого ріпаку потребує ретельної оцінки. *Пропозиція*. 2015. № 7–8. С. 8–9.
- Лихочвор В.В. Як запобігти вимерзанню озимого ріпаку за допомогою елементів технології літньо-осіннього періоду. *Зерно*. 2015. № 6. С. 98–101.
- Шьонбергер Г., Ярошко М. Особливості вирощування ріпаку: управління посівами та потре-
- ба у поживних речовинах. *Агроном*. 2012. № 1. С. 98–101.
- Маслак О. Світовий та вітчизняний ринки ріпаку. *Пропозиція*. 2015. № 7–8. С. 4–6.
- Xu G., Shen S., Zhang Y. et al. Effects of Various Nitrogen Regimes on the Ability of Rapeseed (*Brassica napus* L.) to Suppress Littleseed Canarygrass (*Phalaris minor* Retz.). *Agronomy*. 2022. Vol. 12. P. 713.
- Shoja T., Majidian M., Rabiee M. Effects of zinc, boron and sulfur on grain yield, activity of some antioxidant enzymes and fatty acid composition of rapeseed (*Brassica napus* L.). *Acta agriculturae Slovenica*. 2018. Vol. 111 (1). P. 73–84.
- Jankowski K.J., Sokólski M., Szatkowski A. The Effect of Autumn Foliar Fertilization on the Yield and Quality of Winter Oilseed Rape Seeds. *Agronomy*. 2019. Vol. 9. P. 849. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy9120849>.
- Beres J., Becka D., Tomasek J. and Vasak J. Effect of autumn nitrogen fertilization on winter oilseed rape growth and yield parameters. *Plant, Soil and Environment*. 2019. Vol. 65. P. 435–441. DOI: <https://doi.org/10.17221/444/2019-PSE>.
- Sieling K., Böttcher U. and Kage H. Sowing date and N application effects on tape root and above-ground dry matter of winter oilseed rape in autumn. *European Journal of Agriculture and Forestry Research*. 2017. Vol. 83. P. 40–46.
- Balodis O., Gaile Z. Winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) autumn growth. In: *Research for Rural Development: Proceedings of the Annual 17th International Scientific Conference* (May 18–20, 2011). Jelgava, Latvia. 2011. Vol. 1. P. 6–12.

18. Чехова І.В. Формування та розвиток ринку олійних культур: теорія, методологія, практика: моногр. Київ: Аграрна наука, 2021. 144 с.
19. Чехова І.В. Формування та розвиток ринку олійних культур: теорія, методологія, практика: моногр. Запоріжжя: ІОК НААН, 2018. 173 с.
20. Кернасюк Ю. Глобальний і внутрішній ринки ріпаку. *Економічний гектар*. 2022. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/24923-hlobalnyi-i-vnutrishnii-rynky-ripaku.html>.
21. Кернасюк Ю. Ринок ріпаку: основні тренди й тенденції. *Агробізнес сьогодні*. 2018. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/11295-rynok-ripaku-osnovni-trendy-i-tendentsii.html>.

REFERENCES

1. Palapa, N.V., Demyanyuk, O.S. & Nahorniuk, O.M. (2022). Prodovolcha bezpeka Ukrainy: stan ta aktualni pytannia sohodennia [Food security of Ukraine: current state and current issues]. *Ahroekologichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 2, 34–45. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2022.263314> [in Ukrainian].
2. Kultura Ripak ozymyi (osoblyvosti vyroshchuvannya ta zberihannya) [Winter rapeseed culture (specifics of cultivation and storage)]. (n.d.). URL: <https://agrarii-razom.com.ua/culture/ripak-ozymiy> [in Ukrainian].
3. Shubar, I. (2015). Tsinnist ripaku yak poperednyka ta yoho mistve v sivozmini [Value of rape as a predecessor and its place in crop rotation]. *Ahronomiia Sohodni — Agronomy Today*. URL: <http://agro-business.com.ua/ahrarni-kultury/item/541-tsinnist-ripaku-iak-poperednyka-ta-ioho-mistve-v-sivozmini.html> [in Ukrainian].
4. Storchous, I. (2019). Naikrashchi umovy dlia ozymoho ripaku [The best conditions for winter rape]. *Ahronomiia Sohodni — Agronomy Today*. URL: <http://agro-business.com.ua/ahrarni-kultury/item/15085-naikrashchi-umovy-dlia-ozymoho-ripaku.html> [in Ukrainian].
5. Kaletnyk, H.M. (2008). *Rozvytok rynku biopalyv v Ukraini: monohrafiia [Development of the biofuels market in Ukraine: monograph]*. Kyiv: Ahrarna nauka, 464 [in Ukrainian].
6. Vyshnivskiy, P.S. (2022). Efektyvnist system zakhystu ta udobrennia v tekhnolohii vyroshchuvannya ripaku yaroho [Effectiveness of protection and fertilization systems in spring rapeseed cultivation technology]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu oliinykh kultur NAAN — Scientific and technical bulletin of the Institute of Oil Crops of the National Academy of Sciences*, 33, 88–98 [in Ukrainian].
7. Hrynyshyn, H.M. (2018). Stan ta perspektyvy rozvytku ripakivnytstva [State and prospects of the development of rapeseed cultivation]. *Visnyk Sumskoho natsionalno ahrarnoho universytetu — Bulletin of the Sumy National Agrarian University*, 6 (76), 25–28 [in Ukrainian].
8. Kovalchuk, D. (2015). Vybir hibryda ozymoho ripaku potrebuie retelnoi otsinky [The choice of winter rapeseed hybrid requires careful assessment]. *Propozytsiia — Proposal*, 7–8, 8–9 [in Ukrainian].
9. Lykhochvor, V.V. (2015). Yak zapobihty vimerzanniu ozymoho ripaku za dopomohoiu elementiv tekhnolohii litno-osinnoho periodu [How to prevent freezing of winter rape with the help of elements of technology of the summer-autumn period]. *Zerno — Grain*, 6, 98–101 [in Ukrainian].
10. Shonberher, H. & Yaroshko, M. (2012). Osoblyvosti vyroshchuvannya ripaku: upravlinnia posivamy ta potreba u pozhyvnykh rehovynakh [Peculiarities of rapeseed cultivation: crop management and nutrient requirements]. *Ahronom — Agronomist*, 1, 98–101 [in Ukrainian].
11. Maslak, O. (2015). Svitovi ta vitchyzniani rynky ripaku [World and domestic rapeseed markets]. *Propozytsiia — Proposal*, 7–8, 4–6 [in Ukrainian].
12. Xu, G., Shen, S., Zhang, Y. et al. (2022). Effects of Various Nitrogen Regimes on the Ability of Rapeseed (*Brassica napus* L.) to Suppress Littleseed Canarygrass (*Phalaris minor* Retz.). *Agronomy*, 12, 713 [in English].
13. Shoja, T., Majidian, M. & Rabiee, M. (2018). Effects of zinc, boron and sulfur on grain yield, activity of some antioxidant enzymes and fatty acid composition of rapeseed (*Brassica napus* L.). *Acta agriculturae Slovenica, 111 (1)*, 73–84 [in English].
14. Jankowski, K.J., Sokólski, M. & Szatkowski, A. (2019). The Effect of Autumn Foliar Fertilization on the Yield and Quality of Winter Oilseed Rape Seeds. *Agronomy*, 9, 849. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy9120849> [in English].
15. Beres, J., Becka, D., Tomasek, J. & Vasak, J. (2019). Effect of autumn nitrogen fertilization on winter oilseed rape growth and yield parameters. *Plant, Soil and Environment*, 65, 435–441. DOI: <https://doi.org/10.17221/444/2019-PSE> [in English].
16. Sieling, K., Böttcher, U. & Kage, H. (2017). Sowing date and N application effects on tape root and above-ground dry matter of winter oilseed rape in autumn. *European Journal of Agriculture and Forestry Research*, 83, 40–46 [in English].
17. Balodis, O. & Gaile, Z. (2011). Winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) autumn growth. *Research for Rural Development: Proceedings of the Annual 17th International Scientific Conference*. (pp. 6–12). Jelgava, Latvia [in English].
18. Chekhova, I.V. (2021). *Formuvannya ta rozvytok rynku oliinykh kultur: teoriia, metodolohiia, praktyka: monohrafiia [Formation and development of the oilseed market: theory, methodology, practice: monograph]*. Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].
19. Chekhova, I.V. (2018). *Formuvannya ta rozvytok rynku oliinykh kultur: teoriia, metodolohiia, praktyka: monohrafiia [Formation and development of the oilseed market: theory, methodology, practice: monograph]*. Zaporizhzhia: IOK NAAN [in Ukrainian].

20. Kernasiuk, Yu. (2022). Hlobalnyi i vnutrishnii rynky ripaku [Global and domestic rapeseed markets]. *Ekonomichnyi hektar — Economic hectare*. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/24923-hlobalnyi-i-vnutrishnii-rynky-ripaku.html> [in Ukrainian].
21. Kernasiuk, Yu. (2018). Rynok ripaku: osnovni trendy y tendentsii [Rapeseed market: main trends and trends]. *Ahrobiznes sohodni — Agribusiness today*. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/11295-rynok-ripaku-osnovni-trendy-i-tendentsii.html> [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 11.02.2023

ВПЛИВ БІОПРЕПАРАТІВ ВИМПЕЛ 2, ОРАКУЛ МУЛЬТИКОМПЛЕКС ТА ЇХ СУМІШІ НА РОСЛИНИ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО (*HORDEUM L.*) РІЗНИХ СОРТІВ

І.І. Мосійчук, Л.В. Гаврилук, І.В. Безноско, Ю.А. Туровнік

*Інститут агроєкології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: mii97.dolina@gmail.com; ORCID: 0000-0003-3830-2912
e-mail: gavriluklilia410@gmail.com; ORCID: 0000-0001-6901-0766
e-mail: beznoskoirina@gmail.com; ORCID: 0000-0002-2217-5165
e-mail: turovnikyilia@gmail.com; ORCID: 0000-0003-0169-4262*

*Дослідження щодо механізмів впливу біологічних препаратів на рослини сільськогосподарських культур із метою поліпшення та регулювання їх росту є актуальним завданням в агроєкології. У статті наведені результати досліджень змін біометричних показників рослин ячменю ярого (*Hordeum L.*) залежно від впливу біопрепаратів Вимпел 2, Оракул мультікомплекс та їх суміші (Вимпел 2 + Оракул мультікомплекс). Дослідження проводили на базі тимчасових польових дослідів (Скви́рська дослідна станція органічного виробництва ІАП НААН) та у відділі агробіоресурсів і екологічно безпечних технологій у лабораторії біоконтролю агроєкосистем і органічного виробництва ІАП НААН. Визначено, що за впливу суміші препаратів Вимпел 2 + Оракул мультікомплекс рослини ячменю ярого сортів (Себастьян, Геліос), у фазі повної стиглості зерна, були вищими на 10 см порівняно з варіантом без обробки (контроль). Це свідчить, що обробка рослин ячменю ярого мікродобривом та стимулятором росту забезпечувала прискіт лінійних розмірів рослин у висоту у всі фази їх розвитку. Встановлено, що вплив препаратів Вимпел 2, Оракул мультікомплекс та їх сумішей (Вимпел 2 + Оракул мультікомплекс) значно підвищують прискіт площі листків сортів ячменю ярого, що покращує умови росту і розвитку рослин ячменю ярого, як за рахунок стимулювальних властивостей регулятора росту рослин, так і поліпшення умов ґрунтового живлення з боку мікродобрива, що впливає на формування високопродуктивних посівів. Проаналізовано, що за впливу препаратів змінювалася довжина колосу, кількість зерен у колосі та маса зерен рослин ячменю ярого, яка залежить від сортових особливостей рослин та стимулювальної дії досліджуваних препаратів. Найефективнішою була суміш (Вимпел 2 + Оракул мультікомплекс), яка істотно впливала на біометричні показники рослин, покращуючи їх у період вегетації.*

Ключові слова: агроєнози, біопрепарати, стимулятор росту, мікродобриво, онтогенез.

ВСТУП

Формування високопродуктивних агроєнозів сільськогосподарських культур це складний процес, у якому пов'язані та взаємодіють між собою екологічні чинники на всіх етапах органогенезу [1]. Визначальним фактором в отриманні якісної рослинної сировини ячменю ярого (*Hordeum L.*) відіграє технологія вирощування культури. Відповідно до обраної технологічної схеми здійснюються всі операції в полі, починаючи від підготовки до посіву та завершуючи збиранням урожаю. Саму технологію вирощування

виробники обирають відповідно до природно-кліматичних особливостей та можливостей господарства [2]. З огляду на це, актуальною проблемою є пошук високоєфективних технологій вирощування ячменю ярого, які б забезпечували не тільки високу врожайність зерна та його якість, а й були б безпечними для довкілля.

Вивчення і комплексна оцінка певних елементів технології вирощування сортів ячменю ярого дасть можливість підвищити ефективність виробництва цієї культури [3].

Мета досліджень: визначити зміну біометричних показників рослин ячменю

ярого залежно від впливу препаратів Вимпел 2, Оракул мультикомплекс та їх суміші (Вимпел 2 + Оракул мультикомплекс).

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Враховуючи зміни клімату та інтенсивне використання хімічних засобів захисту, сучасна технологія вирощування зерна ячменю ярого потребує розробки та впровадження у виробництво нових технологічних рішень, які б дали змогу нівелювати негативний вплив середовища на розвиток рослин, їх урожайність і сприяти більш ефективному використанню препаратів біологічного походження [4]. Питання пошуку резервів підвищення конкурентоспроможності зернової продукції ячменю ярого за рахунок сортових ресурсів та біологічних препаратів викладені у наукових працях багатьох вчених, зокрема таких: Вінюков О.О., Коробова О.М., Бондарева О.Б., Коноваленко Л.І., Мамедова Е.І., Гирка А.Д., Гораш О., Климишена Р., Хоміна В., Зінченко О., Стрілець О., Гурська І., Сорокіна С., Сичов С., Огорокова О. та ін. Фундаментальність цих досліджень приносить велику користь сільськогосподарському виробництву. Відомо, що врожайність сільськогосподарських рослин істотно залежить і змінюється під впливом живлення рослин різними мікроелементами та регуляторами росту [5–11]. Це один із перспективних напрямів у вирощуванні різних сільськогосподарських культур, що дає можливість оптимізувати живлення рослин, регулювати процеси росту, позитивно вплинути на метаболізм культивованих рослин, а також стійкість до несприятливих умов зовнішнього середовища. Крім того, корисна антагоністична мікрофлора біопрепаратів дає змогу захистити рослини від фітопатогенних грибів [12–14]. Біологічні препарати можна використовувати як у передпосівній обробці насіння, так і під час вегетації. Їх використання є найбільш безпечним для рослин, ґрунту та людини [15; 16].

У Україні, ячмінь ярий є однією із основних сільськогосподарських культур. У структурі посівних площ Лісостепу він

займає до 15% [17], який вирощують як продовольчу, кормову й технічну культуру [18]. Саме тому, вивчення особливостей формування продуктивності ячменю ярого в системі технологічних прийомів вирощування, а також розробка основних елементів сортової агротехніки, адаптивності до ґрунтово-кліматичних умов регіону вирощування залишається актуальним.

Натомість кожен регіон має певні ґрунтові та погодні особливості, то для кожного з них необхідно підбирати сорти, що можуть поєднувати у собі високу адаптивність до несприятливих абіотичних та біотичних чинників із достатньою потенційною продуктивністю та здатністю реалізувати її навіть під час стресових погодних умов [19; 20]. Нині заходи з вирощування *Hordeum L.* не забезпечують одержання бажаного врожаю внаслідок порушення технології вирощування культури. Це зумовлено комплексом агробіологічних, метеорологічних, агротехнічних чинників [21]. У зв'язку з цим існує необхідність науково обґрунтованого вдосконалення елементів технології вирощування ячменю ярого з метою покращання умов росту й розвитку рослин, підвищення їх адаптивних властивостей і зернової продуктивності.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження здійснювали впродовж 2021–2022 рр. на базі тимчасових польових дослідів, які розташовані у Сквирській дослідній станції органічного виробництва ІАП НААН (Київська обл.) та у відділі агробіоресурсів та екологічно безпечних технологій в лабораторії біоконтролю агроecosystem і органічного виробництва ІАП НААН.

Для аналізу впливу біопрепаратів на біометричні показники використовували рослини ячменю ярого сортів Себастьян («Сейет Плантефоредлінг І/С», Данія) та Геліос (Селена, м. Одеса). Зазначені сорти вирощували використовуючи такі біопрепарати, як: Вимпел 2 та Оракул мультикомплекс. Вимпел 2 — стимулятор росту, у складі якого присутні багатоатомні спир-

ти з коротким вуглецевим ланцюгом, що структурують вільну внутрішньоклітинну воду, підвищуючи її біологічну активність; прискорюють процеси росту і фотосинтезу; регулюють транспірацію та інтенсивність мінерального живлення. Оракул мультикомплекс — це рідке мікродобриво, що має фізіологічний вплив на рослину, який компенсує нестачу поживних елементів у період несприятливих умов росту, коли потреби рослин перевищують поглинальну здатність кореневої системи. В якості контролю використовували сорти ячменю ярого Себастьян та Геліос, без обробки біопрепаратами (обробка водою).

Для визначення біометричних показників ячменю ярого використовували загальноприйняті методи дослідження [22]. Площу прапорцевого листка ячменю ярого встановлювали методом висічок. Листки з проби зважували, робили висічки спеціальним ключем визначеного діаметра та визначали площу листка по формулі [23]:

$$S = M \times S_1 / M_1,$$

де M — загальна маса листка, г; S_1 — площа однієї висічки, см²; M_1 — маса висічок, г.

Визначали масу 1000 насінин [24]. Наважку висипали на розбірну дошку, ретельно перемішували та розрівнювали рівним шаром у вигляді квадрата, який поділяли по діагоналях на чотири трикутники. З кожного трикутника відраховували по 250 зерен. Останні, відібрані з двох протилежних трикутників, об'єднували і отримували дві наважки по 500 зерен, кожна з яких зважували з точністю до 0,01 г. Різниця між масою двох наважок не повинна перевищувати 5% їх середньої маси. Із маси двох наважок одержували масу 1000 зерен.

За впливу препаратів визначали висоту рослини у різні фази онтогенезу (кущення, колосіння, досягання зерна), також у фазі досягання культури визначали лінійні розміри довжини колоса та виражали у сантиметрах [24].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Встановлено, що лінійні розміри рослин ячменю ярого сортів Себастьян і Геліос

змінювалися під впливом листової обробки стимулятором росту рослин Вимпел 2, комплексним мікродобривом Оракул мультикомплекс, та їх суміші (Вимпел 2 + Оракул мультикомплекс) впродовж онтогенезу (рис. 1 а, б).

Отже, показники істотно різнилися як у сортових особливостях рослин, так і у варіантах з листовою обробкою мікродобривом та стимулятором росту, а саме: у період вегетації рослин значно більшою висотою ячменю ярого вирізнявся сорт Себастьян, оброблений сумішню препаратів Вимпел 2 + Оракул мультикомплекс, яка становила 78 см.

Водночас за обробки сумішню рослин сорту Геліос висота рослин у фазі повної стиглості становила 70 см, що на 8 см менша, ніж у рослин сорту Себастьян. За обробки препаратом Оракул мультикомплекс та Вимпел 2 висота рослин зростала впродовж онтогенезу рослин і досягала на рослинах сорту Себастьян 73 см, а на рослинах сорту Геліос — 63 см. На контрольному варіанті (без обробки) висота рослин обох сортів також змінювалася і досягала свого максимуму у фазі повної стиглості, та становила на рослинах сорту Себастьян 68 см, а на рослинах сорту Геліос — 60 см. Тому, за застосування суміші препаратів (Вимпел 2 + Оракул мультикомплекс), у фазі повної стиглості зерна, рослини ячменю ярого обох сортів були вищими на 10 см порівняно з контрольним варіантом. Це свідчить, що обробка рослин *Hordeum L.* мікродобривом та стимулятором росту забезпечувала приріст лінійних розмірів рослин у висоту у всі фази їх розвитку.

Визначено площу листової поверхні рослин ячменю ярого сортів Себастьян і Геліос за впливу біопрепаратів Вимпел 2, Оракул мультикомплекс та їх суміші (Вимпел 2 + Оракул мультикомплекс) (табл. 1).

Встановлено, що застосування досліджуваних препаратів у посівах культури сприяло збільшенню площі листової поверхні рослин від фази весняного кущення до колосіння. Найбільшу площу листової поверхні рослини сортів ячме-

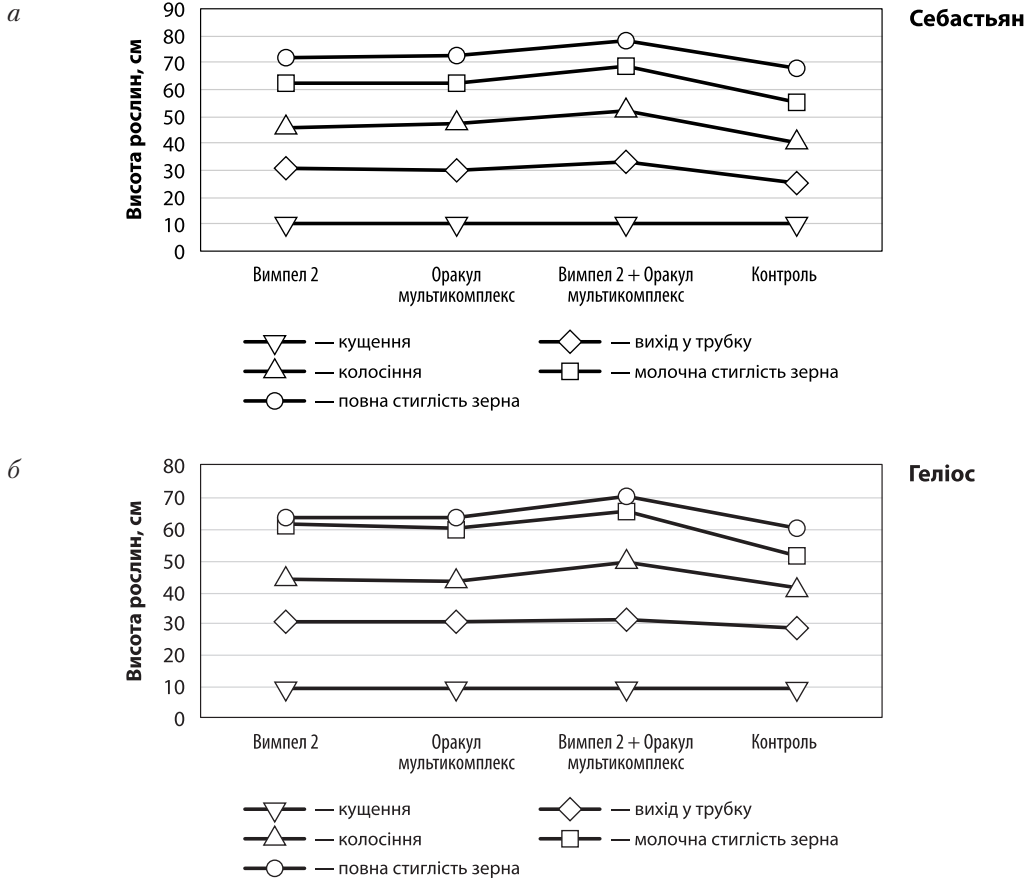


Рис. 1. Вплив препаратів на ріст рослин сортів ячменю ярого: а – сорт Себастьян; б – сорт Геліос, впродовж 2021–2022 рр.

Таблиця 1. Площа листкової поверхні рослин ячменю ярого залежно від сортових особливостей, мікродобрив та стимулятора росту

Сорт	Варіант	Площа листкової поверхні, тис. м ² /га		
		кущення	вихід у трубку	коłosіння
Себастьян	Вимпел 2	12,36±0,25	31,85±0,63	37,22±0,71
	Оракул мультикомплекс	12,23±0,24	32,01±0,64	37,10±0,74
	Вимпел 2 + Оракул мультикомплекс	12,35±0,25	34,13±0,68	38,54±0,76
	Контроль	11,12±0,22	30,05±0,60	34,76±0,74
Геліос	Вимпел 2	11,56±0,23	30,67±0,61	36,05±0,70
	Оракул мультикомплекс	11,19±0,22	31,32±0,62	36,10±0,70
	Вимпел 2 + Оракул мультикомплекс	11,94±0,23	33,98±0,66	37,84±0,75
	Контроль	10,09±0,20	29,63±0,50	33,16±0,66

P=0,05

ню ярого формували за обробки по листку сумішшю, яка містила мікродобриво Оракул мультікомплекс та стимулятор росту рослин Вимпел 2, що становила на сорті Себастьян від 12,35 до 38,54 тис. м²/га, а на рослинах сорту Геліос площа листової поверхні була нижчою і сягала у межах 11,94–37,84 тис. м²/га. За обробки по листку у фазі кушення мікродобривом та стимулятором росту спостерігали також збільшення площі листової поверхні рослин ячменю ярого у фазі виходу у трубку та 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. Водночас на контрольному варіанті площа листової поверхні обох сортів була нижчою і сягала від 10,09 до 34,76 тис. м²/га. Встановлено, що обробка препаратами Вимпел 2, Оракул мультікомплекс та сумішшю (Вимпел 2 + Оракул мультікомплекс) по листку посилювала формування асиміляційного апарату. Все це свідчить про покращання умов росту і розвитку рослин ячменю ярого, як за рахунок стимулювальних властивостей регулятора росту рослин, так і поліпшення умов ґрунтового живлення з боку мікродобрива, що впливає на формування високопродуктивних посівів.

Також одними із важливих біометричних показників рослин є довжина колоса,

кількість зерен у колосі та маса зерен у колосі. Між елементами колоса (довжиною й кількістю зерен) і продуктивністю рослини існує безпосередній зв'язок. Отже, дослідження з визначення цих показників, особливо необхідні за ведення селекційної роботи, а також виявлення впливу різних препаратів на формування якісного і здорового насінневого матеріалу. Тому визначено зміну показників колоса ячменю ярого за впливу препаратів Вимпел 2, Оракул мультікомплекс та сумішшю (Вимпел 2 + Оракул мультікомплекс) (табл. 2).

За результатами дослідження представленими у табл. 2 засвідчено, що довжина колоса не залежала від кількості зерен у колосі та маси зерен. За впливу суміші Вимпел 2+Оракул мультікомплекс довжина колоса рослин сорту Себастьян становила 7 см, а маса зерен – 82 г, відповідно кількість зерен у колосі сягала 22 шт. У той самий час довжина колоса рослин сорту Геліос була нижчою і становила 5,6 см, а маса зерен – 79 г, відповідно кількість зерен у колосі сягала 22 шт. Водночас за впливу препаратів як Вимпел 2, так і Оракул мультікомплекс, довжина колоса була найбільшою і становила у рослин сорту Себастьян – 7,3 см, а маса зерен була нижчою і сягала 77 г та кількість зерен у колосі – 19 шт. У рослин сорту Геліос дов-

Таблиця 2. Біометричні показники колоса ячменю ярого залежно від сортових особливостей, мікродобрив та стимулятора росту

Варіанти досліду	Довжина колоса, см	Кількість зерен у колосі, шт.	Маса зерна колоса, г
<i>Себастьян</i>			
Вимпел 2	7,2±0,14	19±0,29	76±1,52
Оракул мультікомплекс	7,3±0,14	19±0,29	77±1,54
Вимпел 2 + Оракул мультікомплекс	7,0±0,14	22±0,44	82±1,64
Контроль	5,0±0,10	17±0,27	60±1,20
<i>Геліос</i>			
Вимпел 2	6,2±0,12	17±0,27	75±1,50
Оракул мультікомплекс	6,4±0,12	18±0,28	76±1,52
Вимпел 2 + Оракул мультікомплекс	5,6±0,11	20±0,40	79±1,68
Контроль	5,0±0,10	15±0,25	58±1,16

P=0,05



Рис. 2. Довжина колоса ячменю ярого сорту Себастьян за впливу біопрепаратів:
а – Вимпел 2; б – Оракул мультікомплекс;
в – Вимпел 2 + Оракул мультікомплекс; з – контроль

жина колоса була 6,3 см, маса зерен – 76 г та кількість зерен у колосі – 18 шт. У контрольному варіанті довжина колоса обох сортів була найменшою і становила 5 см, маса зерен у сорті Себастьян сягала 60 г, а в сорті Геліос 58 г. Кількість зерен у колосі у сорті Себастьян було 17 шт., а в сорті Геліос – 15 шт. Отже, за впливу препаратів змінювалася довжина колоса рослин ячменю ярого, яка залежить від сортових особливостей рослин та стимулювальної дії досліджуваних препаратів. Найкращі результати отримали за використання суміші (Вимпел 2 + Оракул мультікомплекс) на рослинах сорту Себастьян, де довжина

колоса була на 2 см вищою, а маса зерен на 22 г важчою порівняно із контрольним варіантом (рис. 2).

Аналогічну ситуацію спостерігали у варіанті із рослинами ячменю сорту Геліос за впливу суміші, де довжина колоса рослин була на 0,6 см вищою, а маса зерен на 11 г більшою порівняно із контрольним варіантом (рис. 3).

Тому за результатами досліджень можна припустити, що біометричні показники *Hordeum L.* істотно залежать від сортових особливостей рослин. Рослини сорту Себастьян характеризували значно кращими ростовими показниками та масою зерен у



Рис. 3. Довжина колоса ячменю ярого сорту Геліос за впливу біопрепаратів:
а – Вимпел 2; б – Оракул мультікомплекс;
в – Вимпел 2 + Оракул мультікомплекс; з – контроль

колосі порівняно із рослинами сорту Геліос. Найефективнішою була суміш (Вимпел 2 + Оракул мультікомплекс), яка істотно впливала на біометричні показники рослин, покращуючи їх у період вегетації.

ВИСНОВКИ

Досліджено, що за впливу суміші препаратів (Вимпел 2 + Оракул мультікомплекс) рослини ячменю ярого обох сортів, у фазі повної стиглості зерна, були вищими на 10 см порівняно з варіантом без обробки (контроль). Це свідчить, що обробка досліджуваних рослин мікродобриком та стимулятором росту забезпечувала приріст лінійних розмірів рослин у висоту у всі фази їх розвитку. Встановлено, що вплив препаратів Вимпел 2, Оракул мультікомплекс та їх сумішей (Вимпел 2 + Оракул мультікомплекс) значно підвищують приріст площі листків сортів ячменю ярого, що покращує його умови росту й розвитку, як за рахунок стимулювальних властивостей регулятора росту рослин, так і

поліпшення умов ґрунтового живлення з боку мікродобрива. Проаналізовано, що за впливу препаратів змінювалася довжина колоса, кількість зерен у колосі й маса зерен рослин *Hordeum L.*, яка залежить від сортових особливостей рослин та стимулювальної дії досліджуваних препаратів. Досліджено, що за впливу біологічних препаратів довжина колоса сортів Себастьян і Геліос коливалася від 5,6 до 7,0 см, а маса зерен — від 79 до 82 г. У контрольному варіанті довжина колоса сортів та маса зерен у колосі була меншою — 5 см і 59 г. Отже, обробка насіння та агроценозів ячменю ярого біопрепаратами Вимпел 2, Оракул мультікомплекс та їх суміші (Вимпел 2 + Оракул мультікомплекс) забезпечила підвищення таких показників, як довжина стебла та колоса, кількість зерен у колосі і масу зерен сортів ячменю ярого. Це необхідно для ефективного застосування біологічних препаратів залежно від сорту рослин та збільшення виробництва екологічно безпечної продукції ячменю ярого.

ЛІТЕРАТУРА

- Panfilova A., Gamayunova V. and Smirnova I. Influence of fertilizing with modern complex organic-mineral fertilizers to grain yield and quality of winter wheat in the southern steppe of Ukraine. *Agraarteadus*. 2020. Vol. 31 (2). P. 196–201. DOI: <https://doi.org/10.15159/jas.20.28>.
- Raza A., Razzaq A., Mehmood S.S. et al. Impact of climate change on crops adaptation and strategies to tackle its outcome. *Plants*. 2019. Vol. 8 (2). P. 34. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants8020034>.
- Мостов'як І.І., Дем'янюк О.С., Парфенюк А.І., Безноско І.В. Сорт як фактор формування стійких агроценозів зернових культур. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2020. № 2. С. 110–118. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.02.13>.
- Singh G., Sharma G., Sanchita Kalra P. et al. Role of alkyls ilatranes as plant growth regulators: comparative substitution effect on root and shoot development of wheat and maize. *Journal of the science of food and agriculture*. 2018. Vol. 98 (13). P. 5129–5133. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.9052>.
- Мамедова Е.І., Гирка А.Д. Біопрепарати як елементи біоадаптивної технології вирощування ячменю ярого в умовах північного Степу України. *Проблеми та шляхи інтенсифікації виробництва продукції тваринництва*: тези Міжнар. наук.-практ. конф. м. Дніпро, 2017. С. 282–283.
- Вінюков О.О., Коробова О.М., Бондарева О.Б., Коноваленко Л.І. Використання біо- та ристрегулюючих препаратів для підвищення продуктивності та якості зерна ячменю ярого. *Збалансоване природокористування*. 2017. Вип. 3. С. 46–50.
- Волкогон В.В. Сільськогосподарська мікробіологія в Україні: досягнення, проблеми, перспективи. *Вісник сільськогосподарської науки*. 2018. Вип. 11. С. 20–27. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201811-03>.
- Gorash O., Klymyshena R., Khomina V. and Vilchynska L. Ecological and biological conformity of conditions of the brewing barley cultivation zone. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10 (1). P. 246–253.
- Gorash O., Klymyshena R., Zinchenko O. and Strilets O. Influence of foliar fertilization with micro-fertilizers on physiological grain quality of spring malting barley. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. Vol. 11 (5). P. 15–20.
- Гурська І. Організація і планування в аграрних формуваннях. Методичні рекомендації для проведення практичних (семінарських) занять з дисципліни. 2022. 78 с.
- Sorokina S., Sorokin N., Sychev S. and Okorokova O. Effectiveness of preparations for increasing the activity of plant growth processes at NO-TILL technology. *Earth and Environmental Science*. 2021. Vol. 650. P. 11–13. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/650/1/012084>.
- Мосійчук І.І., Безноско І.В., Туровнік Ю.А., Горган Т.М. Екологічне обґрунтування регуляції

- фітопатогенного мікrobiому в агроценозах ячменю ярого у екологічно безпечних технологіях. *Агро-екологічний журнал*. 2021. № 2. С. 117–124. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2021.234468>
13. Безноско І.В., Парфенюк А.І., Гаврилук Л.В. та ін. Видовий склад фітопатогенних мікроміцетів насіння сортів культурних рослин. *Агроекологічний журнал*. 2020. № 2. С. 84–90. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2020.207685>.
 14. Panfilova A., Korkhova M., Gamayunova V. et al. Formation of photosynthetic and grain yield of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) depend on varietal characteristics and plant growth regulators. *Agronomy Research*. 2019. Vol. 17 (2). P. 608–620. DOI: <https://doi.org/10.15159/AR.19.099>.
 15. Мамедова Е.І. Агробіологічні особливості вирощування ячменю ярого в Північному Степу України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.09. Дніпро, 2018. 24 с.
 16. Panfilova A. and Mohylnytska A. The impact of nutrition optimization on crop yield of winter wheat varieties (*Triticum aestivum* L.) and modeling of regularities of its dependence on structure indicators. *Agriculture & Forestry*. 2019. Vol. 65 (3). P. 157–171. DOI: <https://doi.org/10.17707/AgricultForest.65.3.13>.
 17. Parfeniuk A., Turovnik Yu., Beznosko I. et al. Mycobio- biome of sunflower rhizosphere in organic farming. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. Vol. 11 (2). P. 149–154.
 18. Karashchuk H.V. and Polyshchuk O.V. Yield and quality of the grain of varieties of the winter wheat depending on plant growth regulators under irrigation 140 in the South of Ukraine. *Taurian Scientific Bulletin*. 2019. Vol. 105. P. 90–94.
 19. Романюк В.І. Фотосинтетична продуктивність ячменю ярого в умовах Лісостепу Правобережного. *Вісник аграрної науки*. 2019. Вип. 3. С. 76–81.
 20. Касаткіна Т.О. Перспективи та особливості вирощування ячменю ярого на півдні України. *Науковий горизонт*. 2018. Вип. 7–8. С. 131–138. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vzhnau_2018_7-8_21.
 21. Гораш О.С. Основи технології вирощування пивоварного ячменю. *Агроном*. 2021. № 1. С. 94–98.
 22. Когут І.М. Площа листової поверхні та фотосинтетичний потенціал рослин озимої пшениці залежно від попередників та сорту. URL: <http://int-konf.org/konf012014/679>.
 23. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. [Чинний від 2004.01.01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 173 с.
 24. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П. Основи наукових досліджень в агрономії: підруч. / за ред. В.О. Єщенко. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2014. 332 с.

REFERENCES

1. Panfilova, A., Gamayunova, V. & Smirnova, I. (2020). Influence of fertilizing with modern complex organomineral fertilizers to grain yield and quality of winter wheat in the southern steppe of Ukraine. *Agrarteadus*, 31 (2), 196–201. DOI: <https://doi.org/10.15159/jas.20.28> [in English].
2. Raza, A., Razaq, A., Mehmood, S.S. et al. (2019). Impact of climate change on crops adaptation and strategies to tackle its outcome. *Plants*, 8 (2), 34. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants8020034> [in English].
3. Mostoviyak, I.I., Demyaniuk, O.S., Parfenyuk, A.I. & Beznosko, I.V. (2020). Sort yak faktor formuvannya stiykykh ahrotsenziv zernovykh kultur [The variety as a factor in the formation of stable agrocenoses of grain crops]. *Visnyk poltavskoyi derzhavnoyi ahrarnoyi akademiyi — Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 2, 110–118. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.02.13> [in Ukrainian].
4. Singh, G., Sharma, G., Sanchita Kalra, P. et al. (2018). Role of alkyls ilatranes as plant growth regulators: comparative substitution effect on root and shoot development of wheat and maize. *Journal of the science of food and agriculture*, 98 (13), 5129–5133. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.9052> [in English].
5. Mamedova, E.I. & Girka, A.D. (2017). Biopreparaty yak elementy bioadaptivnoyi tekhnolohiyi vyroshchuvannya yachmenyu yaroho v umovakh pivnichnoho Stepu Ukrayiny [Biopreparations as elements of bioadaptive technology of growing spring barley in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine]. *Problemy ta shlyakhy intensyfikatsiyi vyrobnytstva produktsiyi tvarynnytstva: Mizhnarodna naukovopraktychna konferentsiya [Problems and ways of intensification of livestock production: International scientific and practical conference]*. (pp. 282–283). Dnipro [in Ukrainian].
6. Vinyukov, O.O., Korobova, O.M., Bondareva, O.B. & Konovalenko, L.I. (2017). Vykorystannya bio- ta ristrehulyuyuychykh preparativ dlya pidvyshchennya produktyvnosti ta yakosti zerna yachmenyu yaroho [The use of bio- and re-regulating drugs to increase productivity and grain quality of spring barley]. *Zbalsanovane pryrodokorystuvannya — Balanced nature management*, 3, 46–50 [in Ukrainian].
7. Volkogon, V.V. (2018). Silskohospodarska mikrobiolohiya v Ukrayini: dosyahnennya, problemy, perspektyvy [Agricultural microbiology in Ukraine: achievements, problems, prospects]. *Visnyk silskohospodarskoyi nauky — Bulletin of agricultural science*, 11, 20–27. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201811-03> [in Ukrainian].
8. Gorash, O., Klymyshena, R., Khomina, V. & Vilchynska, L. (2020). Ecological and biological conformity of conditions of the brewing barley cultivation zone. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10 (1), 246–253 [in English].
9. Gorash, O., Klymyshena, R., Zinchenko, O. & Strilets, O. (2021). Influence of foliar fertilization with micro-fertilizers on physiological grain quality of spring malting barley. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11 (5), 15–20 [in English].

10. Gurska, I. (2022). *Orhanizatsiya i planuvannya v ah-rarnykh formuvannyakh. Metodychni rekomendatsiyi dlya provedennya praktychnykh (seminarskykh) zanyat z dystsypliny [Organization and planning in agrarian formations. Methodical recommendations for conducting practical (seminar) classes in the discipline]*. Kyiv [in Ukrainian].
11. Sorokina, S., Sorokin, N., Sychev, S. & Okorokova, O. (2021). Effectiveness of preparations for increasing the activity of plant growth processes at NO-TILL technology. *Earth and Environmental Science*, 650, 11–13. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/650/1/012084> [in English].
12. Mosiichuk, I.I., Beznosko, I.V., Turovnik, Yu.A. & Gorgan, T.M. (2021). Ekologichne obruntuvannya rehulyatsiyi fitopatohennoho mikrobiomu v ahrotsenozakh yachmenyu yarocho u ekologichno bezpechnykh tekhnolohiyakh [Ecological substantiation of phytopathogenic mycobiome regulation in agroecosystems of spring barley in ecologically safe technologies]. *Ahroekologichnyy zhurnal — Agroecological journal*, 2, 117–124. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2021.234468> [in Ukrainian].
13. Beznosko, I.V., Parfenyuk, A.I., Havrylyuk, L.V. et al. (2020). Vydovyy sklad fitopatohennykh mikro-mitsetiv nasinnya sortiv kulturnykh roslyn [Species composition of phytopathogenic micromycetes of seeds of cultivated plant varieties]. *Ahroekologichnyy zhurnal — Agroecological journal*, 2, 84–90. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2020.207685> [in Ukrainian].
14. Panfilova, A., Korkhova, M., Gamayunova, V. et al. (2019). Formation of photosynthetic and grain yield of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) depend on varietal characteristics and plant growth regulators. *Agronomy Research*, 17 (2), 608–620. DOI: <https://doi.org/10.15159/AR.19.099> [in English].
15. Mamedova, E.I. (2018). Ahrobiolohichni osoblyvosti vyroshchuvannya yachmenyu yarocho v Pivnichnomu Stepu Ukrayiny [Agrobiological features of growing spring barley in the Northern Steppe of Ukraine]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Dnipro [in Ukrainian].
16. Panfilova, A. & Mohylnytska, A. (2019). The impact of nutrition optimization on crop yield of winter wheat varieties (*Triticum aestivum* L.) and modeling of regularities of its dependence on structure indicators. *Agriculture & Forestry*, 65 (3), 157–171. DOI: <https://doi.org/10.17707/AgricultForest.65.3.13> [in English].
17. Parfeniuk, A., Turovnik, Yu., Beznosko, I. et al. (2021). Mycobiome of sunflower rhizosphere in organic farming. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11 (2), 149–154 [in English].
18. Karashchuk, H.V. & Polyshchuk, O.V. (2019). Yield and quality of the grain of varieties of the winter wheat depending on plant growth regulators under irrigation 140 in the South of Ukraine. *Taurian Scientific Bulletin*, 105, 90–94 [in English].
19. Romanyuk, V.I. (2019). Fotosyntetychna produktyvnist yachmenyu yarocho v umovakh Lisostepu Pravoberezhnoho [Photosynthetic productivity of spring barley under the conditions of Pravoberezhny Forest-Steppe]. *Visnyk ahraryoi nauky — Herald of Agrarian Science*, 3, 76–81 [in Ukrainian].
20. Kasatkina, T.O. (2018). Perspektyvy ta osoblyvosti vy-roshchuvannya yachmenyu yarocho na pivdni Ukrayiny [Prospects and features of growing spring barley in the south of Ukraine]. *Naukovi horyzonty — Scientific horizons*, 7–8, 131–138. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vzhnau_2018_7-8_21 [in Ukrainian].
21. Horash, O.S. (2021). Osnovy tekhnolohiyi vyroshchuvannya pyvovarnoho yachmenyu [Basics of malting barley growing technology]. *Agronomist — Ahronom*, 1, 94–98 [in Ukrainian].
22. Kohut, I.M. *Ploshcha lystovoyi poverkhni ta fotosyntetychnyy potentsial roslyn ozymoyi pshenytsi zalezchno vid poperednykiv ta sortu [Leaf surface area and photosynthetic potential of winter wheat plants depending on predecessors and variety]*. (n.d.). URL: <http://int-konf.org/konf012014/679> [in Ukrainian].
23. Nasinnya silskohospodarskykh kultur. Metody vyznachennya yakosti [Seeds of agricultural crops. Methods of determining quality]. (2003). *DSTU 4138-2002 from 1st January 2004*. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy [in Ukrainian].
24. Yeschenko, V.O. (Ed.), Kopytko, P.G. & Opryshko, V.P. (2014). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomiyi [Fundamentals of scientific research in agronomy]*. Vinnytsia [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 05.04.2023

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ БАГАТОРІЧНИХ ТРАВСУМІШЕЙ НА ДРЕНОВАНИХ ОРГАНОГЕННИХ ҐРУНТАХ

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

¹ ННЦ «Інститут землеробства НААН»
(сmt Чабани, Фастівський р-н, Київська обл., Україна)
e-mail: sliusarit@ukr.net; ORCID: 0000-0001-8980-5160
e-mail: serbenukvo@ukr.net; ORCID: 0000-0003-0175-6621

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

Природоохоронне та ефективне використання заплавних органогенних ґрунтів долин річок гумідної зони пов'язане з розробкою стійких агросистем, в яких багаторічним травам відводиться в структурі посівних площ 65–75%. Основним заходом у технології вирощування багаторічних травосумішей є внесення мінеральних добрив. Проведені дослідження свідчать, що найбільшу врожайність багаторічних травосумішей у середньому за 2016–2019 рр. мали за внесення рекомендованих доз добрив отриманих на основі багаторічних досліджень ($N_{45}P_{45}K_{120}$) — 8,9 т/га, а з додавання — 2 л/га Органік-Баланс — 9,4 т/га сухої маси; за врожайності 8,5 т/га за розрахункової дози добрив на приріст врожаю трав $N_{45}P_{84}K_{150}$ та 8,3 т/га — на заплановану врожайність з урахуванням умісту поживних речовин у ґрунті $N_{45}P_{138}K_{293}$. Отже, економічно найвигідніше та науково виправдані є внесення мінеральних добрив під посіви багаторічних трав отриманих на основі тривалих досліджень з урахуванням ґрунтово-кліматичних та погодних умов. До того ж, внесення різних доз мінеральних добрив призводило і до відповідного вимивання їх у дренажні води. Вимивання NO_3 за вегетацію на варіанті за рекомендованої дози добрив становило — 12,3 мг/л, а на варіанті з внесенням мінеральних добрив на приріст врожаю ($N_{45}P_{84}K_{150}$) збільшувало вимивання у ґрунтові води до 17,2 мг/л води. Отже, економічна та екологічна оцінка визначення доз мінеральних добрив, розрахованих різними методами показала, що на посівах багаторічних трав найдоцільніше визначати розрахунки на основі даних, отриманих у довготривалих дослідженнях.

Ключові слова: екологія, мікродобрива, методи розрахунку, дренажні ґрунти, меліорація, забруднення вод, багаторічні травосуміші.

ВСТУП

Запровадження в Україні концепції точного землеробства (*precision agriculture*), розробленої в 90-х роках ХХ ст. є логічним продовженням епохи програмування врожаїв [1–3]. Набуті знання дають змогу застосовувати новітні підходи диференційованого спрямування конкретно на розв'язання основних завдань на різних типах ґрунтів, особливо на меліорованих органогенних; уточнення методології розрахунків оптимального поживного режиму ґрунту з урахуванням не тільки сучасних технічних заходів, а й загальноекономічних та екологічних показників [4–6].

Наявність у торфоболотних ґрунтах значної кількості азоту і їхня здатність забезпечувати рослини протягом вегетації вологою, сприяють інтенсивному росту і розвитку багаторічних травосумішей. Ці особливості органогенних ґрунтів разом з агротехнікою вирощування культур значно впливають на поживний режим ґрунту та екологію довкілля загалом [7–9].

Мета роботи — визначення принципів формування оптимального поживного режиму для багаторічних травосумішей та запобігання забруднення ґрунтових і річкових вод на дренажних органогенних ґрунтах, шляхом встановлення науково обґрунтованих доз внесення мінеральних

добрив, залежно від методик їхнього розрахунку, що враховують особливості характеристики цих ґрунтів та структури посівних площ у сівозміні.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Основними методами визначення норм внесення мінеральних добрив багатьма вченими [2; 3; 9] прийнято: розрахунки на основі аналізу даних багаторічних польових досліджень та балансово-розрахункові методи. Останні мають цілу низку методик: дози розраховані на приріст урожаю, на заплановану врожайність з урахуванням вмісту поживних речовин у ґрунті, коефіцієнтів використання поживних з елементів ґрунту і добрив, винесення основною і побічною продукцією культур тощо.

Наведене вище свідчить про важливість уточнення основних принципів методології формування оптимального поживного режиму стосовно меліорованого органічного ґрунту в зв'язку зі зміною клімату та запровадження сучасних технологій вирощування багаторічних травосумішей [10; 11].

Вирощування сільськогосподарських культур по-різному впливають на мінералізацію органічного ґрунту та поповнення органічною речовиною кореневими та рослинними рештками. Під буряками мінералізовано 5–6 т/га органічної речови-

ни торфу, а компенсовано — 5–6%; щороку під зерновими — 4,1–4,5 т/га та 50–51%, а під багаторічними травами — 4,9 т/га і 60%. Відтак найбільше органічної речовини торфу втрачається за вирощування просапних культур [12–15].

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження здійснювали в стаціонарному досліді у восьмипільній зерно-кормовій сівозміні на дренованих староорних організованих ґрунтах Панфільської дослідної станції ННЦ «ІЗ НААН» (заплава р. Сушій Яготинського р-ну Київської обл.). Ґрунт дослідної ділянки — торф карбонатний рогозово-осокового походження з високим ступенем розкладу — 45–55% та потужністю торфового шару 2,4–2,5 м; щільність складання ґрунту — 0,215 г/см³, повна вологоємність 270–285%, зольність — 40%. Валовий вміст азоту — 2,93%; фосфору — 0,76–0,90; калію — 0,09–0,15; кальцію — 20 — 26%; рН водного розчину — 7,3–7,5. Підстилаюча материнська порода — оглеєні алювіальні суглинки.

Дослід, закладений у трикратному повторенні, як у просторі, так і в часі, за схемою, наведеною у *табл. 1*. Загальна площа ділянки — 20 м², облікова — 15 м².

У ґрунтових зразках визначали вологість термостатно-ваговим методом, вміст нітратного азоту — за Гранваль-Ляжу

Таблиця 1. Вплив мінерального удобрення на вміст поживних речовин у шарі ґрунту 0–30 см, середнє за вегетацію 2016–2019 рр., мг/кг сухого ґрунту

Удобрєння	Вміст у ґрунті			
	N-NH ₄	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
<i>Беззмінні посіви багаторічних травосумішей</i>				
Без добрив (контроль)	25,5	59	67,8	127
Рекомендована доза добрив на основі дослідів (N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀₊₆₀)	34,5	99	78,3	144
Розрахункова доза на приріст урожаю (N ₄₅ P ₈₄ K ₉₀₊₆₀)	27,6	146	88,2	153
Розрахункова на всю врожайність з урахуванням вмісту поживних речовин у ґрунті (N ₄₅ P ₁₃₈ K ₁₇₃₊₁₂₀)	21,1	105	95,1	179
Рекомендована доза (N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀₊₆₀) + Органік-Баланс — 2,0 л/га	22,0	81	87,3	155
Стимулятор росту — Органік-Баланс — 2,0 л/га	26,4	72	67,8	133

Удобрєння	Вміст у ґрунті			
	N-NH ₄	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
<i>Багаторічні трави першого року вирощування</i>				
Без добрив (контроль)	20,5	143	68,0	160
Рекомендована доза добрив на основі дослідів (N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀₊₆₀)	23,9	179	77,1	204
Розрахункова доза на приріст урожаю (N ₄₅ P ₈₄ K ₉₀₊₆₀)	19,8	158	71,1	208
Розрахункова на всю врожайність з урахуванням вмісту поживних речовин у ґрунті (N ₄₅ P ₁₃₈ K ₁₇₃₊₁₂₀)	20,7	181	83,0	201
Рекомендована доза (N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀₊₆₀) + Органік-Баланс – 2,0 л/га	23,4	149	73,8	168
Стимулятор росту – Органік-Баланс – 2,0 л/га	23,4	153	70,1	157
<i>Багаторічні трави другого року вирощування</i>				
Без добрив (контроль)	22,3	162	67,1	138
Рекомендована доза добрив на основі дослідів (N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀₊₆₀)	23,7	172	74,7	149
Розрахункова доза на приріст урожаю (N ₄₅ P ₈₄ K ₉₀₊₆₀)	21,6	230	77,3	123
Розрахункова на всю врожайність з урахуванням вмісту поживних речовин у ґрунті (N ₄₅ P ₁₃₈ K ₁₇₃₊₁₂₀)	20,6	144	91,6	110
Рекомендована доза (N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀₊₆₀) + Органік-Баланс – 2,0 л/га	18,4	179	92,2	139
Стимулятор росту – Органік-Баланс – 2,0 л/га	18,3	144	69,6	142

з дисульфохеноловою кислотою (ДСТУ 4725-2007), амонійний азот шляхом екстрагування розчину хлориду калію (ДСТУ ISO/TS 14256-1:2003), фосфор і калій – за Б.П. Мачигінім, з наступним визначенням рухомого фосфору колориметрично, обмінного калію – на полумєновому фотометрі. Вміст біогенних речовин у дренажних водах: нітратний азот ДСТУ ISO 6878-2008; фосфор – спектрометричний метод із застосуванням амонію ДСТУ ISO 7150-1:2003; амонійний азот – ручний спектрометричний метод ДСТУ 4079-2001 (ISO 9297:1989, MOD).

Облік урожайності проводили подільним методом [16; 17]. Значення ГДК щодо забруднення водою біогенними речовинами брали з правил охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами або з інших літературних джерел [18–20].

Погодні умови в роки досліджень у районі дослідних ділянок характеризувалися підвищеними середньомісячними показ-

никами. Температура повітря за березень–квітень становила 17,4–18,1°C (за норми – 15,5°C) та меншими від норми (327 мм) атмосферними опадами – 319 мм.

Формування варіантів мінерального удобрення багаторічних травосумішей здійснювали за таким принципом [4; 18]:

■ На основі отриманих даних за результатами багаторічних польових досліджень, що проводилися на староорних ґрунтах Панфільської дослідної станції ННЦ «ІЗ НААН» (N₄₅P₄₅K₁₂₀);

■ Балансовий – розрахунковий на приріст урожаю. Балансовий метод ґрунтується на способах (двох) визначення добрив на запланований приріст урожаю [15]:

$$H = \frac{(Y_n - Y_k) \times B \times 100}{K_y}, \quad (1)$$

де Y_n – запланований урожай, т/га; Y_k – багаторічна урожайність без добрив, т/га; B – винесення поживних речовин росли-

ною, кг/т; K_y — коефіцієнт використання поживних речовин з добрив, %;

■ Розрахунковий на всю врожайність з урахуванням вмісту поживних речовин у ґрунті. На заплановану врожайність за вирахуванням запасу рухомих форм поживних речовин, що містяться у шарі ґрунту 0–40 см.

$$D = \frac{100 \times Y_3 \times B - \Gamma \times K_z}{K_d}, \quad (2)$$

де D — доза добрив на 1 га, кг діючої речовини; Y_3 — запланована врожайність, т/га; B — винос поживних речовин на 1 т урожаю, кг д. р.; Γ — вміст поживних речовин у ґрунті, кг/га д. р.; K_z — коефіцієнт використання елементів із ґрунту, %; K_d — коефіцієнт використання елементів із добрив, %;

■ Рекомендований під багаторічні трави ($N_{45+45}P_{45}K_{60+60}$). На основі отриманих даних за результатами багаторічних польових дослідженнях, що проводилися на староорних ґрунтах Панфільської дослідної станції ННЦ «ІЗ НААН»;

■ На основі отриманих даних за результатами багаторічних польових дослідженнях, що здійснювалися на староорних ґрунтах Панфільської дослідної станції ННЦ «ІЗ НААН» ($N_{45}P_{45}K_{120}$) + Стимулятор росту — Органік-Баланс — 2,0 л/га;

- стимулятор росту — Органік-Баланс — 2,0 л/г;
- без добрив (контроль).

Коефіцієнти використання поживних речовин із ґрунту та добрив розраховували на основі багаторічних даних одержаних на цих ґрунтах. Математичну обробку отриманих результатів польових досліджень здійснювали методом дисперсійного аналізу. В досліді вносили аміачну селітру — (34,4%), калій хлористий — (60) та суперфосфат — (20%).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Спостереження та аналіз поживного режиму ґрунту залежить не тільки від доз внесених добрив, однак доволі відрізняється

і від віку багаторічних травостоїв (див. *табл. 1*). Найменшу кількість рухомого азоту відмічено на неудобрених ділянках та під посівами багаторічних травосумішей без перезалуження (59–146 мг/кг сухого ґрунту). Щодо окремих елементів, то найменші коливання від різних чинників впливу, мав вміст рухомого фосфору, коливання не перевищувало 27,7 мг/кг сухого ґрунту. Тоді як за нітратним азотом цей показник сягав 171 мг, а по калію — 98 мг/кг сухого ґрунту. Очевидно, це зумовлено наявністю прошарків вівіаніту зі значним умістом фосфорних сполук. У процесі меліоративного оброблення ґрунту, вівіанітові прошарки, в яких відбувається окислення з повітрям і закисні сполуки фосфору переходять в окиси та його рухомі форми, чим нівелюють рівень вмісту рухомих форм фосфору за варіантами [8].

Високу забезпеченість ґрунту рухомими формами азоту мало внесення мінеральних азотних добрив. Найменші його показники (59–146 мг/кг сухого ґрунту) мали під багаторічними травостоями за беззмінного їхнього вирощування.

Вміст рухомого калію у ґрунті повністю залежав від внесених мінеральних добрив. Найбільший його вміст мали на ділянках за розрахунку його внесення на заплановану врожайність з урахуванням вмісту поживних речовин у ґрунті та на приріст урожаю — 201–208 мг/кг сухого ґрунту, проти контролю без внесення мінеральних добрив відповідно — 160–167 мг/кг сухого ґрунту.

Однак важливим є те, що незалежно від методів розрахунку внесення поживних речовин у ґрунт, багаторічні травосумішки в сівозміні мали високу забезпеченість поживними речовинами. Така забезпеченість ґрунту поживними речовинами відповідно впливала і на врожай багаторічних травостоїв (*рис. 1*).

Загалом, можна відмітити, що коливання врожайності трав істотно залежало від варіантів внесення добрив і меншою мірою залежало від віку травостою.

Нами виявлено, що внесення різних доз мінеральних добрив у більшості випадків,

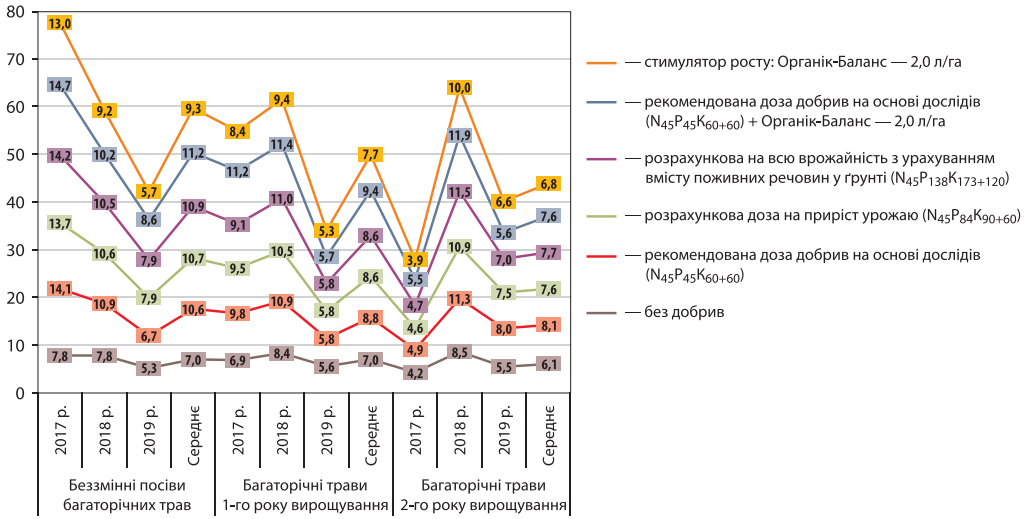


Рис. 1. Вплив мінерального удобрення та віку багаторічних травостоїв на їхню врожайність, т/га сухої маси

спричинило не тільки не однакове накопичення поживних речовин у ґрунті, а й відповідне вимивання їх у дренажні води (табл. 2). Отримані показники свідчать про те, що кількість біогенних речовин, які потрапили в ґрунтові води залежали від рівня удобрення та років вирощування багаторічних травостоїв.

Так, за внесення під багаторічні трави у 2016 р. рекомендованої дози добрив на основі досліджень (N₄₅P₄₅K₆₀₊₆₀), вимивання у ґрунтові води нітратного азоту за вегетацію становило — 12,3 мг/л води, а внесення розрахункової дози на приріст урожаю (N₄₅P₈₄K₉₀₊₆₀) сприяло інтенсивнішому накопиченню його у ґрунтових водах 17,2 мг/л.

Найвищий винос нітратного азоту за 2016–2019 рр. відмічено на ділянках із розрахунковою дозою на заплановану врожайність з урахуванням вмісту поживних речовин у ґрунті (N₄₅P₁₃₈K₁₇₃₊₁₂₀) та на ділянках розрахункових доз на приріст урожаю — 17,2–28,8 мг/л ґрунтової води.

Подібну залежність спостерігали і за аміачним азотом, але зі значно нижчими показниками та послаблення даних процесів в осінній період вегетації, що свідчить про анаеробні процеси. Останні відбували-

ся внаслідок перезволоження та ущільнення ґрунту восени, особливо під травами, без перезалуження, що сприяло утворенню більшої кількості аміачного азоту.

Фосфор, через низьку розчинність його сполук, характеризувався меншою рухомістю і тому вимивався у ґрунтові води порівняно в невеликій кількості, у весняний період на ділянках під травами без перезалуження 0,5 та 1,7–1,3 мг/л води відповідно. До того ж, різниця між варіантами удобрення проявлялася не досить виразно.

Вимивання калію у ґрунтові води було більшим, особливо за застосування розрахункових доз добрив. Так, на ділянках без внесення добрив та одного стимулятора росту Органік-Баланс вміст калію у дренажній воді знаходився на рівні 2,2 і 11,5 мг/л, а за внесення розрахункових доз добрив на приріст урожаю та з урахуванням поживних речовин у ґрунті, його вміст сягав — 15,1–18,7 мг/л води.

Отже, спостереження за вимиванням біогенних речовин у ґрунтові води свідчать про обґрунтованість розрахунків доз внесення мінеральних добрив під багаторічні трави, які мають і природоохоронне значення, яке стримує надлишкове вимивання біогенних елементів у ґрунтові води

Таблиця 2. Вплив внесення доз добрив у ґрунт на вимивання поживних речовин у ґрунтові води, мг/л дренажної води

Удобрєння	N-NO ₃					N-NH ₄					P ₂ O ₅					K ₂ O				
	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2019 р.	2020 р.	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2019 р.	2020 р.	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2019 р.	2020 р.	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2019 р.	2020 р.
Без добрив (контроль)	1,2	4,9	—	—	4,9	4,9	10,1	3,9	0,4	3,7	1,0	1,1	0,4	0,4	0,9	8,1	11,4	11,5	2,2	10,6
Рекомендована доза добрив на основі дослідів (N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀ +60)	12,3	18,3	—	19,5	2,4	3,2	2,1	2,8	0,5	4,1	0,5	0,4	1,3	0,6	0,6	5,3	9,3	15,8	4,4	8,6
Розрахункова доза на приріст врожаю (N ₄₅ P ₈₄ K ₉₀ +60)	17,2	20,0	2,1	28,8	2,7	3,1	2,7	1,8	0,3	4,2	0,2	0,2	1,05	0,3	0,7	6,9	9,6	11,3	3,2	7,4
Розрахункова на всю врожайність з урахуванням вмісту поживних речовин у ґрунті (N ₄₅ P ₁₃₈ K ₁₇₃ +120)	16,6	16,6	—	—	3,9	7,9	1,6	2,6	0,3	4,6	1,2	0,2	1,2	0,1	1,3	7,1	9,5	15,1	4,4	9,3
Рекомендована доза добрив на основі дослідів (N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀ +60) + Органік-Баланс — 2,0 л/га	14,7	6,9	26,9	—	4,0	8,8	6,8	3,8	—	5,0	2,1	2,1	2,4	—	0,7	9,5	11,6	18,7	—	9,8
Стимулятор росту: Органік-Баланс — 2,0 л/га	9,7	4,7	2,1	—	5,4	7,5	5,8	4,4	—	6,6	1,6	1,3	0,9	—	1,7	9,5	12,5	12,3	—	9,3
Канал осушувальний	2,5	0,1	0,1	0,1	0,1	1,5	0,1	0,8	0,3	0,3	1,1	0,6	0,2	0,1	0,1	7,5	9,5	11,6	2,2	2,3
ГДК рибогосподарські, г/м ³	9,1					0,02					—					—				
ГДК екологічні, г/м ³	0,3–0,5					0,3–0,5					0,3–0,1					—				

Таблиця 3. Економічна оцінка внесених добрив, розрахованих різними методами в сівзміні на посівах багаторічних трав вирощування на осушуваних органогенних ґрунтах, середнє за 2016–2019 рр.

Удобрення	Урожайність, т/га	Вартість врожаю, грн/га	Виробничі витрати, грн/га	Собівартість 1 т урожаю, грн	Умовно чистий прибуток, грн/га	Рівень рентабельності
Без добрив (контроль)	6,5	21420	3554	562	17766	500
Рекомендована доза добрив на основі дослідів (N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀₊₆₀)	8,8	31620	12267	1394	19352	158
Розрахункова доза на приріст врожаю (N ₄₅ P ₈₄ K ₉₀₊₆₀)	8,5	30608	14743	1734	15866	108
Розрахункова на заплановану врожайність з урахуванням вмісту поживних речовин у ґрунті (N ₄₅ P ₁₃₈ K ₁₇₃₊₁₂₀)	8,3	29580	22763	2742	6817	30
Рекомендована доза (N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀₊₆₀) + Органік-баланс – 2,0 л/га	9,4	33660	13148	1399	20512	156
Стимулятор росту: Органік-баланс – 2,0 л/га	7,2	23970	4446	617	19524	439

і, таким чином, запобігає їхньому забрудненню.

Слід зазначити важливість економічної оцінки внесення доз добрив, розрахованих різними методами у сівзміні на органогенних ґрунтах гумідної зони, яка показує (табл. 3), що вартість вирощеного врожаю мало відрізняється за варіантами з різним розрахунком добрив, у середньому по культурах не перевищує 4,0–8,2%, у той самий час, виробничі витрати уже різняться в 1,85–2,2 рази. Це зумовлено зі значними виробничими витратами на вирощування багаторічних травосумішей та з високою вартістю мінеральних добрив. Тому, посіви багаторічних трав з унесенням високих доз добрив мають високу собівартість, а умовно чистий прибуток та рівень рентабельності отриманою врожайністю на варіантах із високими дозами добрив значно знижуються.

Отже, отримані дані з ефективного використання дренажних органогенних ґрун-

тів з урахуванням внесення мінеральних добрив, розрахованих різними методиками під сільськогосподарські культури свідчать, що екологічно та економічно найвигідніше та науково виправданим є внесення мінеральних добрив, отриманих на основі багаторічних наукових даних з урахуванням ґрунтово-кліматичних та погодних умов.

ВИСНОВКИ

Найвищу врожайність багаторічних травосумішей першого і другого років вирощування (8,2 і 9,4 т/га сухої маси) отримали за внесення доз добрив встановлених на основі аналізу даних тривалих досліджень (N₄₅P₄₅K₁₂₀ з додаванням 2,0 л/га комбінованого препарату зі стимулятором росту Органік-Баланс).

Такі дози мінеральних добрив забезпечили найбільший приріст урожаю на одиницю внесених добрив і найменше вимивання поживних речовин у ґрунтові води та їхнє забруднення.

Економічне обґрунтування та оцінка визначення доз мінеральних добрив, розрахованих різними методами показали, що найнижча собівартість отриманого врожаю та найбільший умовно чистий прибуток,

як і рівень рентабельності багаторічних травосумішей, мали на посівах із внесеним мінеральних добрив, розрахованих на основі аналізу даних, одержаних на посівах за довготривалих досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Айзенберг Я.С., Макаров В.І., Коновалова Т.Н. та ін. Методологія, інформатика та інженерне забезпечення точного землеробства в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2002. № 1. С. 22–27.
2. Конішук В.В., Смаголь В.М., Шумидай І.В. Природоохоронне значення торфових екосистем плав-ІІ, ями Житомирського Полісся. *Агроекологічний журнал*. 2022. № 3. С. 6–16. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2022.266405>.
3. Макарова Н.В., Дробітько А.В., Корхова М.М., Панфілов А.В. Програмування врожаю: метод, реком. Миколаїв, 2020. 64 с.
4. Безкровний А.К., Проскура М.С., Цюпа М.Г., Слюсар І.Т. Методичні рекомендації по розробці технологій вирощування запрограмованих урожаїв сільськогосподарських культур на осушених торфових ґрунтах УРСР. Київ: Південне відділення, 1983. 57 с.
5. Жовтоног О.І., Кириєнко О.І., Шостак І.К. Алгоритм планування зрошення з використанням геоінформаційних технологій для системи точного землеробства. *Меліорація і водне господарство*. 2004. Вип. 91. С. 33–41.
6. Методичні рекомендації з реалізації технології точного землеробства на осушуваних землях України / за ред. В.А. Сташука. Київ, 2008. 59 с.
7. Слюсар І.Т. Методологічні особливості розрахунків доз добрив у сівозміні на осушуваних органічних ґрунтах. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 9 (798). С. 72–79. DOI: <https://doi.org/20.31073/agrovisnyk201909-11>.
8. Слюсар І.Т., Камінський В.Ф., Соляник О.П., Сербенюк В.О. Продуктивність сільськогосподарських культур залежно від рівня їх удобрення на дренажних органічних ґрунтах. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 11 (812). С. 5–15. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202011-01>.
9. Слюсар І.Т., Ткачов О.І., Теплинський М.Г., Соляник О.П. Удобрення лучних травосумішок залежно від забезпеченості торфовищ поживними речовинами. *Збірник наукових праць*. 2007. № 5. С. 60–66.
10. Слюсар І.Т., Сербенюк В.О., Гера О.М. та ін. Створення екологічно безпечної технології вирощування різностиглих травосумішей залежно від удобрення та тривалості їх використання: реком. Київ, 2015. 34 с.
11. Слюсар І.Т. Вплив осушувальних меліорацій на трансформацію органічних ґрунтів. *Посібник Українського хлібороба, Український чорнозем на початку третього тисячоліття*. 2016. Т. 1. Київ. С. 295–305.
12. Лісовал А.П., Давиденко У.М., Мойсенко Б.Н. Агрохімія. Лабораторний практикум. Київ: Вища школа, 1999. 311 с.
13. Сербенюк В.О., Олійник А.В. Особливості безпечного використання староорних дренажних торфових ґрунтів Лісостепу. *Ресурсозберігаючі технології вирощування культурних рослин: матеріал Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Біла Церква, 23 квіт. 2021 р.)*. Біла Церква. 2021. С. 33–37.
14. Сербенюк В.О., Тарасенко О.А., Сербенюк Г.А. Природоохоронна здатність посівів багаторічних трав за органічного виробництва на дренажних органічних ґрунтах. *Еколого-безпечні технології в рослинництві в умовах воєнного стану: матеріал Всеукр. наук.-практ. конф. (Київ–Сквира, 10 серп. 2022 р.)*. Київ–Сквира, 2022. С. 120–123.
15. Рижук С.М., Слюсар І.Т. Агроекологічні основи ефективного вирощування осушуваних ґрунтів Полісся і Лісостепу України: моногр. Київ: Аграрна наука, 2006. 424 с.
16. Слюсар І.Т., Соляник О.П., Сербенюк В.О. та ін. Сінокоши та совошища на осушуваних землях: моногр. Київ: ЦН Компринт, 2017. 258 с.
17. Ушкаренко В.О., Вожегова Р.А., Голобородько С.П., Коковихін С.В. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві. Київ: Аграрна наука, 2013. 328 с.
18. Єщенко П.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В. Основи наукових досліджень в агрономії: підруч. / за ред. В.О. Єщенка. Київ: ДІА, 2005. 288 с.
19. Яцик А.В. Екологічна безпека в Україні: моногр. Київ: Генеза, 2001. 216 с.
20. Яцик А.В. Водогосподарська екологія: моногр. Т. 4. Київ: Генеза, 2004. 680 с.

REFERENCES

1. Aizenberh, Ya.S., Makarov, V.I., Konovalova, T.N. et al. (2002). Metodolohiia, informatyka ta inzhenerne zabezpechennia tochnoho zemlerobstva v Ukraini [Methodology, informatics and engineering support of precision agriculture in Ukraine]. *Visnyk aharnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 1, 22–27 [in Ukrainian].
2. Konishchuk, V.V., Smahol, V.M. & Shumyhai, I.V. (2022). Pryrodookhoronne znachennia torfovykh ekosystem plav-II, yamny Zhytomyrskoho Polissia [Environmental significance of peat ecosystems of Plav-I, pits of Zhytomyr Polissia]. *Ahroekologichnyi zhurnal – Ahroekologichnyi zhurnal*, 3, 6–16. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2022.266405> [in Ukrainian].

3. Makarova, N.V., Drobitko, A.V., Korkhova, M.M. & Panfilov, A.V. (2020). *Prohramuvannia vrozhaui: Metodychni rekomendatsii [Crop programming: Guidelines]*. Mykolaiv [in Ukrainian].
4. Bezkrivnyi, A.K., Proskura, M.S., Tsiupa, M.H. & Sliusar, I.T. (1983). *Metodychni rekomendatsii po rozrobtsti tekhnolohii vyroshchuvannia zaprogramovanykh urozhaiv silskohospodarskykh kultur na osushenykh torfovykh gruntakh URSR [Methodological recommendations for the development of technologies for growing programmed crops of agricultural crops on drained peat soils of the Ukrainian SSR]*. Kyiv [in Ukrainian].
5. Zhovtonoh, O.I., Kyryienko, O.I. & Shostak, I.K. (2004). Alhorytm planuvannia zroshennia z vykorystanniam heoinformatsiinykh tekhnolohii dlia systemy tochnoho zemlerobstva [Irrigation planning algorithm using geo-information technologies for precision agriculture system]. *Melioratsiia i vodne hospodarstvo – Land Reclamation and Water Management*, 91, 33–41 [in Ukrainian].
6. Stashuk, V.A. (Ed.). (2008). *Metodychni rekomendatsiyi z realizatsiyi tekhnolohiyi tochnoho zemlerobstva na osushuvanykh zemlyakh Ukrayiny [Methodological recommendations for the implementation of precision farming technology on drained lands of Ukraine]*. Kyiv [in Ukrainian].
7. Sliusar, I.T. (2019). Metodolohichni osoblyvosti rozrakhunkiv doz dobryv u sivozmini na osushuvanykh orhanohennykh gruntakh [Methodological features of calculating fertilizer doses in crop rotation on drained organic soils]. *Visnyk ahrarynoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 9 (798), 72–79. DOI: <https://doi.org/20.31073/agrovisnyk201909-11> [in Ukrainian].
8. Sliusar, I.T., Kaminskyi, V.F., Solianyk, O.P. & Serbeniuk, V.O. (2020). Produktivnist silskohospodarskykh kultur zalezho vid rivnia yikh udobrennia na drenovanykh orhanohennykh gruntakh [Productivity of agricultural crops depending on the level of their fertilization on drained organic soils]. *Visnyk ahrarynoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 11 (812), 5–15. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202011-01> [in Ukrainian].
9. Sliusar, I.T., Tkachov, O.I., Teplynskiy, M.H. & Solianyk, O.P. (2007). Udobrennia luchnykh travosumishek zalezho vid zabezpechenosti torfovshch pozhyvnymy rechovynamy [Fertilization of meadow grass mixtures depending on the supply of peat moss with nutrients]. *Zbirnyk naukovykh prats' «IZ NAAN» – Collection of scientific papers «IZ NAAN»*, 5, 60–66 [in Ukrainian].
10. Sliusar, I.T., Serbeniuk, V.O., Hera, O.M. et al. (2015). *Stvorennia ekolohichno bezpechnoi tekhnolohii vyroshchuvannia riznostyhykh travosumishei zalezho vid udobrennia ta tryvalosti yikh vykorystannia: rekomendatsiyi [Creation of ecologically safe technology for cultivation of various grass mixtures depending on the fertilizer and the duration of their use: recommendations]*. Kyiv [in Ukrainian].
11. Sliusar, I.T. (2016). Vplyv osushuvanykh melioratsii na transformatsiiu orhanohennykh gruntiv [The influence of drainage reclamation on the transformation of organic soils]. *Posibnyk Ukrainskoho khliboroba, Ukrainskyi chornozem na pochatku tretogo tysiacholittia [Handbook of the Ukrainian farmer, Ukrainian chernozem at the beginning of the third millennium]*. (pp. 295–305). Kyiv [in Ukrainian].
12. Lisoval, A.P., Davydenko, U.M. & Moiseienko, B.N. (1999). *Ahrokhimiia. Laboratornyi praktykum [Agrochemistry. Laboratory practice]*. Kyiv [in Ukrainian].
13. Serbeniuk, V.O. & Oliinyk, A.V. (2021). Osoblyvosti bezpechnoho vykorystannia staroornykh drenovanykh torfovykh gruntiv Lisostepu [Features of the safe use of old arable drained peat soils of the Forest-Steppe]. *Resursozberihaiuchi tekhnolohii vyroshchuvannia kulturynykh roslin: materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii [Resource-saving technologies of cultivation of cultivated plants: materials of the All-Ukrainian scientific and practical conference]*. (pp. 33–37). Bila Tserkva [in Ukrainian].
14. Serbeniuk, V.O., Tarasenko, O.A. & Serbeniuk, H.A. (2022). Pryrodokhoronna zdatsnit posiviv bahatorichnykh trav za orhanichnoho vyrobnytstva na drenovanykh orhanohennykh gruntakh [Environmental protection ability of crops of perennial grasses under organic cultivation on drained organic soils]. *Ekolohobezpechni tekhnolohii v roslinnytvstvi v umovakh voiennoho stanu: materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsiia [Environmentally safe technologies in plant breeding under martial law: materials of the All-Ukrainian Scientific and Practical Conference]*. (pp. 120–123). Kyiv-Skyra [in Ukrainian].
15. Ryzhuk, S.M. & Sliusar, I.T. (2006). *Ahroekolohichni osnovy efektyvnoho vyroshchuvannia osushuvanykh gruntiv Polissia i Lisostepu Ukrainy: monohrafiia [Acroecological basis of effective cultivation of drained soils of Polissia and Forest-Steppe of Ukraine: monograph]*. Kyiv [in Ukrainian].
16. Sliusar, I.T., Solianyk, O.P., Serbeniuk, V.O. et al. (2017). *Sinokosy i pasovyshcha na osushuvanykh zemliakh: monohrafiia [Hayfields and pastures on drained lands: monograph]*. Kyiv [in Ukrainian].
17. Ushkarenko, V.O., Vozhehova, R.A., Holoborodko, S.P. & Kokovikhin, S.V. (2013). *Statystychnyi analiz rezultativ polovykh doslidiv u zemlerobstvi [Statistical analysis of the results of field experiments in agriculture]*. Kyiv [in Ukrainian].
18. Yeshchenko, P.O. (Ed.), Kopytko, P.H., Opryshko, V.P. & Kostohryz, P.V. (2005). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii: pidruchnyk [Basics of scientific research in agronomy: textbook]*. Kyiv [in Ukrainian].
19. Yatsyk, A.V. (2001). *Ekolohichna bezpeka v Ukraini: monohrafiia [Environmental safety in Ukraine: monograph]*. Kyiv [in Ukrainian].
20. Yatsyk, A.V. (2004). *Vodohospodarska ekolohiia: monohrafiia [Water management ecology: monograph]*. (Vol. 4). Kyiv [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 22.01.2023

ЕКОТОКСИКОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ХІМІЧНИХ СИСТЕМ ЗАХИСТУ ЯБЛУНІ (*MALUS*) ВІД ШКІДЛИВИХ ОРГАНІЗМІВ В УМОВАХ ПЕРЕДКАРПАТСЬКОЇ ПРОВІНЦІЇ КАРПАТСЬКОЇ ГІРСЬКОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

М.В. Гунчак

Чернівецька філія ДУ «Держгрунтохорона» (м. Чернівці, Україна)
e-mail: chernivtsy_grunt@ukr.net; ORCID: 0000-0002-3521-8531

Встановлено, що найпоширенішими фітофагами в яблуневих садах Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України у 2015–2020 рр. були яблунева плодожерка, попелиці, листовійки, кліщі, яблунева міль, квіткоїд та оленка волохата. Найпоширенішими хворобами яблуневих насаджень досліджуваної території були парша, борошниста роса, плодова гниль та моніліоз. На підставі даних фітосанітарного стану розроблено удосконалену та інтенсивну систему хімічного захисту яблуневого саду від комплексу шкідливих організмів, які адаптовано до ґрунтово-кліматичних умов Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України. Система інтенсивного хімічного захисту, яка включала 12 обробок хімічними пестицидами, забезпечила технічну ефективність проти шкідників і хвороб від 86,5 до 97,1%, урожайність на рівні 26,5 т/га, в т. ч. 65,8% плодів I-го сорту. Під час застосування цієї системи отримали прибуток у середньому 85042,10 грн/га та рентабельність 66,98%. Удосконалена система захисту забезпечила зниження пестицидного навантаження на садову екосистему за використання малополярних пестицидів. Урожайність за використання удосконаленої системи захисту становила 26,1 т/га, в т. ч. 64,7% I-го сорту, а технічна ефективність — від 83,5 до 95,2%. Застосування цієї системи дало змогу отримати прибуток у розмірі 87336,89 грн/га, за рівня рентабельності 71,9%. Агроекотоксикологічний індекс для всіх систем захисту був меншим 1, тобто досліджувані системи захисту є мало небезпечними та не приводять до забруднення екосистеми. Для інтенсивної системи хімічного захисту цей показник становив від 0,30 ($I_{зон}$ 0,7) до 0,85 ($I_{зон}$ 0,5). Для удосконаленої системи захисту АЕТІ сягав у межах 0,017–0,041 ($I_{зон}$ 0,7 і $I_{зон}$ 0,5 відповідно).

Ключові слова: зональні системи захисту, яблуня, пестициди, ступінь небезпечності, екотоксикологічний ризик, фітосанітарний стан, економічна ефективність.

ВСТУП

Садівництво — галузь, де інтенсивно застосовують хімічні засоби захисту. Однак для одержання екологічно безпечної плодової продукції стратегія захисту яблуневих садів повинна ґрунтуватись на посиленні екологічного підходу щодо розробки та реалізації захисних заходів.

Потенціал урожайності яблуні знижують стресові погодно-кліматичні чинники та погіршення фітосанітарного стану, зумовлене глобальним потеплінням. Насадженням яблуні завдають збитків близько 180 видів шкідливих організмів, втрати від яких становлять близько 30%, а в періоди спалахів розмноження шкідників та епіфітотій хвороб можуть перевищувати 60% [1].

Сучасні системи захисту яблуневого саду від шкідливих організмів базуються на інтенсивному застосуванні хімічних препаратів, які включають у середньому 15–18 обробок високотоксичними фунгіцидами та інсектицидами, не враховуючи необхідність чергування пестицидів різного механізму дії. За використання таких систем захисту знищується корисна ентомофауна та виникає резистентність у шкідливих організмів до пестицидів [2–4].

Застосування пестицидів зумовило порушення природних біоценозів і зниження процесів саморегуляції, появи нових економічно значущих шкідників. Виникла потенційна загроза здоров'ю людини і непередбачуваних наслідків. Унаслідок цього, особливістю стратегії систем захисту

повинно бути екологічне регулювання чисельності шкідливих організмів за зниження кількості хімічних обробок та вдосконалення асортименту пестицидів [5–7].

Це все зумовлює необхідність розробки нової концепції захисту яблуні, яка буде ґрунтуватись на еколого-токсикологічній безпечності та економічній ефективності, що дасть змогу створити стійку і продуктивну екосистему яблуневого саду.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

В яблуневих садах України налічується значна кількість шкідливих організмів, що послаблюють життєдіяльність насаджень упродовж вегетації. Важлива роль зі зниження шкідливої дії фітофагів у екоценозі яблуневого саду належить хімічному захисту [8].

Мостов'як С.М. та ін. [9] вказують, що засоби захисту рослин є невід'ємною складовою сучасних агротехнологій, незважаючи на негативні наслідки їх впливу на навколишнє природне середовище. Для зменшення негативного впливу пестицидів на екосистему необхідно враховувати потенційні екологічні ризики їх застосування. Назріла необхідність удосконалення сучасних технологій вирощування продукції рослинництва шляхом розробки екологічно-безпечних систем хімічного захисту від шкідників та хвороб [10].

Екологічні проблеми захисту яблуневих насаджень зумовлені особливостями агроекосистеми: монокультурний характер вирощування багаторічних насаджень створює постійно високий інфекційний фон. У працях Федоренка В.П. та ін. [11], Васильєва В.П. та ін. [12] доведено, що в ланцюгу живлення «плодові дерева – фітофаги – хижаки та паразити» найбільш вразлива ланка щодо абіотичних, біотичних і антропічних чинників є рослини. Останніми роками на продуктивність садів істотно впливає зміна клімату – зими з різкими перепадами температур (від відлиги до сильних морозів), заморозки під час цвітіння, ґрунтові й повітряні посухи в період росту та дозрівання плодів. Назріла

необхідність переходу до адаптивного садівництва та удосконалення всіх елементів технології вирощування яблуні, зокрема зональних систем захисту від шкідливих організмів [4].

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Роботу виконано впродовж 2015–2020 рр. в Інституті захисту рослин Національної академії аграрних наук України (ІЗР НААН) в лабораторії аналітичної хімії пестицидів, в Українській науково-дослідній станції карантину рослин ІЗР НААН (УкрНДСКР ІЗР) в лабораторії екологізації землеробства.

Дослідження здійснювали в плодovому саду УкрНДСКР ІЗР (Чернівецька обл.) за загальноприйнятими методиками [13–15].

Фітосанітарний моніторинг проводили візуально та за допомогою феромонних пасток [13]. Визначення залишків, вивчення процесів детоксикації пестицидів в яблуневому агроценозі здійснювали з використанням фізико-хімічних методів аналізу за методиками, офіційно затвердженими Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України [16].

Небезпечність застосування пестицидів оцінювали за інтегральною 7-ми ступеневою шкалою, яку визначали рівнянням [12]:

$$C_n = (K_A + K_B) - 1, \quad (1)$$

де C_n – ступінь небезпечності препарату, K_A – клас небезпечності за токсиколого-гігієнічною класифікацією, K_B – клас небезпечності за екоотоксикологічною класифікацією.

Ступінь небезпечності характеризує пестицидні сполуки так: 1 і 2 ступінь – надзвичайно небезпечні, 3 – небезпечні, 4 і 5 – помірно небезпечні, 6 і 7 – мало небезпечні.

Ризик застосування пестицидів оцінювали за агроотоксикологічним індексом (АЕГІ), способом аналізу системи: власності пестицидів – сезонне навантаження – толерантність території [5; 6].

Під час планування хімічних заходів слід добирати асортимент пестицидів та норму їх витрати на одиницю площі з таким розрахунком, щоб значення АЕТІ були як можна меншими й не перевищували 1.

Такому значенню АЕТІ відповідає прогнозоване навантаження в розмірі 4 умовних кг/га, тобто повинно виконуватись обмеження [4]:

$$\frac{\sum H}{Q \cdot 3I_{\text{зон}}} \leq 4, \quad (2)$$

де $\sum H$ – сезонне навантаження пестицидів, кг/га; 3 – коефіцієнт адсорбційної властивості листкової поверхні; Q – середньозважений ступінь небезпечності пестицидів; $I_{\text{зон}}$ – зональний індекс здатності території до самоочищення.

У плодовому саду зональний індекс самоочищення, тобто толерантність екосистеми збільшується втричі за рахунок адсорбційної властивості листкової поверхні. Відповідно рівняння граничного навантаження пестицидів матиме вигляд [4]:

$$\sum H = 12Q \cdot I_{\text{зон}}. \quad (3)$$

Агроекотоксикологічний індекс описується рівнянням [4]:

$$AETI = \frac{10 \frac{\sum H}{Q \cdot 3I_{\text{зон}}} \left(1 + \frac{\sum H}{Q \cdot 3I_{\text{зон}}} \right)^3}{\left(1 + \frac{\sum H}{Q \cdot 3I_{\text{зон}}} \right)^4 + 5000}, \quad (4)$$

де $AETI$ – агроекотоксикологічний індекс, який характеризується так: 0–1 – мало небезпечний, 1–4 – середньонебезпечний, 4–8 – підвищеної небезпечності, 8–10 – високонебезпечний.

Економічну ефективність застосування засобів захисту визначали за загальноприйнятими методиками [17].

Прибуток від вирощування яблунової продукції розраховували за формулою [17; 18]:

$$PB = ЦП - (CB \times Y), \quad (5)$$

де PB – прибуток, грн/га; $ЦП$ – вироблена продукція за цінами реалізації, грн/га;

CB – собівартість 1 т плодів, грн/т; Y – урожайність, т/га.

Норму рентабельності захисних заходів визначали як процентне співвідношення прибутку до всіх витрат [17; 18]:

$$P = PB / (CB \times Y) \times 100\%. \quad (6)$$

Статистичну обробку одержаних даних здійснювали методом дисперсійного аналізу [19] з використанням комп'ютерної програми Microsoft Office Excel.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Видовий склад і чисельність шкідників, поширення та розвиток основних хвороб у яблуневих садах у Передкарпатській провінції Карпатської гірської зони України значно відрізняється від інших ґрунтово-кліматичних зон України. Результатами фітосанітарного моніторингу встановлено, що впродовж 2015–2020 рр. яблуневому агроценозу найбільшої шкоди (*рис. 1*) завдавали такі шкідники: яблунева плодожерка (37,9%), попелиці (19,1), листовійки (11,0), кліщі (9,1), яблунева міль (8,7), квіткоїд (7,9), оленка волохата (5,4%). Чисельність сірого брунькового довгоносика, букарки, казарки, яблуневої листоблішки, шовкопрядів була невеликою, але у комплексі з іншими шкідниками вони наносили незначні пошкодження яблуневих насаджень.

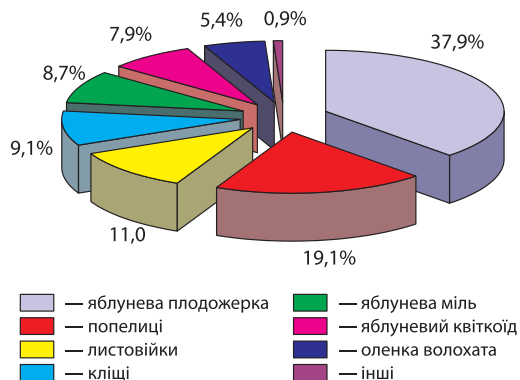


Рис. 1. Видовий склад фітофагів в яблуневих насадженнях (яблуневий сад, УкрНДСКР ІЗР НААН, 2015–2020 рр.)

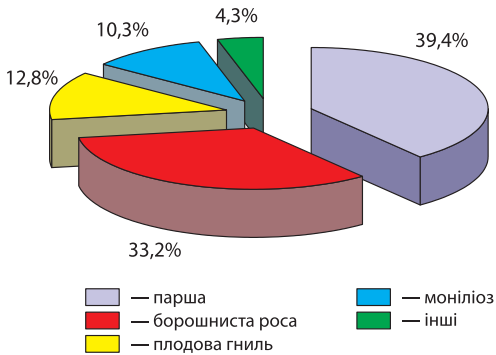


Рис. 2. Ураження яблуневих насаджень хворобами (яблуневий сад, УкрНДСКР ІЗР НААН, 2015–2020 рр.)

За результатами досліджень упродовж 2015–2020 рр. встановлено, що найпоширенішими хворобами яблуневих насаджень у Передкарпатській провінції Карпатської гірської зони України є парша (39,4%), борошниста роса (33,2), плодова гниль (12,8), моніліоз (10,3) та інші (4,3%) (рис. 2).

Грунтово-кліматичні умови Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України значно відрізняються від інших ґрунтово-кліматичних зон України за температурним режимом, нормою опадів та

типом ґрунту. Тому систему захисту необхідно будувати з урахуванням низки чинників, а саме: ґрунтово-кліматичних умов (ґрунт – сірий опідзолений середньозмитий важкосуглинковий, клімат помірно континентальний із нерівномірним розподілом опадів 370–650 мм, сумою ефективних температур 2888–3153°C, ГТК – 0,7–1,3), фенологічних особливостей розвитку яблуні у регіоні (період активної вегетації 194–209 діб), фітосанітарної ситуації та здатності території до самоочищення (інтенсивна за $I_{зон}$ 0,60–0,79, помірна за $I_{зон}$ 0,40–0,59).

Під час вибору засобів захисту враховували механізм дії препаратів, дотримання гігієнічних норм, чергування пестицидів різних класів сполук упродовж сезону. Системи захисту яблуні від шкідливих організмів розробляли на результатах фітосанітарного стану агроценозу.

Для дослідження особливостей хімічного методу захисту яблуні в Передкарпатській провінції Карпатської гірської зони України у 2015–2020 рр. вивчали дві системи: інтенсивну, яка включає 12 обробок інсектицидами і фунгіцидами (табл. 1), а також удосконалену систему, в якій кількість обробок знижена до 9 (табл. 2).

Таблиця 1. Екотоксикологічна характеристика інтенсивної хімічної системи захисту яблуні від шкідників та хвороб (яблуневий сад, УкрНДСКР ІЗР НААН, 2015–2020 рр.)

Назва препарату (призначення) вміст діючої речовини, г/л, кг	Н. в., кг, л/га	Максимальна кратність обробок / назва ураженого органу	Об'єкт, проти якого проводиться обробка	Технічна ефект., %	$T_{50+0,5}$, діб	$T_{95+2,0}$, діб	C_H
1. Зелений конус / III декада березня – I декада квітня							
Енжіо 247 SC, КС (Ін.) лямбда-цигалотрин, 106 тіаметоксам, 141	0,15	2 / бутони	попелиці, довгоносики, кліщі	93,5	7–8 4–5	30 13	4,7 4 5
Косайд 2000, ВГ (Ф) міді гідроксид, 538	2,5	3 / листки	парша	90,4	3–4	14	5
2. Відокремлення бутонів / I–II декади квітня							
Енжіо 247 SC, КС (Ін.) лямбда-цигалотрин, 106 тіаметоксам, 141	0,2	2 / бутони	попелиці, довгоносики	94,2	7–8 4–5	30 13	4,7 4 5
Делан, ВГ (Ф) дитіанон, 700	0,8	3 / листки	парша	91,8	4–5	18	5
Кумулос ДФ, ВГ (Ф) сірка, 800	6,0	2 / листки	борошниста роса	91,8	3–4	13	5

Продовження таблиці 1

Назва препарату (призначення) вміст діючої речовини, г/л, кг	Н. в., кг, л/га	Максимальна кратність обробок / назва ураженого органу	Об'єкт, проти якого проводиться обробка	Технічна ефект., %	T _{50+0,5} , діб	T _{95+2,0} , діб	C _н
3. Рожевий бутон / II–III декади квітня							
Каліпсо 480 SC, КС (Ін.) тіаклоприд, 480	0,3	1 / суцвіття, листки	листовійки, оленка волохата, молі	96,8	3–4	16	5
Хорус 75 WG, ВГ (Ф) ципродиніл, 750	0,2	4 / листки	парша, борошніста роса	93,2	4–5	20	4
Скала 400 SC, КС (Ф) піриметаніл, 400	0,8	3 / листки	парша, борошніста роса	93,2	4–5	17	5
Делан, ВГ (Ф), дитіанон, 700	0,5	3 / листки	парша	93,2	3–4	17	5
4. Кінець цвітіння / III декада квітня – I декада травня							
Пірінекс Супер, КЕ (Ін.) хлорпірифос, 400 біфентрин, 20	1,5	2 / листки, суцвіття	плодожерка, молі, листовійки, попелиці	96,5	7–8 9–10	30 43	3 3 3
Ніссоран, ЗП (Ін.) гексїтіазокс, 100	0,5	1 / листки	кліщі	96,1	8–9	38	5
5. Формування плодів / I–III декади травня							
Малвін 80, ВГ (Ф) каптан, 800	2,0	3 / листки	парша	90,2	3–4	16	5
Флінт Стар 520 SC, КС (Ф) трифлоріксістробін, 120 піриметаніл, 400	0,5	3 / листки	парша, борошніста роса	90,2	4–5 3–4	20 17	4,8 4 5
6. Ріст плодів (плід розміром ліщини) / III декада травня – I декада червня							
Актара 25 WG, ВГ (Ін.) тіаметоксам, 250	0,14	2 / листки	попелиці, молі, лис- тов., пло- до- жерка	95,8	4–5	14	5
Антракол, 70 WP, ЗП (Ф) пропінеб, 700	2,0	3 / листки	парша	88,6	4–5	18	6
7. Ріст плодів (плід розміром волоського горіха) / II–III декади червня							
Енвідор 240 SC, КС (Ін.) спіродиклофен, 240	0,5	2 / листки	кліщі	97,1	3–4	13	6
Кораген 20, КС (Ін.) хлорантраніліпрол, 200	0,2	2 / листки, плоди	плодожерка, листовійки, молі	96,7	3–4	22	6
Скор 250 EC, КЕ (Ф) дифеноконазол, 250	0,2	4 / листки	парша, борошніста роса	89,6	3–4	14	5

Назва препарату (призначення) вміст діючої речовини, г/л, кг	Н. в., кг, л/га	Максимальна кратність обробок / назва ураженого органу	Об'єкт, проти якого проводиться обробка	Технічна ефект., %	T _{50+0,5} , діб	T _{95+2,0} , діб	Сн
8. Ріст плодів / I–II декади липня							
Канонір Дуо, КС (Ін.) імідаклопрід, 300 лямбда-цигалотрин, 100	0,1	1 / листки, плоди	листовійки, плодожерки, попелиці	93,4	3–4 7–8	15 30	4,8 5 4
Малвін 80, ВГ (Ф) каптан, 800	2,0	3 / листки	парша	86,5	3–4	16	5
9. Ріст плодів / II–III декади липня							
Нурел Д, КЕ (Ін.) хлорпірифос, 500 циперметрин, 50	1,0	2 / листки, плоди	листовійки, плодожерки, попелиці, молі	96,7	7–8 4–5	30 25	3,3 3 4
Луна Сенсейшн 500 SC, КС (Ф) трифлуксістробін, 250 флуопірам, 250	0,35	2 / листки, плоди	парша, борошніста роса, моніліоз	94,2	4–5 3–4	20 15	4,5 4 5
10. Ріст плодів / I декада серпня							
Кораген 20, КС (Ін.) хлорантраніліпрол, 200	0,2	2 / листки, плоди	плодожерки, листовійки	93,1	3–4	22	6
Пенкоцеб, ЗП(Ф) манкоцеб, 800	2,0	5 / листки, плоди	парша, моніліоз	87,3	3–4	15	6
11. Ріст плодів / II декада серпня							
Моспілан, ВП (Ін.) ацетаміпрід, 200	0,2	2 / листки, плоди	плодожерки, листовійки	94,2	3–4	14	5
Полірам ДФ, ВГ (Ф) метирам, 700	2,5	2 / листки, плоди	парша	91,4	4–5	20	5
12. Дозрівання плодів / III декада серпня – I декада вересня							
Топсін-М, ЗП (Ф) тіофанат-метил, 700	2,0	3 / листки, плоди	парша	92,1	4–5	20	5

Примітка: Н. в. – норма витрати, кг, л/га; T_{50+0,5} – період напіврозпаду пестицидів, діб; T_{95+2,0} – період повного розпаду пестицидів; Сн – ступінь небезпечності.

За інтенсивної системи захисту обробки здійснювали у найбільш вразливі фенофази: перша – у фенофазі «зелений конус» інсектицидом Енжіо 247 SC, КС (0,15 л/га) та фунгіцидом Косайд 2000, ВГ (2,5 кг/га). Вона дала змогу на 93,5% знищити на ранніх стадіях розвитку наявних шкідників (довгосик, букарка, казарка, зимуючі стадії зеленої яблунової попелиці, листовійок, кліщів) і до 90,4% збудників хвороб яблуні (парша, борошніста роса).

Друга обробка у фенофазі «відокремлення бутонів» інсектицидом Енжіо 247 SC, КС (0,2 л/га) знизилася чисельність зеленої яблунової попелиці, кліщів, листовійок на 94,2%, а обробка фунгіцидами Делан, ВГ (0,8 кг/га) та Кумулос ДФ, ВГ (6,0 кг/га) стримувала розвиток борошністої роси і парші до 91,8%.

Проведення третьої обробки яблуні у фенофазі «рожевий бутон» інсектицидом Каліпсо 480 SC, КС (0,3 л/га) та фунгіци-

Таблиця 2. Екотоксикологічна характеристика вдосконаленої хімічної системи захисту яблуні від шкідників та хвороб (яблуневий сад, УкрНДСКР ІЗР НААН, 2015–2020 рр.)

Назва препарату (призначення) вміст діючої речовини, г/л, кг	Н. в., кг, л/га	Максимальна кратність обробок / назва ураженого органу	Об'єкт, проти якого проводиться обробка	Технічна ефект., %	T _{50+0,5} , діб*	T _{95+2,0} , діб**	C _H
1. Зелений конус / III декада березня – I декада квітня							
Енжіо 247 SC, КС (Ін.) лямбда-цигалотрин, 106 тіаметоксам, 141	0,15	2 / бутони	попелиці, довгоносики, кліщі	92,5	7–8 4–5	30 13	4,7 4 5
Медян Екстра 350 SC, КС (Ф) хлорокисид міді, 350	2,0	4 / листки	парша, борошніста роса	83,5	3–4	15	5
2. Рожевий бутон / II–III декади квітня							
Каліпсо 480 SC, КС (Ін.) тіаклопрід, 480	0,25	1 / бутони, суцвіття, листки	листовійки, оленка волохата, молі, попелиці	94,6	3–4	16	5
Скор 250 ЕС, КЕ (Ф) дифеноконазол, 250	0,2	4 / листки	парша, борошніста роса	85,2	3–4	14	5
3. Кінець цвітіння / III декада квітня – I декада травня							
Енжіо 247 SC, КС (Ін.) лямбда-цигалотрин, 106 тіаметоксам, 141	0,18	2 / бутони, суцвіття	попелиці, кліщі	95,1	7–8 4–5	30 13	4,7 4 5
Ніссоран, ЗП (Ін.) гекситіазокс, 100	0,3	1 / листки	кліщі	96,3	8–9	38	5
Делан, ВГ (Ф) дитіанон, 700	0,5	3 / листки	парша	91,2	4–5	18	5
4. Формування плодів / I–III декади травня							
Моспілан, ВП (Ін.) ацетаміпрід, 200	0,15	2 / листки, плоди	плодожерки, листовійки, молі	95,5	3–4	14	5
Скор 250 ЕС, КЕ (Ф) дифеноконазол, 250	0,15	4 / листки	парша, борошніста роса	86,3	3–4	14	5
Блюз, КС (Ф) крезоксим-метил, 100 дифеноконазол, 200	0,35	2 / листки	парша, борошніста роса	86,3	4–5 3–4	20 14	4,7 4 5
5. Ріст плодів (плід розміром ліщини) / III декада травня – I декада червня							
Канонір Дуо, КС (Ін.) імідаклопрід, 300 лямбда-цигалотрин, 100	0,1	1 / листки, плоди	листовійки, плодожерки, попелиці, молі, кліщі	87,4	3–4 7–8	15 30	4,8 5 4
Луна Сенсейшн 500 SC, КС (Ф) трифлуксістробін, 250 флуопірам, 250	0,35	2 / листки	парша, борошніста роса, моніліоз	91,2	4–5 3–4	20 15	4,5 4 5

Назва препарату (призначення) вміст діючої речовини, г/л, кг	Н. в., кг, л/ га	Максимальна кратність обробок / назва ураженого органу	Об'єкт, проти якого проводиться обробка	Технічна ефект., %	T _{50+0,5} , діб*	T _{95+2,0} , діб**	Сн
Флінт Стар 520 SC, КС (Ф) трифлуксістробін, 120 піриметаніл, 400	0,5	3 / листки	парша, борошніста роса, моніліоз	91,2	4–5 3–4	20 17	4,8 4 5

6. Ріст плодів (плід розміром волоського горіха) / II–III декади червня

Кораген 20, КС (Ін.) хлорантраніліпрол, 200	0,2	2 / листки, плоди	плодожерки, листовійки, молі	95,2	3–4	22	6
Блокбастер, КЕ (Ін.) біфентрин, 100	0,5	2 / листки, плоди	попелиці, кліщі	93,4	9–10	43	3
Скор 250 ЕС, КЕ (Ф) дифеноконазол, 250	0,2	4 / листки	парша, борошніста роса, моніліоз	92,3	3–4	14	5
Делан, ВГ (Ф) дитіанон, 700	0,5	3 / листки	парша	92,3	4–5	18	5

7. Ріст плодів / II–III декади липня

Моспілан, ВП (Ін.) ацетаміпрід, 200	0,2	2 / листки, плоди	плодожерки, листовійки,	94,5	3–4	14	5
Луна Сенсейшн 500 SC, КС (Ф) трифлуксістробін, 250 флуопірам, 250	0,35	2 / листки	парша, борошніста роса, моніліоз	93,8	4–5 3–4	20 15	4,5 4 5

8. Ріст плодів / I декада серпня

Кораген 20, КС (Ін.) хлорантраніліпрол, 200	0,2	2 / листки, плоди	плодожерка, листовійки	94,8	3–4	22	6
Делан, ВГ (Ф) дитіанон, 700	0,5	3 / листки	парша	92,4	4–5	18	5
Флінт Стар 520 SC, КС (Ф) трифлуксістробін, 120 піриметаніл, 400	0,5	3 / листки	парша, борошніста роса, моніліоз	93,5	4–5 3–4	20 17	4,8 4 5

9. Дозрівання плодів / III декада серпня – I декада вересня

Альфагард 100, КЕ (Ін.) альфа-циперметрин, 100	0,15	2 / листки, плоди	плодожерка	93,6	7–8	30	4
Топсін-М, ЗП (Ф) тіофанат-метил, 700	2,0	3 / листки, плоди	парша	92,3	4–5	20	5

Примітка: Н. в. – норма витрати, кг, л/га; T_{50+0,5} – період напіврозпаду пестицидів, діб; T_{95+2,0} – період повного розпаду пестицидів; Сн – ступінь небезпечності пестицидів.

дами Хорус 75 WG, ВГ (0,2 кг/га), Скала 400 SC, КС (0,8 л/га) і Делан, ВГ (0,5 кг/га) забезпечило зниження чисельності пильщиків, молей, листовійок, попелиць, оленки волохатої на 96,8% та захист насаджень від борошнистої роси й початкових проявів парші до 93,2%.

Наступна обробка, здійснена у фенофазі «кінець цвітіння» (коли опало 75% пелюсток) інсектицидом Пірінекс Супер, КЕ (1,5 л/га), знизилася чисельність листовійок, молей, оленки волохатої та попелиць у середньому на 96,5%, а Ніссоран, ЗП (0,5 кг/га) забезпечив ефективність проти кліщів на рівні 96,1%.

Обробка насаджень яблуні у фенофазі «формування плодів» (п'ята фаза) фунгіцидами Малвін 80, ВГ (2,0 кг/га) та Флінт Стар 520 SC, КС (0,5 кг/га) стримувала розвиток парші і борошнистої роси в середньому за три роки досліджень на рівні 90,2%.

Дальший захід — обробка яблуні у фенофазі «ріст плодів» (плід розміром ліщини) — включав інсектицид Актара 25 WG, ВГ за норми витрати 0,14 кг/га та фунгіцид Антракол 70 WP, ЗП (2,0 кг/га). Ефективність інсектициду проти яблуневої плодожерки, попелиць, молей і листовійок становила на рівні 95,8%, а фунгіциду проти парші та борошнистої роси — 88,6%.

Сьома обробка яблуні, яка проводилася у фенофазі «ріст плодів» (плід розміром волоського горіха) інсектицидами Енвідор 240 SC, КС за норми витрати 0,5 л/га та Кораген 20, КС (0,2 л/га) й фунгіцидом Скор 250 ЕС, КЕ (0,2 л/га) знизилася чисельність яблуневої плодожерки, листовійок, попелиць, кліщів на 96,7–97,1% та стримувала поширення парші і борошнистої роси на 89,6%.

Проведена обробка у фенофазі «ріст плодів» (І-ша декада липня) інсектицидами Канонір Дуо, КС за норми витрати 0,1 л/га, Кораген 20, КС (0,2 л/га) та фунгіцидом Малвін 80, ВГ (2,0 кг/га) проти листогризувачів і сисних шкідників (яблуневої плодожерки, листовійок, попелиць) й поширених хвороб парші та моніліозу (плодової гнилі) знизилася чисельність фітофагів на 93,4% і розвиток хвороб на 86,5%.

Наступна обробка у фенофазі «ріст плодів» (кінець II-ї декади липня) включала інсектицид Нурел Д, КЕ у нормі витрати 1,0 л/га та фунгіцид Луна Сенсейшн 500 SC, КС (0,35 л/га). Обприскування інсектофунгіцидною сумішшю стримувало поширення і розвиток яблуневої плодожерки, листовійок, молей та попелиць у середньому на 96,7%, а парші, борошнистої роси й моніліозу — на 94,2%.

У I-й декаді серпня яблуневі насадження обприскували інсектицидом Кораген 20, КС за норми витрати 0,2 л/га та фунгіцидом Пенкоцеб, ЗП (2,0 кг/га) проти яблуневої плодожерки II-го покоління, листовійок та парші й моніліозу. Технічна ефективність інсектициду Кораген 20, КС становила в середньому 93,1%, а фунгіциду Пенкоцеб, ЗП — 87,3%.

Проти яблуневої плодожерки, листовійок, парші одинадцять обробку здійснювали у II-й декаді серпня інсектицидом Моспілан, ВП у нормі витрати 0,2 кг/га та фунгіцидом Полірам ДФ, ВГ (2,5 кг/га). Технічна ефективність інсектициду Моспілан, ВП становила в межах 94,2%, а фунгіцид Полірам ДФ, ВГ стримував розвиток парші на 91,4%.

Остання дванадцять обробка проводилася у фенофазі «дозрівання плодів» (кінець серпня) системним фунгіцидом Топсін-М, ЗП у нормі витрати 2,0 кг/га для контролю хвороб під час зберігання плодів. Технічна ефективність препарату становила 92,1%.

Інсектициди, що застосовувались для захисту яблуні від шкідників у інтенсивній хімічній системі захисту відносяться до небезпечних препаратів зі ступенем небезпечності (Сн) 3 та до помірно небезпечних препаратів зі Сн 4–6. Період їх напіврозпаду (Т50), тобто час, за який відбувається зменшення кількості пестициду на 50% становив від 3 до 10 днів залежно від ступеня небезпечності пестицидів, а період повного розпаду (Т95), тобто час, за який відбувається зменшення кількості пестициду на 95% сягав у межах 13–43 діб. Фунгіциди, що застосовувались у цій системі відносяться до помірно небезпечних препаратів

(Сн 4–6), період їх напіврозпаду становив від 3 до 5 діб, а період повного розпаду – від 13 до 20 діб.

У результаті використання цієї системи врожайність у середньому за 2015–2020 рр. становила 26,50 т/га, зокрема 65,8% I-го сорту, 26,0 – II-го сорту та 8,2% нестандартних плодів.

Удосконалена та адаптована до погоднокліматичних умов й фітосанітарного стану Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України система хімічного захисту включає 9 обробок малополярними пестицидами зі ступенем небезпечності 4–6, які ефективні з низькою нормою витрат (див. *табл. 2*).

Перша обробка, здійснена у фенофазі «зелений конус» інсектицидом Енжіо 247 SC, КС (0,15 л/га) знизилася на ранніх стадіях розвитку чисельність кліщів, попелиць та листовійок на 92,5%, а профілактична обробка фунгіцидом Медян Екстра 350 SC, КС (2,0 л/га) зменшила розвиток борошнистої роси та парші на 83,5%.

Другу обробку проводили у фенофазі «рожевий бутон» інсектицидом Каліпсо 480 SC, КС (0,25 л/га) та фунгіцидом Скор 250 EC, KE (0,2 л/га), за якої чисельність молей, листовійок, попелиць і оленки волохатої знизилася на 94,6%, а розвиток борошнистої роси та початкових проявів парші яблуни на 85,2%.

Третю обробку проводили у фенофазі «кінець цвітіння» (коли опало 75% пелюсток) інсектицидами Енжіо 247 SC, КС (0,18 л/га), Ніссоран, ЗП (0,3 кг/га) та фунгіцидом Делан, ВГ (0,5 кг/га). Контролювали чисельність листовійок, молей та попелиць на 95,1%, кліщів на 96,3% і стримували розвиток хвороб яблуни на рівні 91,2%.

Обробка яблуневих насаджень у фенофазі «формування плодів» (четверта) інсектицидом Моспілан, ВП (0,15 кг/га) та фунгіцидами Скор 250 EC, KE (0,15 л/га) і Блюзо, КС (0,35 л/га) знизилася чисельність яблуневих плодожерки, листовійок, молей та попелиць на 95,5% і стримувала розвиток борошнистої роси й парші яблуни на 86,3%.

Наступну обробку проводили у фенофазі «ріст плодів» (плід розміром ліщини) інсектицидом Канонір Дуо, КС (0,1 л/га) та фунгіцидами Луна Сенсейшн 500 SC, КС (0,35 л/га), Флінт Стар 520 SC, КС (0,5 л/га). Технічна ефективність інсектициду Канонір Дуо, КС проти шкідників (I-го покоління яблуневих плодожерки, попелиць, молей, кліщів та листовійок) сягала 87,4%, а фунгіцидів Луна Сенсейшн 500 SC, КС та Флінт Стар 520 SC, КС проти парші, борошнистої роси та моніліозу – 91,2%.

Шоста обробка насаджень яблуни у фенофазі «ріст плодів» (плід розміром волоського горіха) інсектицидами Кораген 20, КС (0,2 л/га) та Блокбастер, KE (0,5 л/га) й фунгіцидами Делан, ВГ (0,5 кг/га) і Скор 250 EC, KE (0,2 л/га) знизилася чисельність яблуневих плодожерки, листовійок, попелиць, кліщів, молей у середньому на 93,4–95,2% та стримувала поширення парші, борошнистої роси і моніліозу на 92,3%.

Наступна обробка у фенофазі «ріст плодів» (початок II-ї декади липня) інсектицидом Моспілан, ВП (0,2 кг/га) та фунгіцидом Луна Сенсейшн 500 SC, КС (0,35 л/га) стримувала поширення і розвиток яблуневих плодожерки та листовійок на 94,5%, парші й борошнистої роси – на 93,8%.

У I-й декаді серпня обприскування яблуневих насаджень інсектицидом Кораген 20, КС (0,15 л/га) та фунгіцидами Делан, ВГ (0,5 кг/га) й Флінт Стар 520 SC, КС (0,5 л/га) проти яблуневих плодожерки II-го покоління, листовійок та парші й моніліозу забезпечило ефективність інсектициду на рівні 94,8%, а фунгіцидів – на 92,4–93,5%.

Останню обробку здійснювали у фенофазі «дозрівання плодів» (кінець серпня) інсектицидом Альфагард 100, KE (0,15 л/га) для зниження чисельності яблуневих плодожерки та системним фунгіцидом Топсін-М, ЗП (2,0 кг/га) для контролю над паршею і моніліозом. Технічна ефективність інсектициду та фунгіциду становила відповідно 93,6% та 92,3%.

Інсектициди, що застосовувались для захисту яблуни від шкідників в удосконале-

ній хімічній системі захисту, відносяться до небезпечних препаратів зі ступенем небезпечності (Сн) 3 та до помірно небезпечних препаратів зі Сн 4–6. Період їх напіврозпаду становив від 3 до 10 дні, а період повного розпаду сягав від 13 до 43 діб. Фунгіциди, що застосовувались у цій системі відносяться до помірно небезпечних препаратів зі Сн 4–5, а Т50 та Т95 відповідно становив у межах 3–5 та 14–20 діб.

Урожайність яблуни за використання цієї системи в середньому за 2015–2020 рр. становила 26,10 т/га, у т. ч. 64,7% I-го сорту, 26,6 – II-го сорту та 8,7% нестандартних плодів.

Для того, щоб зберегти сприятливу економічну ситуацію, потрібно нормувати кількість та асортимент пестицидів на рівні, що відповідає інтенсивності самоочищення сільськогосподарських ландшафтів.

Тому, було визначено екотоксикологічний ризик застосування пестицидів шляхом розрахунку агроекотоксикологічного індексу (АЕТІ). Властивості пестицидів характеризували за ступенем небезпечності за інтегральною класифікацією, толерантність екосистеми до пестицидного навантаження – зональним індексом самоочищення – I зон.

Було розраховано показник АЕТІ за різних індексів зональності (від 0,5 до 0,7), оскільки територія знаходиться на кордоні лісостепової і передгірської зони, а межа між ними достатньо умовна, адже кліматичні умови, характерні для Лісостепу, характерні і для передгірської частини регіону.

Агроекотоксикологічний індекс для досліджуваних систем є мало небезпечним (рис. 3).

Показник сезонного навантаження пестицидів (Н) для інтенсивної хімічної системи становив 29,5 кг/га, в той час як для удосконаленої системи – 10,5 кг/га. Середньозважений ступінь небезпеки (Q) в системі інтенсивного хімічного захисту становив 5,0, а для удосконаленої системи – 4,9, що означає, що ці системи є помірно небезпечними.

Агроекотоксикологічний індекс для всіх систем захисту був меншим 1, тобто всі системи захисту є мало небезпечними та не приводять до забруднення екосистеми. Для інтенсивної системи хімічного захисту цей показник становив від 0,30 за $I_{зон}$ 0,7 до 0,85 за $I_{зон}$ 0,5. Для удосконаленої системи захисту АЕТІ сягав у межах 0,017–0,041 ($I_{зон}$ 0,7 і $I_{зон}$ 0,5 відповідно).

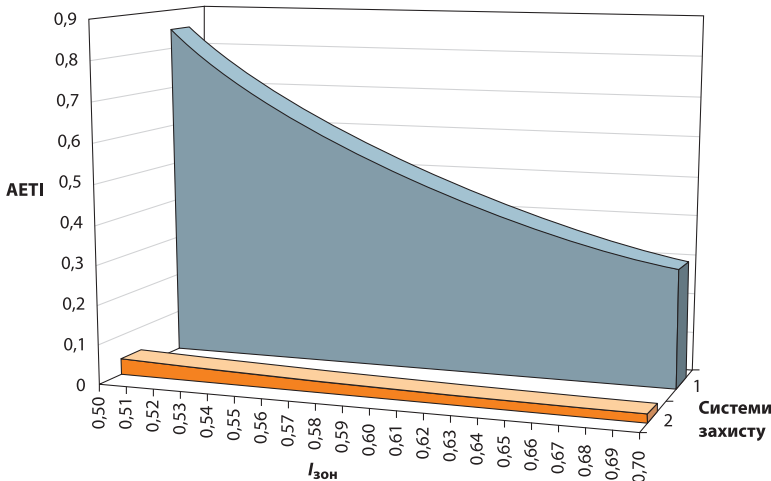


Рис. 3. Екотоксикологічний ризик систем захисту яблуневого саду від шкідливих організмів в Передкарпатській провінції Карпатської гірської зони України: 1 – інтенсивна хімічна система; 2 – удосконалена хімічна система

Таблиця 3. Економічна ефективність досліджуваних систем захисту яблуні від шкідливих організмів в умовах Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України (яблуневий сад, УкрНДСКР ІЗР НААН, 2015–2020 рр.)

Показник	Контроль	Інтенсивна хімічна система	Удосконалена хімічна система
Вартість системи, грн/га	–	26916,40	18040,19
Витрати, пов'язані з її застосуванням, грн/га	–	2125,00	1820,00
Урожайність, т	15,80	26,50	26,10
Продукція за цінами реалізації, грн/га	79000,00	212000,00	208800,00
Збережений урожай, т/га:		10,70	10,30
Вартість збереженого врожаю, грн/га	–	85600,00	82400,00
Витрати, пов'язані з додатковим урожаєм, грн/га	–	2728,50	2626,50
Собівартість плодів, грн/т	3792,20	4790,86	4653,76
Прибуток, грн/га	19083,24	85042,10	87336,89
Рівень рентабельності, %	31,85	66,98	71,90

Проведено економічну оцінку інтенсивної та удосконаленої систем хімічного захисту яблуні від шкідливих організмів у 2015–2020 рр. Для контролю розраховували показники економічної ефективності вирощування яблуні без застосування захисних заходів (табл. 3).

Економічний аналіз застосування даних систем на яблуні здійснювали згідно з такими показниками: вартість системи захисту, грн/га; витрати, пов'язані з її застосуванням, грн/га; врожайність, т/га; продукція за цінами реалізації, грн/га; збережений урожай, т/га; вартість збереженого врожаю, грн/га; витрати, пов'язані з додатковим урожаєм, грн/га; собівартість плодів, грн/т; але основними показниками економічної ефективності застосування пестицидів є прибуток, грн/га та рентабельність, %.

Дослідження та розрахунки засвідчили, що удосконалена система є ефективнішою за інтенсивну хімічну систему захисту та дала змогу отримати прибуток у середньому за роки досліджень у розмірі 87 336,89 грн/га, за рентабельності 71,9%, що було зумовлено нижчою вартістю системи (18040,19 грн/га) та витрат, пов'язаних з її застосуванням (1820,00 грн/га).

Унаслідок застосування системи інтенсивного хімічного захисту отримали прибуток у розмірі 85 042,10 грн/га, за рентабельності 66,98%.

За вирощування яблуні без застосування захисних заходів отримали прибуток у розмірі 19 083,24 грн/га, за рівня рентабельності – 31,85%.

ВИСНОВКИ

Розроблено вдосконалену та інтенсивну системи хімічного захисту яблуневих садів від комплексу шкідливих організмів, які адаптовано до ґрунтово-кліматичних умов та особливостей фітосанітарного стану Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України.

Показано, що сучасний асортимент пестицидів дає змогу розробити системи, які забезпечують ефективний захист яблуневих садів від комплексу хвороб та шкідників. Система інтенсивного хімічного захисту, яка включала 12 обробок хімічними пестицидами за використання небезпечних препаратів, забезпечила технічну ефективність проти шкідників і хвороб від 86,5 до 97,1%, урожайність на рівні 26,5 т/га. Удосконалена система захисту забезпечила зниження пестицидного навантаження на садову екосистему за використання малополярних пестицидів, урожайність на рівні інтенсивної хімічної системи захисту (26,1 т/га) та технічну ефективність у межах 83,5–95,2%.

Дослідження та розрахунки засвідчили, що найефективнішою за рівнем рентабельності за роки здійснення досліджень була

удосконалена система хімічного захисту (71,9%). Прибуток, отриманий від застосування цієї системи, сягав 87 336,89 грн/га. Аналізом екотоксикологічного ризику застосування пестицидів встановлено, що

агроекотоксикологічний індекс для двох систем захисту був меншим 1, тобто досліджувані системи захисту є мало небезпечними та не зумовлюють до забруднення екосистеми.

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: Колоб'іг, 2014. 44 с.
2. Гунчак М.В. Агроекологічний ризик застосування пестицидів в яблуневих насадженнях в умовах Південно-Західного Лісостепу України. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2017. № 26. С. 38–45.
3. Шевчук І.В., Гриник І.В., Каленчик Ф.С. Агроекологічні системи інтегрованого захисту плодкових і ягідних культур від шкідників і хвороб: реком. Київ: ПП Санспарель, 2021. 188 с.
4. Борзих О.І. 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>.
5. Бублик Л.І. Екотоксикологічний моніторинг пестицидів в агроценозах. *Інтегрований захист рослин на початку XXI століття*: матер. міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ, 1–5 листоп. 2004 р). Київ: УААН ІЗР, 2004. С. 571–580.
6. Бублик Л.І. Залежність фізико-хімічних та екотоксикологічних властивостей пестицидів від їх полярності. *Захист і карантин рослин*. 2004. Вип. 50. С. 244–251.
7. Шерстобоева О.Є., Крижанівський А.Б., Бунас А.А. Антагонізм *Bacillus thuringiensis* до фітопатогенних мікроміцетів — збудників хвороб яблуні. *Агроекологічний журнал*. 2021. № 2. С. 71–77. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2021.234460>.
8. 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>.
9. Мостов'як С.М., Мостов'як І.І., Борзих О.І., Федоренко В.П. Екотоксикологічна оцінка застосування засобів захисту рослин від шкідників. *Карантин і захист рослин*. 2022. № 3. С. 3–10. DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2022.3.3-10>.
10. Борзих О.І. та ін. Агрокліматичне та агроекотоксикологічне обґрунтування зональних хімічних систем захисту польових культур від шкідливих організмів в умовах змін клімату в Україні. *Карантин і захист рослин*. 2022. №4. С. 3–9. DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2022.4.3-9>.
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. Васильев В.П., Кавецкий В.Н., Бублик Л.И. Интегральная классификация пестицидов по степени опасности загрязнения создаваемого их применением, и оценка опасности загрязнения окружающей среды. *Агрехимия*. 1989. № 6. С. 97–102.
13. Методики випробування і застосування пестицидів / за ред. С.О. Трибеля. Київ: Світ, 2001. 448 с.
14. Чабанюк Я.В., Шерстобоева О.В., Ткач Є.Д. та ін. Визначення біологічної ефективності пестицидів і агрохімікатів. Методичні вказівки. Київ, 2013. 36 с.
15. Реєстраційні випробування фунгіцидів у сільському господарстві / за ред. С.В. Ретьмана. Т. 2. Київ: Колоб'іг, 2014. 352 с.
16. Методичні вказівки з визначення мікрокількостей пестицидів в продуктах харчування, кормах та навколишньому середовищі. Київ: Мін. охорони навколишнього середовища, 2008. Зб. № 75.
17. Методика економічної та енергетичної оцінки типів насаджень, сортів, інвестицій в основний капітал, інновацій та результатів технологічних досліджень у садівництві / за ред. О.М. Шестопаля. Київ: Інститут садівництва УААН, 2006. 141 с.
18. Гунчак М.В. Економічна ефективність різних систем захисту яблуні (*Malus domestica* Borkh.) у Приністров'ї. *Садівництво*. 2018. Вип. 73. С. 74–81.
19. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

REFERENCES

1. Borzykh, O.I., Chernii, A.M., Hrodskiy, V.A. et al. (2014). *Zakhyst yabluni vid shkidlyvykh komakh, klishchiv ta khvorob (Pivdennyi i Pivdenno-Skhidnyi Step): rekomendatsiyi [Protection of apple trees from harmful insects, mites and diseases (Southern and Southeastern Steppe): recommendations]*. Kyiv: Koloobih [in Ukrainian].
2. Hunchak, M.V. (2017). *Ahroekolohichnyi ryzyk zashtovannia pestytsydiv v yablunevykh nasadzheniakh v umovakh Pivdenno-Zakhidnoho Lisostepu Ukrainy [Agroecological risk of pesticide application in apple orchards in the conditions of the South-Western Forest-Steppe of Ukraine]*. *Podilskiy visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika — Podolsk Bulletin: agriculture, technology, economics*, 26, 38–45 [in Ukrainian].
3. Shevchuk, I.V., Hrynyk, I.V. & Kalenych, F.S. (2021). *Ahroekolohichni systemy intehrovanoho zakhystu*

- plodovykh i yahidnykh kultur vid shkidnykh i khvob: rekomendatsiyi [Agroecological systems of integrated protection of fruit and berry crops from pests and diseases: recommendations]*. Kyiv: PP Sansparel [in Ukrainian].
4. Borzykh, O.I. et al. (2021). Ekotoksikologichni parametry bezpechnoho zastosuvannya ta adaptatsii khimichnykh system zakhystu yabluni vid shkidnykh orhanizmiv 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].
 5. Bublik, L.I. (2004). Ekotoksikologichni monitoryngh pestytsydiv v ahrotsenozakh [Ecotoxicological monitoring of pesticides in agrocenoses]. *Intehrovanyi zakhyst roslyn na pochatku XXI stolittia: materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii [Integrated plant protection at the beginning of the XXI century: materials of the international scientific-practical conference]*. (pp. 571–580). Kyiv: UAAN IZR [in Ukrainian].
 6. Bublik, L.I. (2004). Zalezhnist fizyko-khimichnykh ta ekotoksikologichnykh vlastyvostei pestytsydiv vid yikh poliarnosti [Dependence of physicochemical and ecotoxicological properties of pesticides on their polarity]. *Zakhyst i karantyn roslyn — Plant protection and quarantine*, 50, 244–251 [in Ukrainian].
 7. Sherstoboieva, O.Ie., 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]. *Ahroekologichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 2, 71–77. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2021.234460> [in Ukrainian].
 8. Ianovskiy, Yu.P., Sukhanov, S.V., Krykunov, I.V. & Fomenko, O.O. (2022). Efektyvnist suchasnykh insektytsydiv 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].
 9. Mostoviyak, S.M., Mostoviyak, I.I., Borzykh, O.I. & Fedorenko, V.P. (2020). Ekotoksikologichna otsinka zastosuvannya zasobiv zakhystu roslyn vid shkidnykh [Ecotoxicological assessment of the use of plant protection products against pests]. *Karantyn i zakhyst roslyn — Quarantine and plant protection*, 3, 3–10. DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2022.3.3-10> [in Ukrainian].
 10. Borzykh, O.I. et al. (2022). Ahroklimatychne ta ahroekotoksikologichne obgruntuvannya zonalnykh khimichnykh system zakhystu polovykh kultur vid shkidnykh orhanizmiv v umovakh zmin klimatu v Ukraini [Agroclimatic and agroecotoxicological substantiation of zonal chemical systems for the protection of field crops from harmful organisms in the conditions of climate change in Ukraine]. *Karantyn i zakhyst roslyn — Quarantine and plant protection*, 4, 3–9. DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2022.4.3-9> [in Ukrainian].
 11. Fedorenko, V.P., Mostoviyak, S.M. & Mostoviyak, I.I. (2021). Ekologichno bezpechni metody kontroliu chyslennosti shkidnykh u suchasnykh ahrotekhnolohiiakh [Ecologically safe methods of controlling the number of pests in modern agricultural technologies]. *Ahroekologichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 4, 64–74. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2021.252957> [in Ukrainian].
 12. Vasil'ev, V.P., Kaveckij, V.N. & Bublik, L.I. (1989). Integral'naja klassifikacija pesticidov po stepeni opasnosti zagraznenija sozdavaemogo ih primeneniem, i oценка opasnosti zagraznenija okruzhajushhej sredy [Integral classification of pesticides according to the degree of danger of pollution created by their use, and assessment of the danger of environmental pollution]. *Agrohimiya — Agrochemistry*, 6, 97–102 [in Russian].
 13. Trybel, S.O. (Ed). (2001). *Metodyky vyprobuvannya i zastosuvannya pestytsydiv [Test procedures and pesticides]*. Kyiv: Svit [in Ukrainian].
 14. Chabaniuk, Ya.V., Sherstoboieva, O.V., Tkach, Ye.D. et al. (2013). *Vyznachennia biolohichnoi efektyvnosti pestytsydiv i ahrokhimikativ. Metodichni vkazivky [Determination of biological effectiveness of pesticides and agrochemicals. Methodical instructions]*. Kyiv [in Ukrainian].
 15. Retman, S.V. (Ed). (2014). *Reiestratsiini vyprobuvannya funhitsydiv u silskomu hospodarstvi [Registration tests of fungicides in agriculture]*. (Vol. 2). Kyiv: Koloobih [in Ukrainian].
 16. Ministry of Environmental Protection of Ukraine. (2008). *Metodychni vkazivky z vyznachennia mikrokilkostei pestytsydiv v produktakh kharchuvannya, kormakh ta navkolyshnomu seredovyshchi [Guidelines for the determination of microquantities of pesticides in food, feed and the environment]*. Kyiv [in Ukrainian].
 17. Shestopal, O.M. (Ed). (2006). *Metodyka ekonomichnoi ta enerhetychnoi otsinky typiv nasadzhen, sortiv, investytsii v osnovnyi kapital, innovatsii ta rezultativ tekhnolohichnykh doslidzhen 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].
 18. 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].
 19. Dospekhov, B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Field experience methodology (with the basis of statistical processing of research results)]*. Moskva: Agropromizdat [in Russian].

Стаття надійшла до редакції журналу 14.02.2023

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОЗСАДНОГО СПОСОБУ ВИРОЩУВАННЯ ЗВІРОБОЮ ЗВИЧАЙНОГО (*HYPERICUM PERFORATUM* L.) ЗА КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

Н.В. Приведенюк

Дослідна станція лікарських рослин

Інституту агроекології і природокористування НААН

(с. Березоточа, Лубенський р-н, Полтавська обл., Україна)

e-mail: privedenyuk1983@gmail.com; ORCID: 0000-0002-0748-8083

Досліджено вплив густоти висаджування на врожайність звіробою звичайного в умовах зрошення. Проведено економічні розрахунки ефективності розсадного вирощування культури, які свідчать, що на першому році більш прибутковим є вирощування звіробою звичайного з густотою 42 – 56 тис. росл./га, при цьому прибуток сягав 79043–85404 грн/га, за рентабельності виробництва – 41,0–41,1%. Дослідження показали, що зі збільшенням густоти висаджування рослин зростала і врожайність культури. Підвищення врожаю сировини – сухої трави, відповідно збільшували витрати на її виробництво. Сума всіх витрат на першому році вирощування становила від 192757 грн/га до 277289 грн/га. Аналіз структури витрат на вирощування та первинну переробку сировини виявив фактори, що найістотніше впливають на собівартість отриманої продукції. За вирощування звіробою звичайного найбільш витратною статтею була оплата праці, оскільки у процесі виробництва використовувалася ручна праця для догляду за посівами, обслуговування системи зрошення, висушування та інших операцій. Витрати на оплату праці в перший рік вирощування звіробою становили 27,9–37,1% від загальних витрат на вирощування. На другому році вегетації звіробою звичайного витрати зменшилися порівняно з першим роком вегетації, а врожайність сухої сировини зросла, як наслідок економічні показники були значно вищими. Сума витрат становила від 152810 до 160364 грн/га, залежно від густоти висаджування рослин. Прибуток сягав від 175690 до 196036 грн/га, рентабельність виробництва від 115,0 до 122,2%. Собівартість однієї тонни сухої сировини становила від 40496 до 41866 грн. З економічної точки зору, на другому році вегетації найприбутковішим є вирощування звіробою звичайного із густотою 83 тис. росл./га, за якого були отримані найвищі економічні показники. Доведено високу ефективність розсадного способу вирощування звіробою звичайного в умовах краплинного зрошення.

Ключові слова: густина висаджування, урожайність, собівартість сировини, прибуток, рентабельність вирощування, структура витрат.

ВСТУП

Однією з найпоширеніших лікарських рослин є звіробою звичайний (*Hypericum perforatum* L.). Це багаторічна трав'яниста рослина, яка формує надземну частину заввишки від 30 до 100 см, залежно від умов зростання [1–3]. Звіробою звичайний росте по всій території України, а також на сухих освітлених ділянках, на схилах та чагарниках. Інколи утворює зріджені зарості на великих площах, особливо в молодих посадках лісу, лісових вирубках, які почали заростати, на схилах балок тощо [4; 5].

Широке використання звіробою звичайного в офіційній та народній медицині зумовлено його хімічним складом. Трава звіробою містить дубильні речовини (10–12%), флавоноїди (гіперозид, рутин, кверцитрин, мірицетин, лейкоантоціани), сапоніни, барвники (гіперіцин – 0,1–0,4%, псевдогіперіцин, гіперин, франгулаемодинантранол), ефірну олію (0,2–0,3%), смолисті речовини (17%), каротин, аскорбінову кислоту [3; 4; 6]. Головними біологічно активними речовинами звіробою є флавоноїди та гіперіцини. Флавоноїди мають антиоксидантні властивості та захищають клітини від ушкоджень, а гіперіцини та

гіперфорин проявляють антибактеріальну, антивірусну та протизапальну активність [6; 7].

Лікарською сировиною звіробою звичайного є верхівки, зібрані під час цвітіння, який триває з червня по серпень, залежно від віку рослини та умов року [2; 4; 5]. Препарати на основі сировини звіробою звичайного мають в'язучу, протизапальну, протівірусну, антисептичну, антидепресивну дію, а також впливають на віруси герпесу, гепатиту В, коронавірусу (SARS-CoV-2) та ін. [6; 7; 9–12].

Основним джерелом отримання сировини звіробою звичайного є збирання її в природних угрупованнях. Доволі нерідко кількість зібраної сировини не задовольняє попит на внутрішньому ринку країни, до того ж і якість зібраного рослинного матеріалу часто не відповідає чинним вимогам.

Природне поширення звіробою звичайного і продуктивність природних популяцій часто залежить від зміни умов зростання — освітлення, конкуренція тощо [13]. Тому, промислове вирощування цієї культури є актуальним.

За промислового вирощування *Hypericum perforatum* L. виробничники стикаються з проблемою дуже повільного росту рослин на початкових фазах онтогенезу, що ускладнює догляд за рослинами за безпосереднього висівання культури у відкритий ґрунт. Отже, розмноження цієї культури через розсаду є досить перспективним елементом технологічного процесу вирощування [5; 13]. Попередніми дослідженнями було доведено високу ефективність розсадного розмноження валеріани лікарської, ехінацеї пурпурової, меліси лікарської, материнки звичайної, чебрецю звичайного [14].

На Дослідній станції лікарських рослин ІАП НААН виконувалася науководослідна робота із звіробоєм звичайним. **Метою досліджень** було встановлення впливу густоти висаджування рослин на продуктивність звіробою звичайного в умовах краплинного зрошення та виконання розрахунків із визначення оптимальної

густоти висаджування рослин з економічної точки зору.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Дослідження у галузі лікарського рослинництва проводять у багатьох країнах світу. Лікарське рослинництво — одна з важливих галузей сільськогосподарського виробництва, останнім часом його розвитку приділяється значна увага, адже цей напрям агробізнесу економічно вигідний [15].

Зокрема, над вивченням звіробою звичайного працювали вчені Полтавського державного аграрного університету, які встановили, що звіробій можна ефективно вирощувати через вирощену розсаду з насіння. Також, при підборі субстратів, вони довели позитивний вплив додавання торфу та перегною на розвиток рослин [13].

Hypericum perforatum L. добре реагує на внесення органічних та мінеральних добрив. Для забезпечення в достатньому обсязі рослини елементами живлення дослідниками рекомендовано під основний обробіток вносити 35 т/га органічного та 50 кг/га мінеральних добрив. З другого року вегетації рослин ефективним буде підживлення рослин мінеральними добривами в дозі 50–60 кг/га діючої речовини азоту, фосфору та калію [5].

Високоєфективним є застосування азотних добрив в амонійній формі за вирощування звіробою звичайного, що було доведено литовськими вченими, які встановили, що збільшення дози внесення азоту підвищувало врожайність звіробою. Внесення середніх норм азоту (60–90 кг/га) є рекомендованими для отримання стабільної врожайності сухої сировини з високими показниками якості [16].

Іранські вчені, своєю чергою, довели високу ефективність застосування азотних та фосфорних добрив за вирощування звіробою звичайного. Найвищу врожайність сухої сировини (1053,9 г/м²) вони отримали за внесення 250 кг/га азоту та 100 кг/га фосфору [17].

Дослідження зі встановлення впливу доз гамма та рентгенівського опромінення

насіння звіробою звичайного були проведені вченими Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України. Опромінення насіння звіробою в інтервалі доз 1–35 Гр сприяло підвищенню його врожайності та мало вплив на вміст біологічно активних речовин [18].

Німецькі вчені виявили потужну проти-вірусну дію проти SARS-CoV-2 (COVID-19) екстракту звіробою звичайного. Блокада розмноження вірусу переважно відбувається на дуже ранній стадії інфекції, ймовірно, навіть на рівні втручання у вірусні частинки, що вказує на віруліцидну активність. Противірусну дію екстракту можна віднести до нафтодіантронів, гіперіцину та псевдогіперіцину [6].

Українські вчені Інституту агроєкології і природокористування НААН розробили методику визначення схожості насіння звіробою звичайного. Вони встановили, що для визначення показників енергії проростання та схожості насіння звіробою звичайного є можливість використання фільтрувального паперу або піску як субстрату для пророщування. Оптимальним субстратом є фільтрувальний папір, а спосіб пророщування – на фільтрі. Також під час досліджень встановлено час та оптимальну температуру проростання насіння [19], що можуть бути ефективно використані за промислового вирощування розсади звіробою.

Значний внесок у розвиток лікарсько-го рослинництва в Україні зробили Коломієць М.І., Бородін А.І., Губаньов О.Г., Перебейніс В.С., Сапа М.П., Богарада А.П., Кривуненко В.П., Ганькович Н.М., Горошко В.В., Горлачова С.С., Серета О.В. та багато інших дослідників [20–22]. Ринок лікарської рослинної сировини вивчали Дем'янюк О.С., Мірзоева Т.В., Нікітюк Ю.А., Дорошкевич І.Н., Семак Б.Б., Барна М.Ю., Демкевич Л.І. та інші вчені.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження із удосконалення технології вирощування звіробою звичайного шляхом застосування розсадного способу вирощування та краплинного зрошення ви-

конані впродовж 2019–2020 рр. на Дослідній станції лікарських рослин ІАП НААН.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем потужний, малогумусний, потужність гумусового горизонту 87–100 см, легкий за гранулометричним складом. Реакція ґрунтового розчину слабокисла. Забезпеченість легкогідролізованим азотом – низька, рухомих фосфором – висока, обмінним калієм – підвищена.

Для підтримання вологості ґрунту протягом вегетації звіробою звичайного на рівні 80% від найменшої вологомісткості була застосована система краплинного зрошення. Для зрошення було використано поливний трубопровід діаметром 16 мм з інтегрованими водовипусками через 20 см із витратою води 1,2 дм³/год. За цього один трубопровід зволожував один ряд рослин.

Загальний розмір ділянок 35–55 м², обліковий – 20–30 м², при чотириразовому повторенні. На площі, де було закладено польовий дослід, попередником слугувала пшениця озима.

Закладання дослідних ділянок було виконано в третій декаді травня, розсаду звіробою висаджували з густотою 42 тис. росл./га (60×40 см), 56 тис. росл./га (60×30 см), 83 тис. росл./га (60×20 см) та 167 тис. росл./га (60×10 см). На час висаджування рослини вони знаходилися у фазі 4–5 пар справжніх листків, заввишки 6–8 см.

Обліки врожаю сировини звіробою здійснювали у фазі масового цвітіння, на першому році вегетації цей період припадав на першу декаду серпня, на другому – другу декаду червня. Сировиною звіробою звичайного – трава – повітряно-сухі верхівки рослин, зібрані під час цвітіння. Свіжозібрану сировину висушували в природній сушарці до стандартної вологості – 10–12%.

Економічні розрахунки проведені за цінами березня 2023 р.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У перший рік вирощування *Hypericum perforatum* L. в умовах краплинного зро-

шення із збільшенням густоти висаджування рослин зростала врожайність сировини – сухої трави, відповідно і збільшилися витрати на її виробництво, зокрема на вирощування садивного матеріалу, придбання паливно-мастильного матеріалів, твердого палива, електроенергії та оплати праці.

Упродовж першого року вирощування загальна сума витрат становила від 192 757 грн/га – у варіанті з густотою 42 тис. росл./га, до 277 289 грн/га – у варіанті з найбільшою досліджуваною густотою висаджування звіробою – 167 тис. росл./га.

За вирощування звіробою звичайного найвитратнішим була оплата праці, оскільки у процесі виробництва використовувалася ручна праця для догляду за посівами, обслуговування системи зрошення, висушування та інших операцій. У варіанті з густотою 42 тис. росл./га витрати на оплату праці становили 71 550 грн/га, що сягало 37,1% від загальних витрат на вирощування. Збільшення густоти висаджування до 56 тис. росл./га, підвищувало витрати на оплату праці до 74 800 грн/га, найвищі витрати за цією статтею – 77 300 грн/га були у варіанті з густотою 167 тис. росл./га (табл. 1).

Таблиця 1. Економічні показники розсадного вирощування звіробою звичайного першого року вегетації залежно від густоти висаджування за краплинного зрошення (розрахунок проведений на 1 га)

Стаття витрат / економічний параметр	*Структура витрат за густоти висаджування:							
	42 тис. росл./га		56 тис. росл./га		83 тис. росл./га		167 тис. росл./га	
	грн/га	%	грн/га	%	грн/га	%	грн/га	%
Оренда землі	5500	2,9	5500	2,6	5500	2,4	5500	2,0
Система зрошення (амортизація 33,3%)	25 841	13,4	25 841	12,4	25 841	11,4	25 841	9,3
Розсада	21 800	11,3	29200	14,0	43100	19,1	85900	31,0
Засоби захисту рослин	3 140	1,6	3 140	1,5	3 140	1,4	3 140	1,1
Добрива	12 800	6,6	12 800	6,2	12 800	5,7	12 800	4,6
Паливно-мастильні матеріали	7 629	4,0	9059	4,4	9389	4,1	9664	3,5
Електроенергія (подача води, висушування сировини)	13 774	7,1	14 348	6,9	14 797	6,5	15 536	5,6
Тверде паливо (для висушування сировини)	13 200	6,8	14400	6,9	15200	6,7	16400	5,9
Оплата праці	71 550	37,1	74800	36,0	75900	33,5	77300	27,9
Загальногосподарські витрати	17 523	9,1	18909	9,1	20567	9,1	25208	9,1
Всього витрати, грн/га	192757	100,0	207996	100,0	226233	100,0	277289	100,0
Валовий збір сировини, т	3,02		3,26		3,45		3,76	
Вартість реалізації сировини, грн/т	90000		90000		90000		90000	
Собівартість сировини, грн/т	63827		63803		65575		73747	
Виручка від реалізації, грн	271800		293400		310500		338400	
Прибуток, грн/га	79043		85404		84267		61111	
Рентабельність, %	41,0		41,1		37,2		22,0	

Примітка: * – таблиця побудована за матеріалами автора.

У перший рік вирощування звіробою звичайного істотною статтею витрат також було вирощування садивного матеріалу — розсади. Із збільшенням густоти висаджування рослин витрати зростали, так у варіанті із густотою 42 тис. росл./га вони становили 21800 грн/га, що сягало 11,3% від загальних витрат. Із збільшення густоти висаджування до 56 тис. росл./га витрати зросли до 29200 грн/га, що становило 14,0% від загальних витрат. У варіанті із густотою висаджування 167 тис. росл./га витрати на вирощування розсади були найвищими і сягали 85900 грн/га — 31,0% від загальної суми витрат.

Система краплинного зрошення за вирощування звіробою звичайного може експлуатуватися три роки, тому витрати на поливну систему були розділені на три частини. Сума часткових витрат (амортизації) на поливну систему становила в перший рік 25841 грн/га.

Витрати на придбання твердого палива для забезпечення процесу висушування енергоносіями прямо залежали від урожайності звіробою звичайного, із збільшенням його врожайності витрати для висушування свіжозібраної сировини до стандартної вологості (12%) підвищувалися. У варіанті із густотою висаджування 42 тис. росл./га урожайність *Hypericum perforatum* L. була найменшою 12 т свіжозібраної сировини (3,02 т/га сухої сировини), для її висушування було використано твердого палива на загальну суму 13200 грн/га. З підвищенням урожайності звіробою до 13 т/га свіжозібраної сировини (3,23 т/га сухої сировини) у варіанті з густотою висаджування 56 тис. росл./га, витрати на тверде паливо збільшилися до 14400 грн/га. Найвища врожайність звіробою звичайного 15 т/га свіжозібраної сировини (3,8 т/га сухої сировини) в перший рік вирощування була у варіанті з густотою висаджування 167 тис. росл./га, де витрати на придбання твердого палива сягали 16400 грн/га, що становило 5,9% від суми усіх витрат.

Витрати на електроенергію для подачі зрошувальної води та для забезпечення рівномірності висушування частково

залежали від урожайності звіробою, із збільшенням його урожайності витрати зростали, в перший рік вирощування культури вони становили від 13774 грн/га до 15536 грн/га.

На час проведення розрахунків вартість реалізації сухої сировини звіробою звичайного становила 90000 грн/т, величина виручки від реалізації у варіанті з густотою 42 тис. росл./га сягала 271800 грн/га, всього витрат на вирощування звіробою в цьому варіанті було 192757 грн/га, собівартість сухої сировини — 63827 грн/т, прибуток відповідно — 79043 грн/га за рентабельності виробництва 41,0%. Збільшення густоти висаджування розсади звіробою звичайного до 56 тис. росл./га сприяло збільшенню виручки до 293400 грн/га, також і збільшилася сума витрат до 207996 грн/га, собівартість сировини становила 63803 грн/т, прибуток 85404 грн/га, рентабельність виробництва 41,1%. Подальше збільшення густоти висаджування рослин сприяло деякому збільшенню виручки та істотному підвищенню витрат на вирощування, що знижувало рентабельність виробництва.

У перший рік вегетації найменш ефективним було вирощування звіробою з найвищою густотою 167 тис. росл./га, де рентабельність виробництва була найменшою і сягала 22,0%.

З економічної точки зору в перший рік найприбутковішим є вирощування звіробою звичайного з густотою висаджування 42–56 тис. росл./га, подальше збільшення густоти висаджування рослин знижує прибуток.

На другому році вирощування в умовах краплинного зрошення врожайність *Hypericum perforatum* L. була вищою порівняно з першим роком, відповідно і виручка від реалізації сировини була більшою, а сума витрат нижчою через відсутність такої статті витрат, як вирощування розсади (звіробій звичайний багаторічна рослина, врожай збирають упродовж кількох років після висаджування). Рентабельність вирощування звіробою звичайного на другому році становила 115,0–122,2%, залежно від

Таблиця 2. Економічні показники розсадного вирощування звіробою звичайного другого року вегетації залежно від густоти висаджування за краплинного зрошення (розрахунок проведений на 1 га)

Стаття витрат / економічний параметр	Структура витрат за густоти висаджування:*							
	42 тис. росл./га		56 тис. росл./га		83 тис. росл./га		167 тис. росл./га	
	грн/га	%	грн/га	%	грн/га	%	грн/га	%
Оренда землі	5500	3,6	5500	3,5	5500	3,4	5500	3,5
Система зрошення (амортизація 33,3%)	26 640	17,4	26 640	17,0	26 640	16,6	26 640	16,8
Засоби захисту рослин	3 140	2,1	3 140	2,0	3 140	2,0	3 140	2,0
Добрива	6 400	4,2	6 400	4,1	6 400	4,0	6 400	4,0
Паливно-мастильні матеріали	5 016	3,3	4989	3,2	5539	3,5	5264	3,3
Електроенергія (подача води, висушування сировини)	15 272	10,0	15 556	9,9	16 012	10,0	15 866	10,0
Тверде паливо (для висушування сировини)	16 000	10,5	16800	10,7	17600	11,0	17200	10,8
Оплата праці	60 950	39,9	63135	40,4	64955	40,5	64575	40,6
Загальногосподарські витрати	13 892	9,1	14216	9,1	14579	9,1	14458	9,1
Всього витрати, грн/га	152810	100,0	156376	100,0	160364	100,0	159043	100,0
Валовий збір сировини, т	3,65		3,77		3,96		3,90	
Вартість реалізації сировини, грн/т	90000		90000		90000		90000	
Собівартість сировини, грн/т	41866		41479		40496		40780	
Виручка від реалізації, грн	328500		339300		356400		351000	
Прибуток, грн/га	175690		182924		196036		191957	
Рентабельність, %	115,0		117,0		122,2		120,7	

Примітка: * – таблиця побудована за матеріалами автора.

густоти висаджування рослин та урожайності сухої сировини (табл. 2).

Істотною статтею витрат на другому році вирощування звіробою звичайного залишається оплата праці, із збільшенням урожайності звіробою вона зростала, у варіанті із густотою висаджування 42 тис. росл./га за урожайності культури 3,65 т/га сухої сировини вона становила 60950 грн/га, що сягало 39,9% від суми всіх витрат. Найбільші затрати на оплату праці 64955 грн/га були у варіанті з густотою висаджування 83 тис. росл./га, де була найвищою врожайність сухої сировини 3,96 т/га.

Витрати на придбання твердого палива для висушування сировини становили від 16000 грн/га до 17600 грн/га, що сягало

10,5–11,0% від суми всіх витрат, найвищі витрати були за цією статтею у варіанті з найвищою врожайністю звіробою звичайного.

Витрати за споживання електроенергії були в межах 15272–16012 грн/га, що становило 9,9–10,0% від суми всіх витрат.

Впродовж другого року вегетації звіробою були внесені азотні добрива, витрати на їх придбання сягали 6400 грн/га, що становило 4,0–4,2% від суми всіх витрат.

На другому році вегетації найприбутковішим було вирощування звіробою звичайного у варіанті з густотою висаджування 83 тис. росл./га, де сума всіх витрат сягала 160364 грн/га, а собівартість сухої сировини серед досліджуваних варіантів

була найнижчою і становила 40496 грн/т, виручка від продажу сухої сировини була 356400 грн/га, прибуток відповідно – 196036 грн/га, рентабельність виробництва мала найвищі показники – 122,2%. Збільшення густоти висаджування рослин звіробою звичайного до 167 тис. росл./га, знижувало врожайність сухої сировини, як наслідок погіршувало економічну ефективність.

ВИСНОВКИ

За розсадного вирощування звіробою звичайного (*Hypericum perforatum* L.) у перший рік вегетації найістотнішими статтями витрат є оплата праці, яка варіювала в межах 71550–77300 грн/га залежно від варіантів досліду, вирощування розсади 21800–85900 грн/га та амортизація системи зрошення 25841 грн/га. Сума всіх витрат становила від 192757 до 277289 грн/га, із збільшенням густоти висаджування рослин підвищувалися витрати на вирощування розсади, а відповідно до росту врожайності культури – зростали витрати на первинну обробку сировини. В перший рік вирощування найбільш економічно вигідним є висаджування звіробою звичайного

з густотою 42 56 тис. росл./га, де прибуток сягав 79043–85404 грн/га, за рентабельності виробництва – 41,0–41,1%.

На другому році вирощування звіробою звичайного в умовах краплинного зрошення сума всіх витрат знизилася через відсутність витрат на вирощування розсади, зменшення кількості внесених добрив та витрат на догляд порівняно з першим роком вирощування. Сума витрат становила від 152810 до 160364 грн/га, залежно від густоти висаджування рослин та врожайності. З економічної точки зору на другому році вирощування звіробою звичайного є найбільш ефективним за густоти висаджування 83 тис. росл./га, де прибуток серед досліджуваних варіантів був найвищим 196036 грн/га за рентабельності вирощування 122,2%.

Отже, промислове вирощування звіробою звичайного може бути доволі прибутковим, адже, в кращих варіантах, за витрат 192757–207996 грн/га у перший рік вирощування можна отримати прибуток 79043–85404 грн/га та на другому році вегетації за витрат 156376–160364 грн/га прибуток може становити 182924–196036 грн/га.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сологуб В.А., Грицик А.Р. Морфолого-анатомічне дослідження видів роду звіробиї. *Український медичний альманах*. 2013. Т. 16. № 1. С. 119–121.
2. Галішевський Р.В., Поспелов С.В. Посівні якості насіння звіробою звичайного (*Hypericum perforatum* L.) залежно від його походження. *Перспективні напрямки наукових досліджень лікарських та ефіроолійних культур*: матеріали II Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених (с. Березоточа, 4–5 черв. 2015 р.). Лубни: Комунальне видавництво «Лубни», 2015. С. 74–76.
3. Morshedloo M., Ebadi A., Maggi F. et al. Chemical characterization of the essential oil compositions from Iranian populations of *Hypericum perforatum* L. *Industrial Crops and Products*. 2015. Vol. 76. P. 565–573. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.07.033>.
4. Сологуб В.А., Грицик А.Р. Перспективи використання видів звіробою в медицині та фармації. *Український медичний альманах*. 2011. Т. 14. № 5. С. 183–186.
5. Поспелов С.В., Галішевський Р.В. Особливості проростання насіння звіробою звичайного (*Hypericum perforatum* L.). *Лікарські рослини: традиції та перспективи досліджень*: матеріали II Міжнар. наук. конф. (с. Березоточа, 5–6 черв. 2014 р.). Лубни: Комунальне видавництво «Лубни», 2014. С. 152–157.
6. Mohamed F.F., Anhlan D., Schöfbänker M. et al. *Hypericum perforatum* and Its Ingredients Hypericin and Pseudohypericin Demonstrate an Antiviral Activity against SARS-CoV-2. *Pharmaceuticals* (Basel, Switzerland). 2022. Vol. 15 (5). P. 530. DOI: <https://doi.org/10.3390/ph15050530>.
7. Chen H., Muhammad I., Zhan, Y. et al. Antiviral Activity Against Infectious Bronchitis Virus and Bioactive Components of *Hypericum perforatum* L. *Frontiers in pharmacology*. 2019. Vol. 10. P. 1272. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphar.2019.01272>.
8. Barnes J., Arnason J.T. and Roufogalis B.D. St John's wort (*Hypericum perforatum* L.): botanical, chemical, pharmacological and clinical advances. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 2019. Vol. 71. № 1. P. 1–3. DOI: <https://doi.org/10.1111/jphp.13053>.
9. Mahady G.B., Fong H.S. and Farnsworth N.R. Botanical dietary supplements: quality, safety and efficacy. (University of Illinois at Chicago). Swets & Zeitlinger Publishers, Netherlands, 2001. 271 p.

10. Matcovschi C., Gonciar V. and Matcovschi S. *Hypericum perforatum* L. and its component Hiperforin in the treatment of various diseases. *Curierul medical*. 2014. Vol. 57. № 2. P. 86–94.
11. Istikoglou C.I., Mavreas V. and Geroulanos G. History and therapeutic properties of *Hypericum Perforatum* from antiquity until today. *Psychiatriki*. 2010. Vol. 21(4). P. 332–338.
12. Semerdjieva I., Zheljzakov V.D., Dincheva I. et al. Essential Oil Composition of Seven Bulgarian *Hypericum* Species and Its Potential as a Biopesticide. *Plants*. 2023. Vol. 12 (4). P. 923. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants12040923>.
13. Балик Є.П., Жук М.І., Поспелов С.В. Вплив умов вирощування на розвиток розсади звіробою звичайного (*Hypericum perforatum* L.). *Лікарське рослинництво: від досвіду минулого до новітніх технологій*: матеріали V міжнар. наук.-практ. конф. (м. Полтава, 27–28 груд. 2016 р.). Полтава: РВВ ПДАА, 2016. С. 37–40.
14. Приведенюк Н.В., Глушенко Л.А. Удосконалення елементів технології вирощування чебрецю звичайного (*Thymus vulgaris* L.) в умовах зрошення. *Вісник аграрної науки*. 2021. Т. 99. № 1. С. 32–39. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovissnyk202101-04>.
15. Бойко Л.О. Економічна ефективність виробництва лікарських рослин та перспективи трав'яного бізнесу. *Таєрійський науковий вісник. Сер.: Економіка*. 2021. № 9. С. 17–25.
16. Radusiene J., Marksa M., Ivanauskas L. et al. Effect of nitrogen on herb production, secondary metabolites and antioxidant activities of *Hypericum pruina-tum* under nitrogen application. *Industrial Crops and Products*. 2019. Vol. 139. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111519>.
17. Azizi M. and Omidbaigi R. Effect of np supply on herb yield, hypericin content and cadmium accumulation of St. John's wort (*Hypericum perforatum* L.). *Acta Hort.* 2002. Vol. 576. P. 267–271. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.576.39>.
18. Салівон А. Г., Листван К. В., Літвінов С. В. та ін. Визначення впливу різних доз передпосівного опромінення насіння на вміст флавоноїдів у лікарській сировині звіробою звичайного. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2019. Т. 25. С. 310–315. DOI: <https://doi.org/10.7124/FEEO.v25.1183>.
19. Дем'янюк О.С., Кічігіна О.О., Цибро Ю.А. та ін. Розроблення методичних підходів визначення схожості насіння звіробою звичайного (*Hypericum perforatum* L.). *Агроекологічний журнал*. 2022. № 2. С. 94–105. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2022.266415>.
20. Серета О.В., Губаньов О.В., Глушенко Л.А. На-лежна виробнича практика вирощування і збору лікарських рослин — гарантія якості лікарської рослинної сировини і медичних препаратів на її основі. *Агроекологічний журнал*. 2010. № 3. С. 188–190.
21. Бойко В.С., Шевчук Н.М. Сівозмінний фактор як елемент вирощування лікарських рослин за органічної технології. *Лікарські рослини: традиції та перспективи досліджень*: матер. II Міжнар. наук. конф. (с. Березоточа, 4–5 черв. 2014 р.). Лубни: Комунальне виробництво «Лубни», 2014. С. 80–84.
22. Ганькович Н.М., Горошко В.В., Глушенко Л.А. Распространенность и вредоносность болезней лекарственных растений: *Тезисы докладов Первой Международной закавказской конфер. по фитопатологии* (г. Тбилиси, 25–27 сентяб. 2008 г.). Тбилиси, 2008. С. 53.

REFERENCES

1. Solohub, V.A. & Hrytsyk, A.R. (2013). Morfoloho-anatomichne doslidzhennia vydiv rodu zvirobii [Morphological and anatomical study of species of the genus St. John's wort]. *Ukrainskyi Medychnyi Almanakh — Ukrainian Medical Almanac*, 16 (1), 119–121 [in Ukrainian].
2. Halishevskyi, R.V. & Pospelov, S.V. (2015). Posivni yakosti nasinnia zvirobiiu zvychainoho (*Hypericum perforatum* L.) zalezho vid yoho pokhodzhennia [Sowing qualities of seeds of st. john's wort (*Hypericum perforatum* L.) depending on its origin]. *Perspektyvni napriamky naukovykh doslidzhen likarskykh ta efiroolitnykh kultur: materialy II Vseukrayins'ka nauково-praktychna konferentsiya molodykh vchenykh [Prospective directions of scientific research of medicinal and essential oil crops: materials of the 2nd All-Ukrainian Scientific and Practical Conference of Young Scientists]*. (pp. 74–76). Lubny [in Ukrainian].
3. Morshedloo, M. Ebadi, A. Maggi, F. et al. (2015). Chemical characterization of the essential oil compositions from Iranian populations of *Hypericum perforatum* L. *Industrial Crops and Products*, 76, 565–573. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.07.033> [in English].
4. Solohub, V.A. & Hrytsyk, A.R. (2011). Perspektyvy vykorystannia vydiv zvirobiiu v medytsyni ta farmatsii [Prospects for the use of St. John's wort in medicine and pharmacy]. *Ukrainskyi Medychnyi Almanakh — Ukrainian Medical Almanac*, 14 (5), 183–186 [in Ukrainian].
5. Pospelov, S.V. & Halishevskyi, R.V. (2014). Osoblyvosti prorostannia nasinnia zvirobiiu zvychainoho (*Hypericum perforatum* L.) [Features of germination of seeds of st. john's wort (*Hypericum perforatum* L.)]. *Likarski roslyny: tradytsii ta perspektyvy doslidzhen: materialy II Mizhnarodnoyi naukovoji konferentsiyi [Medicinal plants: traditions and perspectives of research: materials of the II International Scientific Conference]*. (pp. 152–157). Lubny [in Ukrainian].
6. Mohamed, F.F., Anhlan, D., Schöföbänker, M. et al. (2022). *Hypericum perforatum* and Its Ingredients Hypericin and Pseudohypericin Demonstrate an Antiviral Activity against SARS-CoV-2. *Pharmaceuticals (Basel, Switzerland)*, 15 (5), 530. DOI: <https://doi.org/10.3390/ph15050530> [in English].

7. Chen, H., Muhammad, I., Zhang, Y. et al. (2019). Antiviral Activity Against Infectious Bronchitis Virus and Bioactive Components of *Hypericum perforatum* L. *Frontiers in pharmacology*, 10, 1272. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphar.2019.01272> [in English].
8. Barnes, J., Arnason, J.T. & Roufogalis, B.D. (2019). St John's wort (*Hypericum perforatum* L.): botanical, chemical, pharmacological and clinical advances. *The Journal of pharmacy and pharmacology*, 71 (1), 1–3. DOI: <https://doi.org/10.1111/jphp.13053> [in English].
9. Mahady, G.B., Fong, H.S. & Farnsworth, N.R. (2001). Botanical dietary supplements: quality, safety and efficacy. (University of Illinois at Chicago). Swets & Zeitlinger Publishers, Netherlands [in English].
10. Matcovschi, C., Gonciar, V. & Matcovschi, S. (2014). *Hypericum perforatum* L. and its component Hiperforin in the treatment of various diseases. *Curierul medical*, 57 (2), 86–94 [in English].
11. Istikoglou, C.I., Mavreas, V. & Geroulanos, G. (2010). History and therapeutic properties of *Hypericum Perforatum* from antiquity until today. *Psychiatriki*, 21 (4), 332–338 [in English].
12. Semerdjieva, I., Zheljazzkov, V.D., Dincheva, I. et al. (2023). Essential Oil Composition of Seven Bulgarian *Hypericum* Species and Its Potential as a Biopesticide. *Plants*, 12 (4), 923 [in English].
13. Balyk, Ye.P., Zhuk, M.I. & Pospelov, S.V. (2016). Vplyv umov vyroshchuvannya na rozvytok rozsadny zviroboiu zvychainoho (*Hypericum perforatum* L.) [Influence of growing conditions on the development of seedlings of St. John's wort (*Hypericum perforatum* L.)]. *Likarske roslinnystvo: vid dosvidu mynuloho do novitnikh tekhnolohii: materialy V mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii* [Medicinal plant cultivation: from the experience of the past to the latest technologies: materials of the 5th international scientific and practical conference]. (pp. 37–40). Poltava [in Ukrainian].
14. Pryvedeniuk, N.V. & Hlushchenko, L.A. (2021). Udoshkonalennia elementiv tekhnolohii vyroshchuvannya chebretsiiu zvychainoho (*Thymus vulgaris* L.) v umovakh zroshennia [Improvement of elements of the technology of growing common thyme (*Thymus vulgaris* L.) under irrigation conditions]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of agricultural science*, 99 (1), 32–39. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202101-04> [in Ukrainian].
15. Boiko, L.O. (2021). Ekonomichna efektyvnist vyrobnytstva likarskykh roslyn ta perspektyvy traviano-ho biznesu [Economic efficiency of production of medicinal plants and prospects of herbal business]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Seriya: Ekonomika – Taurian Scientific Bulletin. Series: Economy*, 9, 17–25 [in Ukrainian].
16. Radusiene, J., Marksa, M., Ivanauskas, L. et al. (2019). Effect of nitrogen on herb production, secondary metabolites and antioxidant activities of *Hypericum pruinatum* under nitrogen application. *Industrial Crops and Products*, 139. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111519> [in English].
17. Azizi, M. & Omidbaigi, R. (2002). Effect of np supply on herb yield, hypericin content and cadmium accumulation of St. John's wort (*Hypericum perforatum* L.). *Acta Horti*, 576, 267–271. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.576.39> [in English].
18. Salivon, A.H., Lystvan, K.V., Litvinov, S.V. et al. (2019). Vyznachennia vplyvu riznykh doz peredposivnoho oprominennia nasinnia na vmist flavonoidiv u likarskii syrovyni zviroboiu zvychainoho [Determination of the effect of different doses of pre-sowing irradiation of seeds on the content of flavonoids in medicinal raw materials st. john's wort]. *Faktory eksperymentalnoi evoliutsii orhanizmiv – Factors of experimental evolution of organisms*, 25, 310–315. DOI: <https://doi.org/10.7124/FEEEO.v25.1183> [in Ukrainian].
19. Demianiuk, O.S., Kichihina, O.O., Tsybro, Yu.A. et al. (2022). Rozroblennia metodychnykh pidkhodiv vyznachennia skhozhosti nasinnia zviroboiu zvychainoho (*Hypericum perforatum* L.) [Development of methodological approaches for determining the germination of St. John's wort (*Hypericum perforatum* L.) seeds]. *Ahroekolohichniy zhurnal – Achroecological journal*, 2, 94–105. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2022.266415> [in Ukrainian].
20. Sereda, O.V., Hubanov, O.V. & Hlushchenko, L.A. (2010). Nalezhnna vyrobnycha praktyka vyroshchuvannya i zboru likarskykh roslyn — harantiia yakosti likarskoi roslinnoi syrovyni i medychnykh preparativ na yii osnovi [Proper production practice of growing and collecting medicinal plants is a guarantee of the quality of medicinal plant raw materials and medical preparations based on it]. *Ahroekolohichniy zhurnal – Achroecological journal*, 3, 188–190 [in Ukrainian].
21. Boiko, V.S. & Shevchuk, N.M. (2014). Sivozminnyi faktor yak element vyroshchuvannya likarskykh roslyn za orhanichnoi tekhnolohii [Crop rotation factor as an element of growing medicinal plants using organic technology]. *Likarski rosliny: tradytsii ta perspektyvy doslidzhen: materialy II Mizhnarodnoi naukovo konferentsii* [Medicinal plants: traditions and research perspectives: materials of the 2nd International Scientific Conference]. (pp. 80–84). Lubny [in Ukrainian].
22. Hankovych, N.M., Horoshko, V.V. & Hlushchenko, L.A. (2008). Raspostranennost y vredonosnost boleznei lekarstvennykh rastenyi [Prevalence and harmfulness of diseases of medicinal plants]. *Tezys dokladov Pervoi Mezhdunarodnoi zakavkazkoi konferentsyy po fytopatolohyy* [Abstracts of the First International Transcaucasian Conference on Phytopathology]. (p. 53). Tbylisy [in Russian].

Стаття надійшла до редакції журналу 26.02.2023

ВПЛИВ ДОБРИВА МОНОКАЛІЙФОСФАТ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР ТА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ І БЕЗПЕЧНОСТІ ПЛОДІВ

Г.Д. Матусевич¹, О.М. Багацька², А.Г. Кудрявцева²,
А.П. Гринько², О.Д. Шабалков²

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

e-mail: matusевичgalina1971@gmail.com; ORCID: 0009-0008-6513-5287

² Державне підприємство «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені акад. Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України»
(м. Київ, Україна)

e-mail: bagazkaj@ukr.net; ORCID: 0009-0002-3372-2352

e-mail: amulka76@gmail.com; ORCID: 0000-0002-6988-6140

e-mail: alla.grynko.medved@gmail.com; ORCID: 0000-0002-2865-0385

e-mail: damian23shab@gmail.com; ORCID: 0009-0006-2599-8454

Проведено дослідження нового мінерального добрива — монокалійфосфату щодо впливу на ростові процеси, врожайність овочевих культур, показники якості і безпечності плодів. Вивчено ефективність добрива в умовах відкритого ґрунту на рослинах томатів та огірків, визначено його вплив на ріст і розвиток культур за різних норм використання. Встановлено, що за використання монокалійфосфату висота рослин томатів зростає — на 6,7–8,2 см, діаметр стебла — на 0,9–1,2 см, площа листків — на 4,2–9,7 дм² стосовно контролю; висота рослин огірків — на 9,4–41,5 см, діаметр стебла — на 0,2–0,5 см щодо контролю. За позакореневого підживлення рослин відкритого ґрунту добривом монокалійфосфат фіксували підвищення врожайності томатів на 15,9–18,8%, огірків 26,9–51,6% та якісних показників стосовно контрольного варіанта. Вміст сухої речовини, цукрів, вітаміну С визначають якість плодів овочевих культур. Уміст сухої речовини становив 4,1–4,8%, що на 0,2–0,9% більше, ніж на контролі. Вміст цукрів, вітаміну С мали аналогічну тенденцію до збільшення. Якщо на контролі їх вміст був 1,1% та 13,7 мг/кг, то за застосування добрива вміст цукрів зріс на 0,6–1,5%; вітаміну С — на 11,2–18,2% відповідно. Показники якості томатів також мали аналогічну тенденцію до збільшення. За вмістом важких металів (Zn, Cu, Pb, Cd, Ni, Co, As, Hg) та природних радіонуклідів добриво, монокалійфосфат відповідає чинним вітчизняним та європейським нормативним документам. Сільськогосподарська продукція, вирощена за застосування добрива, відповідає гігієнічним вимогам щодо вмісту важких металів (Cu, Zn, Cd, Pb) і є екологічно безпечною для людини.

Ключові слова: мінеральне живлення, біометричні показники, суха речовина, вітамін С, врожайність, важкі метали, радіонукліди.

ВСТУП

Вирощування сільськогосподарських культур потребує збалансованого живлення тому, використання мінеральних добрив наразі є обов'язковим елементом технології їх вирощування. Так, на думку американських учених, 41% урожайності культур залежить від добрив, 8 — якості насіння, 15–20 — застосування гербіцидів, 5% — зрошення, 15 —

погодних умов, 11–18% — інших чинників (ґрунтово-кліматичних умов, сортової особливості культури тощо). Використання мінеральних добрив насичує ґрунт поживними речовинами й важливими мікроелементами, підвищує врожайність та якість сільськогосподарських культур, покращує ріст і розвиток рослин, посилює стійкість рослин проти несприятливих погодних умов, пошкодження шкідниками та ураження збудниками хвороб тощо [1–3].

Разом із тим варто зазначити, що надмірне використання мінеральних та органічних добрив може становити небезпеку як для навколишнього природного середовища, так і для здоров'я людей. За використання мінеральних добрив погіршується кругообіг і баланс поживних речовин, змінюються агрохімічні властивості ґрунту та підвищується його кислотність, нагромаджуються нітрати в рослинницькій продукції, знижується продуктивність сільськогосподарських культур тощо [2].

Для того, щоб оцінити можливу негативну дію використання мінеральних добрив для навколишнього природного середовища потрібно знати кількісний і якісний склад мінеральних добрив, у т. ч. уміст токсичних домішок, особливості впливу на ґрунтовий комплекс, кислотно-основні властивості ґрунтового розчину, процеси вилугування та міграції біогенних елементів і токсикантів; активність мікробіологічних та біохімічних процесів у ґрунті, вплив на якість сільськогосподарської продукції [4].

Тому в сучасних умовах ведення сільськогосподарства залишається актуальним пошук нових видів мінеральних добрив та вивчення їх впливу на сільськогосподарські рослини.

Метою наших досліджень було визначення впливу нового мінерального добрива на ріст і розвиток овочевих культур та якість і безпечність вирощеної продукції.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Мінеральне живлення є ключовим чинником для забезпечення нормального росту та розвитку овочевих культур. Врожайність та якість овочевих культур значною мірою залежить від забезпечення рослин основними елементами живлення, серед яких найважливішими є нітроген, фосфор, калій. Так, нітроген є ключовим макроелементом для росту та розвитку рослин, збільшує врожайність і покращує якість овочів. Фосфор прискорює дозрівання, стимулює плодоношення, сприяє інтенсивному наростанню кореневої системи,

чим підвищує посухостійкість рослин. Калій підтримує необхідний водний режим у рослин, сприяє утворенню цукрів та накопиченню їх у товарній частині продукції, сприяє збільшенню розміру й маси овочів, а також забезпечує стійкість рослин до несприятливих умов навколишнього середовища. Отже, оптимальне мінеральне живлення є необхідною умовою для досягнення високої врожайності та якості овочевих культур [5; 6].

Водночас значну небезпеку для навколишнього природного середовища та рослин становлять баластні речовини, що містяться в азотних, фосфорних, калійних і комплексних добривах та мають у своєму складі токсичні домішки (кадмій, цинк, свинець, ртуть, фтор, алюміній тощо) й радіонукліди [7]. Агроекологічною оцінкою мінеральних добрив та їх нових видів займалися вчені Інституту агроекології і природокористування НААН, зокрема Н.А. Макаренко, В.П. Пагика [8]. У дослідженнях Мудрак Г.В. відображено негативні екологічні наслідки забруднення ґрунтів важкими металами [9]. За літературними даними за внесення фосфорних добрив у ґрунт надходить до 138,1 мг/кг свинцю, 2,7 кадмію, 1230,1 цинку, 155,1 міді, 4,6 мг/кг ртуті; за внесення калійних добрив 196,5 мг/кг свинцю, 186,4 міді, 182,3 мг/кг цинку [10].

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Польові дослідження добрива монокалійфосфат (МКФ) з вмістом P_2O_5 — $52,0\% \pm 0,5\%$ та K_2O — $34,0\% \pm 1,0\%$ (виробництво компанії Rotem Amfert Negev LTD, Ізраїль) проводилися на дослідних полях Сквирської дослідної станції органічного виробництва Інституту агроекології і природокористування НААН.

Ґрунтовий покрив дослідної ділянки: чорноземи глибокої малогумусні, середньосуглинкового складу на карбонових породах та на лесі. Орний шар характеризувався такими агрохімічними показниками, що визначалися під час проведення польових досліджень: $pH_{\text{сол.}}$ — 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.

Дослідження здійснювали на овочевих культурах: огірки сорту Кущовий, томати сорту Віраж.

Схема досліду включала варіанти:

- контроль (без внесення добрив);
- листкове підживлення томатів із нормами витрати МКФ: 5,0 кг/га та 15 кг/га;
- листкове підживлення огірків із нормами витрати МКФ: 10,0 кг/га та 20,0 кг/га.

Добриво вносили впродовж вегетації рослин шестикратно.

Визначення впливу МКФ на біометричні показники та якість овочевих культур проводили в Інституті агроєкології і природокористування НААН.

Гігієнічну оцінку добрива МКФ та вплив на безпечність овочевих культур щодо вмісту важких металів (ВМ) проводили в «Дослідницько-випробувальному токсикологічному центрі» (ДВТЦ) Державного підприємства «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені акад. Л.І. Медведя МОЗ України». Дослідження здійснювали відповідно до стандартизованих методів, що входять до Сфери акредитації ДВТЦ, акредитованому згідно з вимогами ДСТУ ISO/IEC 17025:2019 (Атестат акредитації Національного агентства з акредитації України від 23.03.2023 р. № 20375).

Вилучення валових форм ВМ (Zn, Ni, Co, Cd, Cu, Pb, As, Hg та Mn) у добриві проводили концентрованою азотною кислотою з подальшим розкладанням у мікрохвильовій системі MARS-6 SEM Co. відповідно до ДСТУ ISO 17318:2017 [11].

Рухомі форми ВМ (Zn, Ni, Co, Cd, Cu, Pb) вилучали амонійно-ацетатним буфером з рН 4,8 згідно з ДСТУ 4770 частини 2, 3, 5, 6, 7, 9 [12–17].

Кількісне вимірювання вмісту важких металів у відповідних витяжках здійснювали атомно-емісійним методом з індуктивнов'язаною плазмою (ICP-AES) відповідно до ISO 22036:2008 [18].

Межі кількісного визначення валових/рухомих форм ВМ у МКФ, мг/кг: Zn — 0,07/0,01; Cu — 0,24/0,02; Ni — 0,12/0,01; Co — 0,2/0,015; Cd — 0,05/0,004; Pb — 0,8/0,04; As — 0,12/не визначалися, Mn — 0,01/не визначалися; Hg — 0,12/не визначалися.

Визначення вмісту свинцю, кадмію, міді та цинку у помідорах та огірках проводили згідно з методичними інструкціями, розробленими в ДВТЦ. Межі кількісного визначення, мг/кг: Zn — 0,007; Cd — 0,006; Pb — 0,05; Cu — 0,03.

Визначення питомої активності природних радіонуклідів здійснювали згідно з МВВ № 07-119:2011 [19]. Статистичне опрацювання результатів виконували за допомогою програмних пакетів Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

На основі проведених досліджень встановлено, що залежно від норми витрати мінерального добрива змінювалися біометричні показники овочевих культур. Використання МКФ для підживлення томатів у період вегетації з нормами внесення 5,0 кг/га та 15 кг/га збільшувало: висоту рослин — на 5,7% та 7,0% відповідно, діаметр стебла — на 25,7% і 33,3% відповідно, площу листків — на 4,0% й 9,3% відповідно стосовно контролю. На огірках також відмічали зростання біометричних показників культури відповідно до норми внесення 10 кг/га та 20 кг/га: висоти головного стебла — на 8,3% і 36,3%, діаметра стебла — на 22,3% й 50,0%, кількості рослин — на 1,8 та 14,3% щодо контролю.

Важливими показниками овочевих культур є врожайність та якість плодів. Врожайність томатів за позакореневого підживлення МКФ зростала порівняно з контрольним варіантом (без унесення добрива) за рахунок зростання біометричних показників. Врожайність томатів за застосування добрива становила 48,0–49,2 т/га, що на 6,6–7,8 т/га більше, ніж у контролі (табл. 1). Також зросли й інші показники врожайності — середня маса плоду на 4,7–10,1%.

Таблиця 1. Урожайність та якість томатів сорту Віраж за застосування добрива МКФ

Показник	Варіанти дослідю		
	контроль	МКФ, 5 кг/га	МКФ, 15 кг/га
Урожайність, т/га	41,4±0,87	48,0±0,91	49,2±0,27
Суша речовина, %	6,5±0,25	7,3±0,15	7,7±0,21
Сума цукрів, %	3,1±0,15	3,9±0,16	4,2±0,17
Каротин, мг/кг	12,9±0,35	13,7±0,19	14,7±0,45
Вітамін С, мг/кг	15,2±0,37	16,1±0,44	17,1±0,40
Середня маса плоду, г	178,7±1,21	187,1±2,20	196,8±3,40

Плоди томатів відносяться до найбільш цінних овочевих продуктів у поживному та смаковому відношенні. Вони містять значну кількість аскорбінової кислоти, каротину, мінеральних солей та органічних кислот тощо. Відомо, що внесення калію та фосфору підвищує вміст розчинних цукрів у томатах. Так, позакореневе підживлення томатів МКФ підвищило вміст цукрів на 0,8% та 1,1% відповідно до норми внесення порівняно з контрольним варіантом 3,1%.

Вміст сухої речовини, вітаміну С та каротину мали аналогічні тенденції до збільшення. Якщо в контролі їх вміст становив 6,5%, 15,2 мг/кг, та 12,9 мг/кг відповідно, то у разі застосування добрива їх кількість у вирощених томатах зростала: сухої речовини на 0,8% й 1,2%; вітаміну С – на 5,9% і 13,0%; каротину – на 6,2% та 13,7% відповідно до норм внесення.

Позакореневе підживлення огірків МКФ забезпечило підвищення врожайності на 0,8 т/га та 1,6 т/га відповідно до норм внесення порівняно з контролем, урожайність на якому становила 3,1 т/га (табл. 2).

Якісні показники також мали тенденцію до зростання залежно від норми внесення МКФ (див. табл. 2).

Мінеральні добрива, як домішки можуть містити ВМ (свинець, кадмій, нікель, кобальт, цинк, мідь та ін.) й радіонукліди. Тому в агрохімікатах необхідно контролювати концентрацію ВМ, які за ступенем небезпеки належать до високонебезпечних (І клас) – Cd, Pb, Zn та до помірнебезпечних (II клас) – Cu, Ni, Co.

Враховуючи, що токсичні властивості ВМ виявляються у рухомому стані, тобто можуть мати фітотоксичну дію, мігрувати за профілем ґрунту та впливати на ґрунтову мікробіоту, важливо визначати у складі добрив поряд із валовим вмістом, кількість рухомих форм ВМ.

Результати досліджень вмісту ВМ у складі добрива МКФ наведено в табл. 3.

Дані результатів свідчать, що добриво МКФ у своєму складі містить незначну кількість важких металів як у валовій, так і рухомій формах.

Вміст валових форм ВМ у складі добрива МКФ було оцінено відповідно до віт-

Таблиця 2. Урожайність та якість огірків сорту Кущовий за застосування добрива МКФ

Показник	Варіанти дослідю		
	контроль	МКФ, 10 кг/га	МКФ, 20 кг/га
Урожайність, т/га	3,1±0,20	3,9±0,25	4,7±0,37
Суша речовина, %	3,9 ±0,10	4,1±0,05	4,8±0,19
Вітамін С, мг/кг	13,7±0,37	15,2±0,48	16,2±0,44
Сума цукрів, %	1,1±0,11	1,7±0,15	2,6±0,29

Таблиця 3. Вміст важких металів у складі добрива МКФ

Показник	Результати досліджень ВМ, мг/кг		Норми ВМ, мг/кг	
	валова форма	рухома форма	ДСТУ 4944:2008	Регламент (ЄС) 1009/2019
Zn	0,7±0,02	0,19±0,04	5100	—
Cu	<0,24	<0,02	5800	—
Ni	0,18±0,02	0,15±0,04	9500	100
Co	<0,2	<0,015	2800	—
Pb	<0,8	<0,04	3400	120
Cd	<0,05	<0,004	240	60
Mn	0,05±0,01	—	—	—
As	1,5±0,02	—	—	40
Hg	<0,02	—	—	1

чизняних (ДСТУ 4944:2008) та європейських (Регламент (ЄС) 1009/2019) вимог [20; 21]. Отримані дані свідчать, що вміст валових форм ВМ у складі добрива МКФ знаходиться в межах рекомендованих величин відповідно до вітчизняних та європейських стандартів (див. *табл. 3*).

Також було розраховано максимальну кількість ВМ, що може надійти до орного шару ґрунту в разі застосування добрива МКФ згідно з ДСТУ 4944:2008.

За розрахунковими даними за застосування одноразової максимальної норми витрати добрива МКФ — 20 кг/га до орного шару (0–15 см) ґрунту надійдуть важкі метали у концентраціях, що значно нижчі за встановлені гранично до-

пустимі концентрації (ГДК) для ґрунту (*табл. 4*).

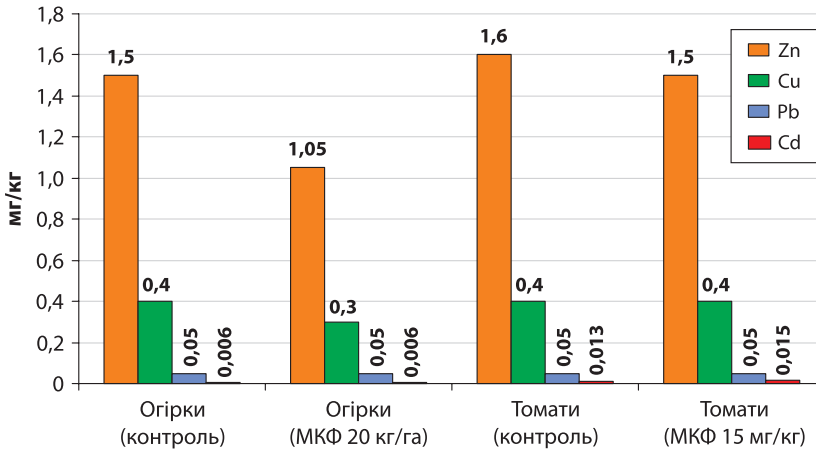
Перевищення допустимих концентрацій ВМ не прогнозується навіть за 8-кратного застосування добрива МКФ.

Отже, вміст важких металів у складі добрива МКФ не перевищує допустимі концентрації згідно з ДСТУ 4944:2008 та Регламенту (ЄС) 1009/2019. Застосування добрива з урахуванням біологічно обґрунтованих норм витрат не призведе до істотного підвищення валових (Zn, Cu, Ni, Co, Pb, Cd, As, Mn, Hg) та рухомих (Zn, Cu, Ni, Co, Pb, Cd) форм ВМ у ґрунті.

Результати досліджень щодо вмісту природних радіонуклідів показали, що до-

Таблиця 4. Рівень можливого разового надходження ВМ з добривом МКФ у ґрунт

Показник	Рівень разового надходження ВМ з добривом у ґрунт, мг/кг		ГДК у ґрунті, мг/кг	
	валова форма	рухома форма	валова форма	рухома форма
Zn	2×10^{-5}	$4,8 \times 10^{-6}$	100	23
Cu	6×10^{-6}	$5,1 \times 10^{-7}$	55	3
Ni	4×10^{-6}	$3,8 \times 10^{-6}$	85	4
Co	5×10^{-6}	$3,8 \times 10^{-7}$	50	5
Pb	2×10^{-5}	1×10^{-6}	32	6,0
Cd	1×10^{-6}	1×10^{-7}	1,5	0,7
Mn	1×10^{-6}	—	1500	—
As	4×10^{-5}	—	2	—
Hg	5×10^{-7}	—	2,1	—



Вміст ВМ (Zn, Cu, Pb, Cd) в огірках та помідорах, вирощених за застосування добрива МКФ

брово МКФ відповідає чинним нормам України – НРБУ-97 [22]: рівень дій питомої активності природних радіонуклідів (A_{ef}) становить – $39,4 \pm 11,2$ Бк/кг, що не перевищує 1900 Бк/кг.

Важливим показником мінерального добрива є його екологічна безпечність. Було визначено вміст ВМ (Zn, Cu, Pb, Cd) у плодах овочевих культур, вирощених за застосування добрива МКФ. Так, вміст цинку, міді, свинцю й кадмію в помідорах та огірках у контрольному (без внесення добрив) і дослідному (із внесенням МКФ) зразках не перевищував гігієнічні нормативи (рис.).

Кількість цинку в огірках та помідорах з контрольного варіанта становила 1,5 мг/кг і 1,6 мг/кг відповідно, в огірках та помідорах у варіанті з добривом МКФ – 1,05 мг/кг й 1,5 мг/кг відповідно. Вміст міді в огірках та помідорах у контрольному варіанті був 0,4 мг/кг, в овочах із варіанта із застосуванням добрива МКФ – 0,3 мг/кг і 0,4 мг/кг відповідно. Визначені величини цинку та міді в овочах не перевищують рекомендовані максимально допустимі рівні для огірків та помідорів: цинку – 10 мг/кг і міді – 5 мг/кг [23].

Уміст свинцю в огірках та помідорах в обох варіантах (контрольного й з МКФ) не перевищував 0,05 мг/кг за максимально допустимого рівня для овочів – 0,1 мг/кг.

Кількість кадмію в огірках становила менше 0,006 мг/кг як у плодах із контрольного варіанта, так і у варіанті з МКФ. У помідорах із контрольного варіанта кадмію було 0,013 мг/кг, з варіанта зі внесенням МКФ – 0,015 мг/кг. Визначені величини кадмію в огірках та помідорах не перевищують встановлений максимальний допустимий рівень для овочів – 0,1 мг/кг.

ВИСНОВКИ

Застосування добрива МКФ на овочевих культурах (помідори, огірки) забезпечує активізацію ростових процесів у рослинах, підвищує їх продуктивність на 15,9–18,8% для помідорів та на 26,9–51,6% для огірків, покращує якісні показники плодів.

Вміст важких металів (Zn, Cu, Pb, Cd, Ni, Co) у складі добрива МКФ не перевищує допустимі концентрації згідно з ДСТУ 4944:2008 та Регламенту (ЄС) 1009/2019, застосування добрива з урахуванням біологічно обґрунтованих норм витрат не призведе до істотного підвищення валових (Zn, Cu, Ni, Co, Pb, Cd, As, Mn, Hg) та рухомих (Zn, Cu, Ni, Co, Pb, Cd) форм ВМ у ґрунті.

Сільськогосподарська продукція, вирощена за застосування добрива МКФ, відповідає гігієнічним вимогам щодо вмісту важких металів (Cu, Zn, Cd, Pb) і є безпечною для здоров'я людини.

ЛІТЕРАТУРА

- Гамаюнова В.В., Хоненко Л.Г., Бакланова Т.В. та ін. Сучасні підходи до застосування мінеральних добрив за збереження ґрунтової родючості в умовах зміни клімату. *Наукові горизонти*. 2020. № 2 (87). С. 89–101. DOI: <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-87-02-102-110>.
- Палала 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>.
- Вожегова Р.А., Димов О.М. Застосування добрив як запорука збереження родючості ґрунтів і стійкого розвитку сільськогосподарського виробництва. *Таврійський науковий вісник. Землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво*. 2016. № 96. С. 21–31.
- Мальований М.С., Тимчук І.С. Негативний вплив мінеральних добрив на агроєкосистему та його мінімізація методом капсулювання добрив. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*. 2012. № 2 (52). С. 116–123.
- Дем'янюк О.С., Шерстобоева О.В., Опришко Н.О. та ін. Вплив погодних умов під час вегетації на біологічну активність у ризосфері та врожайність огірка. *Збалансоване природокористування*. 2016. № 3. С. 187–191.
- Дем'янюк О.С., Глущенко Л.А., Симочко Л.Ю. Розвиток галузі овочівництва в умовах Закарпаття: перспективи та проблеми сьогодення. *Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві*: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ, 7–8 лип. 2022 р.). Київ, 2022. С. 98–101.
- Куліджанов Е.В., Голубченко В.Ф., Віляєва С.Д., Грицай Т.Л. Необхідність у моніторингу мінеральних добрив на вміст забруднюючих речовин. *Агроекологічний журнал*. 2022. № 2. С. 147–151. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2022.263330>.
- Патика В.П., Макаренко Н.А., Моклячук Л.І. Агроекологічна оцінка мінеральних добрив та пестицидів: моногр. /за ред. В.П. Патики. Київ: Основа, 2005. 300 с.
- Шевчук В.Д., Мудрак Г.В., Франчук М.О. Екологічна оцінка інтенсивності забруднення ґрунтів важкими металами. *Colloquium-journal. Agricultural Sciences*. 2021. №10 (97). С. 40–46. DOI: [10.24412/2520-6990-2021-1097-40-46](https://doi.org/10.24412/2520-6990-2021-1097-40-46).
- Ктачук О.П., Яковець Л.А. Особливості забруднення зернової продукції важкими металами в умовах Вінницької області. *Сільське господарство та лісівництво. Сер. Екологія та охорона навколишнього середовища*. 2016. № 4. С. 179–186.
- ДСТУ ISO 17318:2017. Добрива та ґрунтопокрашувальні речовини. Визначення вмісту міді, кадмію, хрому, свинцю та ртуті (ISO 17318:2015, IDT). [Чинний від 2017-10-01]. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 2019. 24 с.
- ДСТУ 4770.2:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук цинку в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2007-28-04]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 14 с.
- ДСТУ 4770.3:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук кадмію в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2007-28-04]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 14 с.
- ДСТУ 4770.5:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук кобальту в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2007-28-04]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 14 с.
- ДСТУ 4770.2:6:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук міді в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2007-28-04]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 14 с.
- ДСТУ 4770.7:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук нікелю в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2007-28-04]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 14 с.
- ДСТУ 4770.9:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук свинцю в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2007-28-04]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 14 с.
- ISO 22036:2008. Soil quality — Determination of trace elements in extracts of soil by inductively coupled plasma — atomic emission spectrometry (ICP — AES). [Publication date 22-Feb-2021]. The official version. 30 p.
- МВИ 07-119:2011. Удельная (объемная) активность гамма-излучающих радионуклидов в счетных образцах объектов технологических и природных сред от 02.03.2011.
- ДСТУ 4944:2008. Агрохімікати. Встановлювання допустимих концентрацій шкідливих речовин. [Чинний від 2009-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 2009. 11 с.
- 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 (Text with EEA relevance). URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2019/1009/oj>.
- Норми радіаційної безпеки України: постанова головного санітарного лікаря України № 62 від 01.12.97.
- Державні гігієнічні правила і норми. Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах: наказ від 22.05.2020 р. № 1238. *Міністерство охорони здоров'я України*.

REFERENCES

- Hamaiunova, V.V., Khonenko, L.H., Baklanova, T.V. et al. (2020). Suchasni pidkhody do zastosuvannya mineralnykh dobryv za zberezhennia gruntovoi rodiuchosti v umovakh zminy klimatu [Modern approaches to the application of mineral fertilizers for the preservation of soil fertility in conditions of climate change]. *Naukovi horyzonty — Scientific Horizons*, 2 (87), 89–101. DOI: <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-87-02-102-110> [in Ukrainian].
- Palapa, N.V., Demianiuk, O.S. & Nahorniuk, O.M. (2022). Prodovolcha bezpeka Ukrainy: stan ta aktualni pytannya sohodennia [Food security in Ukraine: state and current issues of nowadays]. *Ahroekolohichniy zhurnal — Agroecological journal*, 2, 34–45. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2022.263314> [in Ukrainian].
- Vozhehova, R.A. & Dymov, O.M. (2016). Zastosuvannya dobryv yak zaporuka zberezhennia rodiuchosti gruntiv i stiikoho rozvytku silskohospodarskoho vyrobnytstva [The use of fertilizers as a guarantee of preserving soil fertility and sustainable development of agricultural production]. *Tavriys'kyi naukovyy visnyk. Seriya: Zemlerobstvo, roslinnyctvo, ovochivnyctvo ta bashtantnyctvo — Taurian Scientific Herald. Series: Agriculture, plant growing, vegetable growing and melon growing*, 96, 21–31 [in Ukrainian].
- Malovanyi, M.S. & Tymchuk, I.S. (2012). Nehatyvnyi vplyv mineralnykh dobryv na ahroekosystemu ta yoho minimizatsiia metodom kapsuliuвання dobryv [Negative impact of mineral fertilizers on agro ecosystem and its minimization by fertilizer capsulation]. *Naukovyi visnyk LNUVMBT imeni S.Z. Hzhyskoho — Scientific Herald of the LNUVMBT named after S.Z. Gzysky*, 2 (52), 116–123 [in Ukrainian].
- Demianiuk, O.S., Sherstoboieva, O.V., Opryshko, N.O. et al. (2016). Vplyv pohodnykh umov pid chas veheatsii na biolohichnu aktyvnist u rizosferi ta vrozhaist ohirka [The influence of weather conditions during the growing season on biological activity in the rhizosphere and yield of cucumber]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannya — Balanced nature using*, 3, 187–191 [in Ukrainian].
- Demianiuk, O.S., Hlushchenko, L.A. & Symochko, L.Iu. (2022). Rozvytok haluzi ovochivnyctva v umovakh Zakarpattia: perspektyvy ta problemy sohodennia [Development of the vegetable growing industry in Transcarpathia: prospects and current problems]. *Ekolohichna bezpeka ta zbalansovane pryrodokorystuvannya v ahropromyslovomu vyrobnytstvi: materialy Mizhnarodnoi naukovy-praktychnoi konferentsii [Environmental safety and balanced nature-use in agroindustrial production: materials of the International Scientific and Practical Conference]*. (pp. 98–101). Kyiv [in Ukrainian].
- Kulidzhanov, E.V., Holubchenko, V.F., Viliaieva, S.D. & Hrytsai, T.L. (2022). Neobkhdnist u monitoryngu mineralnykh dobryv na vmist zabrudniuuychykh rechovyv [The need to monitor mineral fertilizers for the content of pollutants]. *Ahroekolohichniy zhurnal — Agroecological journal*, 2, 147–151. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2022.263330> [in Ukrainian].
- Patyka, V.P. (Ed.), Makarenko, N.A. & Mokliachuk, L.I. (2005). *Ahroekolohichna otsinka mineralnykh dobryv ta pestytsydiv [Agroecological assessment of mineral fertilizers and pesticides]*. Kyiv: Osnova [in Ukrainian].
- Shevchuk, V.D., Mudrak, H.V. & Franchuk, M.O. (2021). Ekolohichna otsinka intensyvnosti zabrudnennia gruntiv vazhkymy metalamy [Ecological assessment of soil pollution intensity by heavy metals]. *Colloquium-journal — Colloquium-journal*, 10 (97), 40–46. DOI: <https://doi.org/10.24412/2520-6990-2021-1097-40-46> [in Ukrainian].
- Tkachuk, O.P. & Yakovets, L.A. (2016). Osoblyvosti zabrudnennia zernovoi produktsii vazhkymy metalamy v umovakh Vinnytskoi oblasti [Features of contamination of grain-growing products heavy metals in the conditions of Vinnitsa area]. *Siliske hospodarstvo ta lisivnyctvo — Agriculture and forestry*, 4, 179–186 [in Ukrainian].
- Dobryva ta gruntopokrashchuvanni rechovyvny. Vyznachennia vmistu mysh'ia, kadmiu, khromu, svyntsiu ta rtuti (ISO 17318:2015, IDT) [Fertilizers and soil conditioners — Determination of arsenic, cadmium, chromium, lead and mercury contents (ISO 17318:2015, IDT)]. (2019). *DSTU ISO 17318:2017 from 10th January 2017*. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy [in Ukrainian].
- Yakist gruntu. Vyznachennia vmistu rukhomykh spolk tsynku v grunti v buferonii amoniino-atsetatnii vytyazhti z rN 4,8 metodom atomno-absorbtsiinoi spektrofotometrii [Determination of the content of mobile zinc compounds in the soil in a buffered ammonium-acetate extract with pH 4.8 by the method of atomic absorption spectrophotometry]. (2009). *DSTU 4770.2:2007 from 28th April 2017*. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].
- Yakist gruntu. Vyznachennia vmistu rukhomykh spolk kadmiu v grunti v buferonii amoniino-atsetatnii vytyazhti z rN 4,8 metodom atomno-absorbtsiinoi spektrofotometrii [Determination of the content of mobile cadmium compounds in the soil in a buffered ammonium-acetate extract with pH 4.8 by the method of atomic absorption spectrophotometry]. (2009). *DSTU 4770.2:2007 from 28th April 2017*. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].
- Yakist gruntu. Vyznachennia vmistu rukhomykh spolk kobaltu v grunti v buferonii amoniino-atsetatnii vytyazhti z rN 4,8 metodom atomno-absorbtsiinoi spektrofotometrii [Determination of the content of mobile cobalt compounds in the soil in a buffered ammonium-acetate extract with pH 4.8 by the method of atomic absorption spectrophotometry]. (2009). *DSTU 4770.2:2007 from 28th April 2017*. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].
- Yakist gruntu. Vyznachennia vmistu rukhomykh spolk midi v grunti v buferonii amoniino-atsetatnii vytyazhti z rN 4,8 metodom atomno-absorbtsiinoi spektrofotometrii [Determination of the content of mobile copper compounds in the soil in a buffered ammonium-acetate extract with pH 4.8 by the method of atomic absorption spectrophotometry]. (2009).

- DSTU 4770.2:2007 from 28th April 2017*. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].
16. Yakist gruntu. Vyznachennia vmistu rukhomykh spoluk nikeliu v grunti v bufernii amoniino-atsetatnii vytiazhysi z rN 4,8 metodom atomno-absorbtsiinoi spektrofotometrii [Determination of the content of mobile nickel compounds in the soil in a buffered ammonium-acetate extract with pH 4.8 by the method of atomic absorption spectrophotometry]. (2009). *DSTU 4770.2:2007 from 28th April 2017*. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].
 17. Yakist gruntu. Vyznachennia vmistu rukhomykh spoluk svyntsiiu v grunti v bufernii amoniino-atsetatnii vytiazhysi z rN 4,8 metodom atomno-absorbtsiinoi spektrofotometrii [Determination of the content of mobile plumbum compounds in the soil in a buffered ammonium-acetate extract with pH 4.8 by the method of atomic absorption spectrophotometry]. (2009). *DSTU 4770.2:2007 from 28th April 2017*. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].
 18. Soil quality — Determination of trace elements in extracts of soil by inductively coupled plasma — atomic emission spectrometry (ICP — AES). (2009). *ISO 22036:2008* [in English].
 19. Udelnaya (obemnaya) aktivnost gamma-izluchayushchikh radionuklidov v schetnykh obraztsakh obektov tekhnologicheskikh i prirodnnykh sred [Specific (volumetric) activity of gamma-emitting radionuclides in counted samples of objects of technological and environmental objects]. (2011). *MVI 07-119:2011 from 02nd March 2011* [in Russian].
 20. Ahrokhimikaty. Vstanovliuvannia dopustymykh konsentratsii shkidlyvykh rehovyn [Agrochemicals. Establishing permissible concentrations of harmful substances]. (2009). *DSTU 4944:2008 from 01st January 2009*. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy [in Ukrainian].
 21. 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. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2019/1009/oj> [in English].
 22. Normy radiatsiinoi bezpeky Ukrainy. Postanova holovnoho sanitarnoho likaria Ukrainy N 62 vid 01.12.97 [Standards of radiation safety of Ukraine: Decree of the chief sanitary doctor of Ukraine order of 01.12.97] [in Ukrainian].
 23. Derzhavni hihiiienichni pravyla i normy. Rehlament maksimalnykh rivniv okremykh zabrudniuiuchykh rehovyn u kharchovykh produktakh: nakaz vid 22.05.2020 [State hygienic rules and regulations. Regulation of maximum levels of certain pollutants in food products: order of 22.05.2020]. *Ministerstvo okhorony zdorov'ya Ukrainy — Ministry of Health of Ukraine, 1238* [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 31.03.2023

ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЗЕРНА СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ (*TRITICUM L.*) ЗАЛЕЖНО ВІД АГРОТЕХНІЧНИХ І ЕКОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ

О.А. Демидов¹, Р.М. Лось¹, Н.С. Дубовик², О.В. Гуменюк¹,
В.В. Кириленко¹, І.В. Правдзіва¹, В.Я. Сабадин², І.С. Власенко³

¹ Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла НААН

(с. Центральне, Обухівський р-н, Київська обл., Україна)

e-mail: mwheats@ukr.net; ORCID: 0000-0002-5715-2908

e-mail: losruslan05092022@gmail.com; ORCID: 0000-0003-1932-3312

e-mail: natalyadubovyk25@gmail.com; ORCID: 0000-0002-1473-9565

e-mail: alexgyumenyk@ukr.net; ORCID: 0000-0002-1147-088X

e-mail: verakurulenko@ukr.net; ORCID: 0000-0002-8096-4488

e-mail: irinaprawdzyva@gmail.com; ORCID: 0000-0002-0808-1584

² Білоцерківський національний аграрний університет МОН України

(м. Біла Церква, Київська обл., Україна)

e-mail: sabadinv@ukr.net; ORCID: 0000-0002-8397-8973

³ Національна академія аграрних наук України (м. Київ, Україна)

e-mail: InnaV_S@ukr.net; ORCID: 0000-0001-6120-649X

Вирощуючи зернові культури, важливо підвищувати не лише врожай зерна, а й показники його якості, що визначають технологічні, борошномельно-хлібопекарські властивості й товарну цінність зерна. Метою досліджень було виявлення особливостей утворення комплексу показників якості пшениці озимої залежно від агротехнічних і екологічних чинників. Дослідження здійснено у польовому чотирифакторному досліді на полях Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла НААН (МПП) у 2018/19–2020/21 рр. (чинник В), що розташований у центральній частині Лісостепу України — південно-східній частині Київської обл. на вододілі р. Рось і Дніпро. Об'єктом досліджень були чотири нових сорти пшениці м'якої озимої миронівської селекції (МПП Фортуна (G1), МПП Лада (G2), МПП Ювілейна (G3), Аврора миронівська (G4)) та один сорт пшениці твердої озимої МПП Лакомка (G6) — чинник А. Досліди закладали: після двох попередників соняшник, соя — чинник С; сівбу проводили 25 вересня та 5 жовтня з відхиленням 1–3 доби — чинник D. Максимальний діапазон варіювання взаємодії рік × попередник виявлено за показником седиментації (від 0,2% G3 МПП Ювілейна до 20,7% МПП Фортуна), пористістю м'якуша (від 0,3% G2 МПП Фортуна до 35,4% G4 МПП Лакомка); взаємодії рік × строк сівби — за об'ємом хліба (від 0,5% G3 МПП Ювілейна до 20,7% G5 МПП Лада), силою борошна (від 0,7% G4 МПП Лакомка до 36,4% G2 МПП Фортуна); взаємодії попередник × строк сівби — за натурою зерна (від 0,1% G2 МПП Фортуна до 17,8% G5 МПП Лада); взаємодії рік × попередник × строк сівби — за натурою зерна (від 0,3% G3 МПП Ювілейна до 15,5% G5 МПП Лада); невраховані чинники — за показником седиментації (від 6,7% G4 МПП Лакомка та G5 МПП Лада до 34,9% G3 МПП Ювілейна), пористість м'якуша (від 7,5% G4 МПП Лакомка до 56,6% G3 МПП Ювілейна).

Ключові слова: *T. aestivum*, *T. durum*, гідротермічний коефіцієнт, рік вирощування, попередник, строк сівби, борошномельні та хлібопекарські властивості, ANOVA.

ВСТУП

Основним напрямом селекції пшениці озимої (*Triticum L.*) є підвищення врожай-

ності. Кінцевою метою кожного селекціонера є створення сортів різними методами селекції з максимально можливим рівнем продуктивності, проте це завдання пов'язано зі значною складністю у поєднанні продуктивності та показників якості

© О.А. Демидов, Р.М. Лось, Н.С. Дубовик,
О.В. Гуменюк, В.В. Кириленко, І.В. Правдзіва,
В.Я. Сабадин, І.С. Власенко, 2023

зерна [1]. Метою досліджень було виявлення особливостей утворення комплексу показників якості пшениці озимої залежно від агротехнологічних і екологічних чинників.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Не зважаючи на великі успіхи в селекції, актуальним залишається питання створення сортів, які поряд із високою потенційною врожайністю, будуть мати гени, що ефективно захищають від несприятливих абіотичних і біотичних чинників зовнішнього середовища. Велике значення має також підвищена якість зерна. Зернові культури накопичують велику кількість висококалорійних органічних сполук — білків, вуглеводів, жирів, макро- та мікроелементів завдяки своїм унікальним біологічним властивостям. Здатність зерна зберігати впродовж тривалого часу свої поживні властивості, при різних технологічних обробках нагромаджувати добрі смакові якості та створюють унікальну сировину для виробництва високоякісних харчових продуктів і повноцінних кормів. Для харчових галузей потрібно зерно твердих і м'яких пшениць із підвищеним умістом клейковини, у зв'язку з цим зусилля агропромислового комплексу, що займається виробництвом продовольчого зерна, спрямовані на поліпшення його якісних показників. Цього можна досягти за рахунок збільшення виробництва зерна твердих і м'яких пшениць із підвищеним вмістом білка [2].

Основним чинником, що впливає на якість зерна пшениці є генотип. Для вирощування високоякісного зерна культури у певних умовах необхідний правильний вибір сорту як носія унікальних властивостей. В Україні, як і в інших країнах, зазвичай вирощують сорти, районовані у конкретній зоні. Взаємодія генотип–середовище — частка фенотипової варіації, що виникає внаслідок невідповідності генетичних та негенетичних ефектів. Тобто за дослідження генотипів у різних умовах відбувається зміна рангів за рівнем прояву

ознаки у зв'язку з їх реакцією на умови середовища [3].

Ретельно підібрані під місцевість сорти; своєчасне внесення мінеральних добрив та мікроелементів; дотримання сівозміни; строки висіву та своєчасного збору — це основні чинники, які впливають на якість пшениці. Якість *Triticum L.* визначають вміст білка і клейковини, адже ці показники є вирішальними за визначення класу, а відтак і ціни на зерно. Великий вміст масової частки сирої клейковини в зерні характеризує її хлібопекарські властивості, бо клейковина (глютен) — нерозчинна у воді пружна речовина білкової групи. Сила борошна залежить не лише від кількості глютеніну й гліадину, але і від співвідношення їх між собою та позначається на властивостях тіста. Клейковина має багатий склад, в якому присутні амінокислоти, вітаміни А, В, Е, кальцій, фосфор та деякі інші елементи. Якість і її кількість відповідає за властивості хлібобулочних виробів. Показник «натура зерна» характеризує виповненість зерна. Чим вищий її показник тим більш виповнено зерно та вища його харчова цінність, а отже і більші показники вмісту білка та масової частки сирої клейковини. Отримати добрий урожай пшениці — це тільки частина великої праці, наступна ціль правильне збереження зібраного врожаю, щоб споживач міг насолоджуватись якісними та смачними хлібобулочними виробами [4].

В умовах змін клімату в напрямі глобального потепління для одержання стабільно високої врожайності зерна пшениці озимої важливе значення має оптимізація строків сівби, які мають значний вплив на ріст і розвиток рослин, їх виживання, морозо- й зимостійкість, формування продуктивного стеблостою та якості зерна [5]. За спостереженнями попередніх років, надто ранні посіви восени переростали, пошкоджувалися шкідниками і хворобами, сильніше забур'янювалися, у зимовий період рослини випадали, внаслідок чого врожай знижувався на 1,2–1,4 т/га. За пізньої сівби рослини входять у зиму слаборозвиненими та за несприятливих умов зимівлі

чимало їх гине і врожай знижується на 1,0–1,3 т/га. Добрі результати забезпечують такі строки, за яких осіння вегетація рослин триває не менше 45–55 діб, що сприяє утворенню 3–4 синхронно розвинених пагонів, розвитку вторинної кореневої системи і нагромадженню достатньої кількості вуглеводів у вузлах кушення. Відомо, що частка вузлових коренів (вторинної кореневої системи) у формуванні врожаю досягає 50%. Рослини, які входять у зиму з одним стеблом, не мають вузла кушення та відповідної листкової поверхні, слабо використовують поживні речовини та вологу і можуть навіть загинути. Дослідженнями також встановлено, що з огляду на зміни клімату, цей елемент технології вимагає коректив у бік пізньої сівби [5].

Найбільшого значення кліматичні чинники набувають у період формування генеративних органів рослин. Прогнозним для визначення якості зерна може бути температурний чинник – високі температури сприяють поліпшенню якості, однак це тільки в разі нетривалої дії. Найбільше впливає на вміст білка, клейковини та твердозерність зерна сума температур вищих за 30°C ($r = 0,41...0,62$) [6]. Гострим лімітувальним чинником у період весняно-літньої вегетації може бути нестача вологи та посуха в період колосіння–цвітіння, що може призвести до значних втрат урожаю загалом. Достатня кількість вологи передусім позитивно впливає на фізичні показники якості, а саме масу 1000 зерен і натуру зерна. У вологий рік можуть зростати показники числа седиментації, об'єму випеченого хліба. Що стосується вмісту білка, то він підвищується до вмісту 70–80 мм у метровому шарі ґрунту. Несприятливий вплив опадів особливо різко проявляється після дозрівання зерна: погіршуються борошномельні властивості, вміст клейковини, зв'язність тіста, число падання, якісні показники хліба [6]. Умови зволоження, що визначаються гідротермічним коефіцієнтом мають позитивну кореляцію зі вмістом клейковини і білка ($r = 0,60...0,67$), однак дія цього чинника дає позитивні результати лише до періоду

дозрівання. Під час збирання високе значення ГТК може викликати зменшення вмісту клейковини майже на половину, а білка – на 16–17%. Сучасна наука розглядає метеорологічні чинники як невід'ємну частину моделювання процесів регуляції врожайності та якості продукції рослинництва, без урахування яких неможливе раціональне управління агроценозами [6].

Найбільшу частку впливу умов року на масу 1000 зерен, а також натуру зерна отримано в досліджах А. Twizerimana et al. [7]. Однак, за результатами S. Li et al. [8], ці показники більшою мірою залежали від сортових особливостей. С. V. Valdés et al. [9] стверджують, що маса 1000 зерен та натура зерна залежить як від сортових особливостей, так і від умов року. Про слабкий вплив строків сівби на фізичні показники якості зерна наголошує А. Twizerimana et al. [10]. Однак А. S. Bagulho et al. [11] дійшли висновку, що на формування маси 1000 зерен істотно впливають саме строки сівби.

Істотний відсоток впливу взаємодії чинників сорт × рік отримано також у досліджах S. Denčić et al. [12] на вміст клейковини (27,0%) та вміст білка (23,8%). А. S. Bagulho et al. [13] повідомляє про рівнозначну дію на умови року та генотипу на вміст білка та клейковини та максимальний вплив взаємодії цих чинників зі строком сівби – на вміст білка (13,2; 9,3% відповідно). О. Bilgin et al. [14] стверджують, що вміст білка найменше залежить від сортових особливостей. Однак О. Demydov et al. [15] з'ясували, що на формування вмісту білка визначально впливає генотип (15,3%), а вміст клейковини залежить як від генотипу (19,8%) так і від року вирощування (19,7%).

Також, ними виявлено істотний вплив взаємодії чинників рік × попередник (14,8%) та рік × сорт (11,9%) на ці показники. У дослідженнях S. Sasaki et al. [16] з'ясовано, що показник седиментації переважно формується під впливом гідротермічних умов року. L. Van der Laan et al. [17] виявили максимальний вплив взаємодії чинників рік × генотип на рео-

логічні властивості тіста. Вагомий вплив сорту на об'єм хліба та пористість м'якуша отримали у своїх дослідженнях О.В. Бараболя зі співав. [18]. Істотну мали дію генотипу та взаємодію чинників генотип × рік G.J. Finlay et al. [19] відзначали лише на об'єм хліба, а S. Denčić [20] — на об'єм хліба та пористість м'якуша.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження здійснено у польовому чотирифакторному досліді на полях Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла НААН (МІП) у 2018/19–2020/21 рр. (чинник В), що розташований у центральній частині Лісостепу України — південно-східній частині Київської обл. на вододілі р. Рось і Дніпро.

Об'єктом досліджень були чотири нових сортів пшениці м'якої озимої миронівської селекції (МІП Фортуна (G1), МІП Лада (G2), МІП Ювілейна (G3), Аврора миронівська (G4)) та один сорт пшениці твердої озимої МІП Лакомка (G6) — чинник А. Досліди закладали: після двох попередників соняшник, соя — чинник С; сівбу проводили 25 вересня та 5 жовтня з відхиленням 1–3 доби — чинник D.

Грунтовий покрив полів МІП — чорнозем глибокий (38–42 см), малогумусний, слабковилугований. Уміст гумусу у 20 см шарі ґрунту — 3,6–4,5%, легкодоступного (легкогідролізованого) азоту — 0,06 г, фосфору — 0,25 г і обмінного калію — 0,11–0,18 г на 1 кг ґрунту, рН — 5,3–6,4, сума поглинутих основ — 0,23–0,29 г-екв на 1 кг ґрунту, ступінь насичення основами — 86,2–94,44%.

Агротехніка вирощування культури загальноприйнята для зони Лісостепу [21]. Сівбу здійснювали селекційною сівалкою СН-10 Ц на глибину 3–4 см з нормою висіву 5 млн схожих насінин на 1 га. Ділянки розміщували за повною рандомізованою схемою в чотирьох повтореннях, з обліковою площею 10 м². Збирали врожай комбайном «Samro-130».

Показники якості оцінювали з кожного повторення. Масу 1000 зерен (ТКВ)

обліковували, відраховуючи дві проби по 500 зерен, кожна з яких зважували з точністю до 0,1 г (різниця між масою двох навážок не перевищувала 5%). Натуру зерна (ТW), у г/л, визначали за допомогою літрової пурки (різниця між паралельними визначеннями не перевищувала 5 г). Уміст білка в борошні (РС) вимірювали за допомогою спектрометра ближнього інфрачервоного відбиття (спектральний діапазон 1400–2400 нм) на приладі Спектран 119М. Показник седиментації (SE) оцінювали мікрометодом за А.Я. Пумпянським. Кількість сирої клейковини (WGC) визначали відмиванням тіста, утвореного за змішування 25 г борошна з 12 мл 2%-го соляного розчину. Для вимірювання сили борошна (W), пружності тіста (P) використовували прилад Alveograph Chopin. Для визначення показників якості хліба тісто замішували в тістомісилці типу Swanson, модель 100-200 А. Для бродіння та витримання тіста застосовували термостат 505-СС. Хлібці випікали в електричній печі з горизонтальною обертальною подом (t = 230°C). Об'єм хліба (VB) вимірювали на приладі OMX-1. Пористість м'якуша хліба визначали за допомогою приладу Журавльова. Статистичну обробку отриманих даних проводили за методами описової та варіаційної статистики, а також дисперсійного аналізу (ANOVA) з використанням програм Statistica 8.0 і Excel 2013.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Гідротермічні коефіцієнти осіннього та весняно-літнього періоду вегетації за місяцями 2018/19–2020/21 рр. варіювали від 0 (опадів практично не випадало) до 2,3 (надлишковий рівень зволоження) (рис. 1). Значну посуху (ГТК < 0,4) відмічено: у вересні, жовтні, листопаді 2019 р., квітні 2020 р., 2021 р. та липні 2020 р. Сильна посуха (ГТК від 0,4 до 0,5) — у березні 2019 р. та вересні 2020 р. Слабка посуха (ГТК від 0,8 до 0,9) — у жовтні 2018 та 2020 рр., липні 2019 р., червні 2020 р. Достатньо волого (ГТК від 1,0 до 1,5) — у травні та червні 2019 р. Надмірно волого

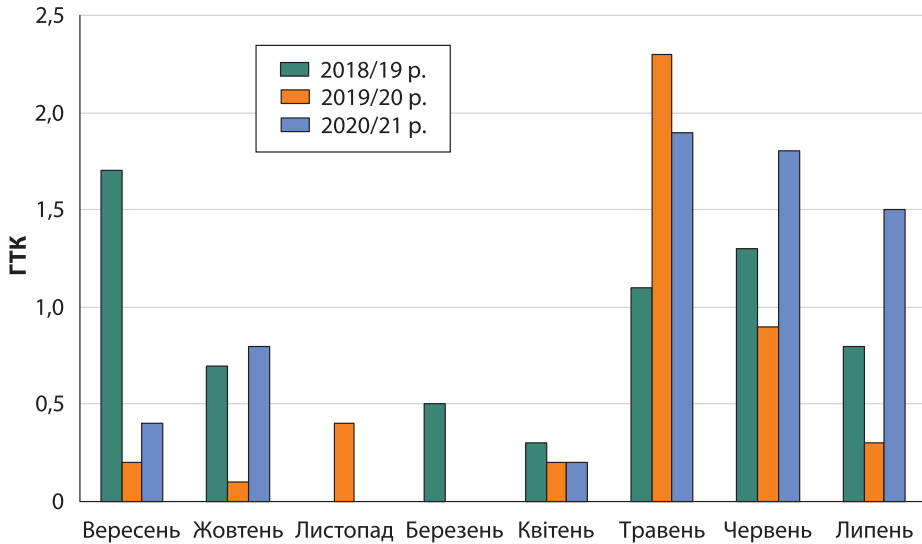


Рис. 1. Динаміка гідротермічного коефіцієнта за період росту та розвитку рослин пшениці озимої (2018/19–2020/21 рр.) (МПП)

(ГТК > 1,5) у вересні 2018 р., травні 2020 та 2021 рр., червні, липні 2021 р.

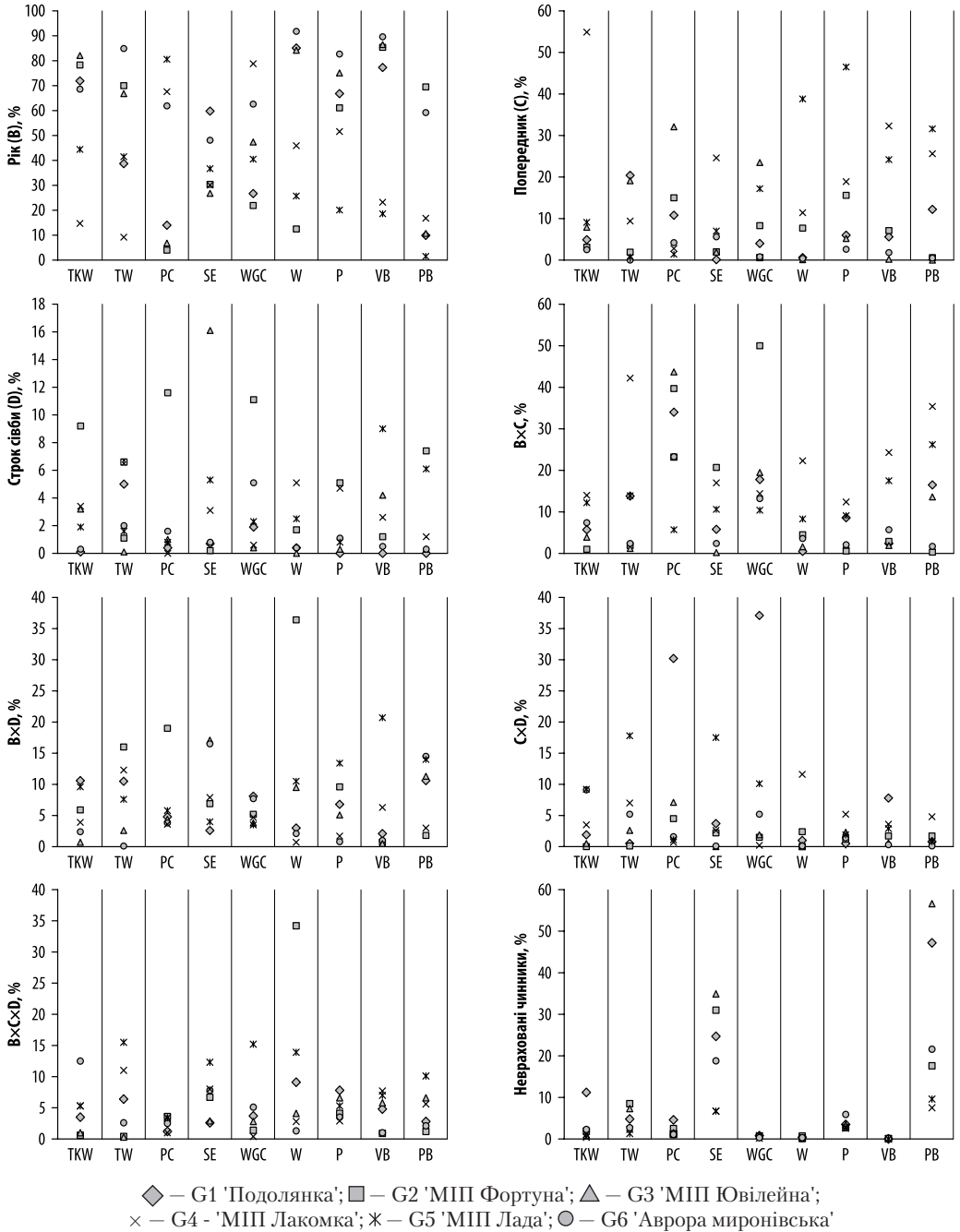
За результатами дисперсійного аналізу отриманих даних встановлено достовір-

ну ($p \leq 0,01$) дію року, сорту, попередника, строку сівби та їх взаємодії на всі досліджувані показники якості зерна (*табл.*). Виявлено вищу частку впливу умов року

Частка впливу (%) чинників на показники якості сортів пшениці озимої в умовах Міровнівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла НААН (2019–2021 рр.)

	TKW	TW	PC	SE	WGC	W	P	VB	PB
Сорт (A)	18,2	32,8	11,0	30,2	17,0	21,6	39,4	43,6	32,5
Рік (B)	24,6	18,7	23,4	8,7	6,1	30,5	6,6	2,8	6,8
Попередник (C)	5,1	1,7	6,3	0,7	2,6	0,0	1,3	0,4	0,1
Строк (D)	0,8	0,1	0,7	0,0	1,3	0,0	0,2	0,1	0,1
A × B	13,8	12,4	21,8	17,4	40,3	15,5	28,8	24,9	11,8
A × C	15,4	2,4	1,0	6,9	2,0	8,8	8,8	9,6	11,2
A × D	1,6	1,9	0,8	2,9	1,6	1,6	1,1	1,9	2,1
B × C	1,8	1,4	18,5	0,6	12,7	2,5	0,3	0,2	0,4
B × D	0,7	2,0	0,5	0,6	0,3	0,3	0,3	0,1	0,2
C × D	0,0	0,0	0,5	0,6	0,5	0,3	0,0	0,0	0,1
A × B × C	6,0	9,4	3,1	7,0	3,5	4,2	3,0	7,2	12,8
A × B × D	3,5	3,4	4,6	4,9	4,4	5,5	3,8	4,3	5,4
B × C × D	0,0	0,3	0,0	0,0	0,1	0,0	0,2	0,2	0,4
A × C × D	3,2	5,8	4,1	3,8	4,4	2,4	1,3	1,9	1,3
A × B × C × D	4,4	5,6	2,1	5,5	2,8	6,5	2,8	2,8	3,3
Невраховані чинники	0,8	2,2	1,5	10,2	0,4	0,2	2,0	0,0	11,6

Примітка: TKW – маса 1000 зерен, TW – натура зерна, PC – уміст білка, SE – показник седиментації, WGC – уміст клейковини, W – сила борошна, P – пружність тіста, VB – об'єм хліба, PB – пористість м'якуша.



Примітка: TKW – маса 1000 зерен, TW – натура зерна, PC – уміст білка, SE – показник седиментації, WGC – уміст клейковини, W – сила борошна, P – пружність тіста, VB – об'єм хліба, PB – пористість м'якуша.

Рис. 2. Частка впливу (%) чинників на показники якості сортів пшениці озимої (2019–2021 рр.) в умовах Миронівського інституту пшениці імені В.М. Ремесла НААН

вирощування, порівняно з іншими чинниками, на масу 1000 зерен (24,6%), вміст білка (23,4) та силу борошна (30,5%); сорту – на натуру зерна (32,8%), показник седиментації (30,2), пружність тіста (39,4), об'єм хліба (43,6) й пористість м'якуша (32,5%). Найменше умови року впливали на об'єм хліба (2,8%), а сорт – на вміст білка (11,0%).

Встановлено визначальний вплив взаємодії чинників сорт × рік (40,3%) на формування сирової клейковини. Це свідчить про те, що досліджувані сорти пшениці озимої за цим показником по-різному реагували на гідротермічні умови років вирощування. Також виявлено істотну взаємодію чинників сорт × рік (11,8–28,8%) на інші досліджувані показники якості зерна. Отримано значні (>10,0%) частки впливу взаємодії чинників: сорт × попередник на масу 1000 зерен (15,4%), пористість м'якуша (11,2%); рік × попередник на вміст білка та клейковини; сорт × рік × попередник на пористість м'якуша (12,8%). Слід відмітити істотний вплив неврахованих чинників на показник седиментації (10,2%) на пористість м'якуша (11,6%). Найвищу частку впливу попередника виявлено на формуванні вмісту білка (6,3%) та маси 1000 зерен (5,1%). Строк сівби максимально (1,3%) впливав на вміст клейковини. Взаємодія чинників рік × попередник × строк сівби, а також сорту, року та попередника зі строком сівби була незначною (0,0–2,1%) на всі досліджувані показники якості, отже ці чинники впливали на показники якості зерна, борошна, тіста та хліба практично незалежно один від одного.

Отже, спостерігали як подібні закономірності прояву впливу різних чинників на формування показників якості, так і деяку розбіжність результатів отриманих нами та іншими науковцями. Це можна пояснити тим, що досліджували різні генотипи *Triticum L.* за неоднакових умов вирощування.

На рис. 2 наведено частку впливу року, попередника, строку сівби та їхньої взаємодії на показники якості досліджуваних

генотипів. Виявлено різне співвідношення впливу цих чинників для різних сортів.

Зокрема частка впливу умов року найбільше варіювала за показником пористості м'якуша (від 1,5% у сорту G5 МІП Лада до 69,5% G2 МІП Фортуна), а також вмістом білка (від 4,0% G2 МІП Фортуна до 80,6% G5 МІП Лада). Максимальну варіацію часток впливу попередника встановлено для маси 1000 зерен (від 2,5% G6 Аврора миронівська до 54,9% G4 МІП Лакомка) та пористості м'якуша (від 0,0% G3 МІП Ювілейна до 31,6 % G5 МІП Лада); строку сівби – показника седиментації (від 0,2% G2 МІП Фортуна до 16,1% G3 МІП Ювілейна), вмісту білка (від 0,0% G4 МІП Лакомка до 11,6% G2 МІП Фортуна) та вмісту клейковини (від 0,4% G3 МІП Ювілейна до 11,1% G2 МІП Фортуна).

ВИСНОВКИ

Максимальний діапазон варіювання взаємодії гідротермічні умови року – попередник виявлено за показником седиментації (від 0,2% G3 МІП Ювілейна до 20,7% G2 МІП Фортуна), пористістю м'якуша (від 0,3% G2 МІП Фортуна до 35,4% G4 МІП Лакомка), силою борошна (від 0,5% G1 Подолянка до 22,3% G4 МІП Лакомка); взаємодії гідротермічні умови року – строк сівби – за об'ємом хліба (від 0,5% G3 МІП Ювілейна до 20,7% G5 МІП Лада), силою борошна (від 0,7% G4 МІП Лакомка до 36,4% G2 МІП Фортуна); взаємодії попередник – строк сівби – за натурою зерна (від 0,1% G2 МІП Фортуна до 17,8% G5 МІП Лада), показником седиментації (від 0,0% G3 МІП Ювілейна до 17,5% G5 МІП Лада); взаємодії гідротермічні умови року – попередник – строк сівби – за натурою зерна (від 0,3% G3 МІП Ювілейна до 15,5% G5 МІП Лада), силою борошна (від 1,3% G6 Аврора миронівська до 34,2% G2 МІП Фортуна); невраховані чинники – за показником седиментації (від 6,7% G4 МІП Лакомка та G5 МІП Лада до 34,9% G3 МІП Ювілейна), пористість м'якуша (від 7,5% G4 МІП Лакомка до 56,6% G3 МІП Ювілейна).

ЛІТЕРАТУРА

1. Демидов О.А., Кириленко В.В., Гуменюк О.В. та ін. Метод гібридизації у селекції *Triticum aestivum* L. в умовах Центрального Лісостепу України: моногр. Київ: Компринт, 2022. 267 с.
2. Кирильчук А.М., Ковальчук С.О. Селекція на кількісні та якісні показники пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.). Розширення генетичного різноманіття культурної пшениці. *Агроекологічний журнал*. 2021. № 2. С. 140–148. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2021.234474>.
3. Гудзенко В.М., Поліщук Т.П., Дем'янюк О.С. та ін. Стабільність урожайності колекційних зразків ячменю ярого (*Hordeum vulgare* L.) в умовах центральної частини Лісостепу України. *Агро-екологічний журнал*. 2021. № 1. С. 140–149. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2021.227252>.
4. Шувар А.М., Беген Л.Л., Тимків М.Ю., Войтович Р.М. Формування врожаю і якості зерна пшениці озимої залежно від строків сівби та рівня живлення. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2018. Вип. 63. С. 161–173.
5. Мареніч Н.М., Міщенко О.В. Оцінка впливу гідротермічних умов вирощування на якість зерна пшениці озимої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2010. № 3. С. 24–25.
6. Умрихин Н.Л., Гайденко О.М., Коршунова Ю.В., Мостіпан Т.В. Показники якості зерна пшениці. *Агробізнес*. 2021. URL: <http://agro-business.com.ua/ahramni-kulturny/item/21615-pokaznyku-iaakosti-zerna-pshenytsi.html>.
7. Twizerimana A., Niyigaba E., Mugenzi I. et al. The combined effect of different sowing methods and seed rates on the quality features and yield of winter wheat. *Agriculture*. 2020. Vol. 10. Iss. 5. P. 153–173. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture10050153>.
8. Li S., Wang L., Meng Y. et al. Dissection of genetic basis underpinning kernel weight-related traits in common wheat. *Plants* (Basel). 2021. Vol. 10. Iss. 4. P. 713–727. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants10040713>.
9. Valdés C.V., Estrada-Campuzano G., Rueda C.G. et al. Grain and flour wheat quality modified by genotype, availability of nitrogen, and growing season. *International Journal of Agronomy*. 2020. P. 1–9. DOI: <https://doi.org/10.1155/2020/1974083>.
10. Twizerimana A., Niyigaba E., Mugenzi I. et al. The combined effect of different sowing methods and seed rates on the quality features and yield of winter wheat. *Agriculture*. 2020. Vol. 10. Iss. 5. P. 153–173. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture10050153>.
11. Bagulho A.S., Costa R., Almeida A.S. et al. Influence of year and sowing date on bread wheat quality under Mediterranean conditions. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 2015. Vol. 27. Iss. 2. P. 186–199. DOI: <https://doi.org/10.9755/ejfa.v27i2.19279>.
12. Denčić S., Mladeno N. and Kobiljski B. Effects of genotype and environment on breadmaking quality in wheat. *International Journal of Plant Production*. 2011. Vol. 5. Iss. 1. P. 71–82. DOI: <https://doi.org/10.22069/IJPP.2012.721>.
13. Bagulho A.S., Costa R., Almeida A.S. et al. Influence of year and sowing date on bread wheat quality under Mediterranean conditions. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 2015. Vol. 27. Iss. 2. P. 186–199. DOI: <https://doi.org/10.9755/ejfa.v27i2.19279>.
14. Bilgin O., Guzmán C., Başer I. et al. Evaluation of grain yield and quality traits of bread wheat genotypes cultivated in Northwest Turkey. *Crop Science*. 2016. Vol. 56. Iss. 1. P. 73–84. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci2015.03.0148>.
15. Demydov O., Hudzenko V., Pravdziva I. et al. Manifestation and variability level of yield and grain quality indicators in winter bread wheat depending on natural and anthropogenic factors. *Romanian Agricultural Research*. 2022. No. 39. P. 175–185. URL: <https://www.inceda-fundulea.ro/rar/nr39fol/rar39.36.pdf>.
16. Sasani S., Amiri R., Sharifi H.R. and Lotfi A. Impact of sowing date on bread wheat kernel quantitative and qualitative traits under Middle East climate conditions. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2020. Vol. 107. Iss. 3. P. 279–286. DOI: <https://doi.org/10.13080/z-a.2020.107.036>.
17. Van der Laan L., Goad C.L., Tilley M. et al. Genetic responses in milling, flour quality, and wheat sensitivity traits to grain yield improvement in U.S. hard winter wheat. *Journal of Cereal Science*. 2020. Vol. 93. P. 1–8. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2020.102986>.
18. Бараболя О.В., Татарко Ю.В., Антоновський О.В. Вплив сортових особливостей зерна пшениці озимої на якість хлібопекарських властивостей. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2020. № 4. С. 21–27. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.04.02>.
19. Finlay G.J., Bullock P.R., Sapirstein H.D. et al. Genotypic and environmental variation in grain, flour, dough and bread-making characteristics of western Canadian spring wheat. *Canadian Journal of Plant Science*. 2007. Vol. 87. Iss. 4. P. 679–690. DOI: <https://doi.org/10.4141/P06-150>.
20. Denčić S., Mladeno N. and Kobiljski B. Effects of genotype and environment on breadmaking quality in wheat. *International Journal of Plant Production*. 2011. Vol. 5. Iss. 1. P. 71–82. DOI: <https://doi.org/10.22069/IJPP.2012.721>.
21. Технологія виробництва насіння пшениці озимої / за ред. А.А. Сіроштана, В.П. Кавунця. Київ: Компринт, 2016. 92 с.

REFERENCES

1. Demydov, O.A., Kyrylenko, V.V., Humeniuk, O.V. et al. (2022). *Metod hibrydyzatsii u selektsii Triticum aestivum L. v umovakh tsentralnoho Lisostepu Ukrainy: monohrafiya* [The method of hybridization in the selection of *Triticum aestivum* L. in the conditions of the central forest-steppe of Ukraine: monograph]. Kyiv: Komprint [in Ukrainian].
2. Kyrylchuk, A.M. & Kovalchuk, S.O. (2021). *Selektsiia*

- na kilkisni ta yakisni pokaznyky pshenytsi ozymoї (*Triticum aestivum L.*). Rozshyrennia henetychno-ho riznomanittia kulturnoi pshenytsi [Breeding for quantitative and qualitative indicators of winter wheat (*Triticum aestivum L.*). Expanding the genetic diversity of cultivated wheat]. *Ahroekolohichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 2, 140–148. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2021.234474> [in Ukrainian].
3. Gudzenko, V.M., Polishchuk, T.P., Demyanyuk, O.S. et al. (2021). Stabilnist urozhainosti kolektiiniykh zrazkiv yachmeniu yarohto (*Hordeum vulgare L.*) v umovakh tsentralnoi chastyny Lisostepu Ukrainy [Stability of productivity of collection samples of spring barley (*Hordeum vulgare L.*) in the conditions of the central part of the Forest Steppe of Ukraine]. *Ahroekolohichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 1, 140–149. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2021.227252> [in Ukrainian].
 4. Shuvar, A.M., Begen, L.L., Tymkiv, M.Yu. & Voytovych, R.M. (2018). Formuvannya vrozhaiv i yakosti zerna pshenytsi ozymoї zalezho vid strokiv sivby ta rivnia zhyvlennia [Yield formation and grain quality of winter wheat depending on sowing dates and nutrition level]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarnyntstvo — Foothill and mountain agriculture and animal husbandry*, 63, 161–173 [in Ukrainian].
 5. Marenich, M.M. & Mishchenko, O.V. (2010). Otsinka vplyvu hidrottermichnykh umov vyroshchuvannya na yakist zerna pshenytsi ozymoї [Evaluation of the influence of hydrothermal growing conditions on the quality of winter wheat grain]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii — Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 3, 24–25 [in Ukrainian].
 6. Umrykhin, N.L., Haydenko, O.M., Korshunova, Yu.V. & Mostipan, T.V. (2021). Pokaznyky yakosti zerna pshenytsi [Wheat grain quality indicators]. *Ahrobiznes — Agrobusiness*. URL: <http://agro-business.com.ua/ahrnari-kultury/item/21615-pokaznyky-iyakosti-zerna-pshenytsi.html> [in Ukrainian].
 7. Twizerimana, A., Niyigaba, E., Mugenzi, I. et al. (2020). The combined effect of different sowing methods and seed rates on the quality features and yield of winter wheat. *Agriculture*, 10, 5, 153–173. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture10050153> [in English].
 8. Li, S., Wang, L., Meng, Y. et al. (2021). Dissection of genetic basis underpinning kernel weight-related traits in common wheat. *Plants (Basel)*, 10, 4, 713–727. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants10040713> [in English].
 9. Valdés, C.V., Estrada-Campuzano, G., Rueda, C.G. et al. (2020). Grain and flour wheat quality modified by genotype, availability of nitrogen, and growing season. *International Journal of Agronomy*, 1–9. DOI: <https://doi.org/10.1155/2020/1974083> [in English].
 10. Twizerimana, A., Niyigaba, E., Mugenzi, I. et al. (2020). The combined effect of different sowing methods and seed rates on the quality features and yield of winter wheat. *Agriculture*, 10, 5, 153–173. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture10050153> [in English].
 11. Bagulho, A.S., Costa, R., Almeida, A.S. et al. (2015). Influence of year and sowing date on bread wheat quality under Mediterranean conditions. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 27, 2, 186–199. DOI: <https://doi.org/10.9755/ejfa.v27i2.19279> [in English].
 12. Denčić, S., Mladeno, N. & Kobiljski, B. (2011). Effects of genotype and environment on breadmaking quality in wheat. *International Journal of Plant Production*, 5, 1, 71–82. DOI: <https://doi.org/10.22069/IJPP.2012.721> [in English].
 13. Bagulho, A.S., Costa, R., Almeida, A.S. et al. (2015). Influence of year and sowing date on bread wheat quality under Mediterranean conditions. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 27, 2, 186–199. DOI: <https://doi.org/10.9755/ejfa.v27i2.19279> [in English].
 14. Bilgin, O., Guzmán, C., Başer, I. et al. (2016). Evaluation of grain yield and quality traits of bread wheat genotypes cultivated in Northwest Turkey. *Crop Science*, 56, 1, 73–84. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci2015.03.0148> [in English].
 15. Demydov, O., Hudzenko, V., Pravdziva, I. et al. (2022). Manifestation and variability level of yield and grain quality indicators in winter bread wheat depending on natural and anthropogenic factors. *Romanian Agricultural Research*, 39, 175–185. URL: www.inceda-fundulea.ro/rar/nr39fol/rar39.36.pdf [in English].
 16. Sasani, S., Amiri, R., Sharifi, H.R. & Lotfi, A. (2020). Impact of sowing date on bread wheat kernel quantitative and qualitative traits under Middle East climate conditions. *Zemdirbyste-Agriculture*, 107, 3, 279–286. DOI: <https://doi.org/10.13080/z-a.2020.107.036> [in English].
 17. Van der Laan, L., Goad, C.L., Tilley, M. et al. (2020). Genetic responses in milling, flour quality, and wheat sensitivity traits to grain yield improvement in U.S. hard winter wheat. *Journal of Cereal Science*, 93, 1–8. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2020.102986> [in English].
 18. Barabolya, O.V., Tatarko, Yu.V. & Antonovskiy, O.V. (2020). Vplyv sortovykh osoblyvostei zerna pshenytsi ozymoї na yakist khlibopekarskykh vlastyvostei [Influence of varietal characteristics of winter wheat grain on the quality of baking properties]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii — Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 4, 21–27. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.04.02> [in Ukrainian].
 19. Finlay, G.J., Bullock, P.R., Sapiststein, H.D. et al. (2007). Genotypic and environmental variation in grain, flour, dough and bread-making characteristics of western Canadian spring wheat. *Canadian Journal of Plant Science*, 87, 4, 679–690. DOI: <https://doi.org/10.4141/P06-150> [in English].
 20. Denčić, S., Mladeno, N. & Kobiljski, B. (2011). Effects of genotype and environment on breadmaking quality in wheat. *International Journal of Plant Production*, 5, 1, 71–82. DOI: <https://doi.org/10.22069/IJPP.2012.721> [in English].
 21. Siroshtan, A.A. & Kavunets, V.P. (Eds.). (2016). *Tekhnolohiia vyrobnystva nasinnia pshenytsi ozymoї [Technology of production of winter wheat seeds]*. Kyiv: Kompynt [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 8.04.2023

ЕФЕКТИВНІСТЬ РІЗНИХ СИСТЕМ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ, УДОБРЕННЯ В КОРОТКОРОТАЦІЙНІЙ СІВОЗМІНІ ТА ВПЛИВ НА ФІТОСАНІТАРНИЙ СТАН АГРОЦЕНОЗІВ

І.Д. Примак¹, М.В. Войтовик¹, С.В. Горновська¹,
І.А. Покотило¹, Ю.В. Федорук¹, Н.М. Присяжнюк¹,
О.М. Нагорнюк², О.Б. Панченко¹, С.В. Ображій¹

¹ Білоцерківський національний аграрний університет (м. Біла Церква, Україна)

e-mail: ivan.prymak@btsau.edu.ua; ORCID: 0000-0002-0094-3469

e-mail: zemlerobstvo_@ukr.net; ORCID: 0009-0008-8420-3222

e-mail: gornovskayasvetlana@ukr.net; ORCID: 0000-0001-8244-3523

e-mail: pokotyloi@ukr.net; ORCID: 0000-0003-1594-2335

e-mail: fedoruku_4@ukr.net; ORCID: 0000-0003-3921-7955

e-mail: natasha.prisjazhnyuk@ukr.net; ORCID: 0000-0002-4737-0143

e-mail: zemlerobstvo_@ukr.net; ORCID: 0009-0002-3736-0336

e-mail: obragiySV_@ukr.net; ORCID: 0000-0002-3532-6655

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

e-mail: opagornuk@ukr.net; ORCID: 0000-0002-6694-9142

Головним стримувальним чинником широкого впровадження у вітчизняну рільничу практику мінімізації механічного обробітку ґрунту була і залишається проблема погіршення фітосанітарного стану агрофітоценозів і ґрунтового середовища. Інтенсивне використання пестицидів, особливо за порушення регламентів їх застосування, не вирішує проблеми, а часто і навпаки — загострює її. Наша країна за забрудненістю рослинницької продукції залишками пестицидів посідає шосте-сьоме місце в світі. Рільнича практика переконує, що всі пестициди токсичні для людини, а багатьом із них властива і мутагенна активність. Вони завдають великої шкоди і живій природі, пригнічуючи біологічну активність ґрунтів, знищуючи комах-запилювачів тощо. З огляду на це, значення механічного обробітку у регулюванні фітосанітарного стану агрофітоценозів і ґрунту підвищуватиметься, особливо в екологічному та органічному рільництві. Дослідженнями (2020–2022 рр.) на чорноземах типових дослідного поля БНАУ встановлено, що безпліцево-дисковий обробіток має перевагу лише щодо істотного обмеження темно-бурої плямистості на пшениці озимій за сівби після гречки. За решти випадків він істотно поступає контролю. Показники фітосанітарного стану агрофітоценозів істотно погіршуються за постійного дискування ґрунту. Рясність бур'янів неістотно нижча за диференційованого, ніж пліцево-дискового, обробітку. Системи удобрення не впливали на забур'яненість, проте погіршували інші показники фітосанітарного стану. За диференційованого обробітку істотно зменшуються заселеність личинкою озимої совки та поширеність гельмінтоспориозної кореневої гнилі, борошнистої роси і септоріозу пшениці озимої після гречки, а також чисельність лучного метелика і дротяників в агрофітоценозі кукурудзи. Продуктивність сівозміни практично на одному рівні за пліцево-дискового і диференційованого обробітків. За чизельно-дискового і дискового обробітків вона істотно знижується. Рекомендовано у п'ятилітній польовій зернопросапній сівозміні диференційований обробіток, за якого глибину (на 25–27 см) оранку виконують лише в одному полі під просапну культуру, де вносять зній, а на решті полів — безпліцевий і дисковий обробіток на різну глибину з урахуванням біологічних особливостей сільськогосподарських культур.

Ключові слова: бур'яни, шкідники, збудники хвороб, продуктивність, попередник, оранка.

ВСТУП

Інтенсивне використання пестицидів, особливо за порушення регламентів їх застосування, не вирішує проблеми, а часто і навпаки — загострює її. Україна за забрудненістю рослинницької продукції залишками пестицидів посідає шосте-сьоме місце в світі. Рільнича практика переконує, що всі пестициди токсичні для людини, а багатьом з них властива і мутагенна активність. Вони завдають великої шкоди і живій природі, пригнічуючи біологічну активність ґрунтів, знищуючи комах-запилювачів тощо. З огляду на це значення механічного обробітку у регулюванні фітосанітарного стану агробіоценозів і ґрунту підвищується, особливо в екологічному та органічному рільництві [1; 2].

Мета дослідження — встановити зміни фітосанітарного стану агробіоценозів польової спеціалізованої зернової п'ятипільної сівозміни та її продуктивності за різних систем основного обробітку чорнозему типового малогумусного середньосуглинкового у Правобережному Лісостепу України.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Погіршення фітосанітарного стану агробіоценозів буряків цукрових та істотне зниження врожайності коренеплодів за зменшення глибини зяблевої оранки від 25–27 до 15–17 і 10–12 см зафіксовані на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України [3]. Зростання забур'яненості агробіоценозів кукурудзи на цій ґрунтовій відміні спостерігалось за зменшення глибини зяблевого обробітку як плугом, так і плоскорізом від 25–27 до 10–12 см, що дало підставу науковцям рекомендувати хімічне прополювання за мінімізації основного обробітку під цю культуру [4]. Вони зазначають, що забур'яненість насінням верхньої частини (0–10 см) орного шару (0–30 см) чорнозему опідзоленого вища за глибокого обробітку під ярі культури плоскорізом, ніж плугом, а за мілкого цей показник не зазнає істотних змін. Встановлено закономірне зростання забур'яненості

агробіоценозів кукурудзи, буряків цукрових, ячменю ярого, ріпаку озимого і льону олійного за зменшення глибини плоскорізного обробітку. Вчені переконані, що тільки забур'яненість агробіоценозів може стати перепоною мінімізації основного обробітку чорнозему опідзоленого шляхом заміни оранки безполицевим обробітком або зменшення глибини його проведення [5].

У п'ятирічному досліді Інституту захисту рослин НААН (Примак І.Д., Панченко О.Б., Войтовик М.В., Гадзало Я.М., Камінський В.Ф., Заришняк А.С. та ін.) з фарбованим насінням шести видів бур'янів частка якого в шарах ґрунту 0–8,9–16 і 17–24 см становила відповідно 15,5; 36,2 і 48,3% за культурної оранки, а також 64,0; 25,2 і 10,8% за плоскорізного обробітку на глибину 23–25 см. Механічні пошкодження кореневої системи багаторічних видів бур'янів плугом у 7–10 разів інтенсивніші, а відповідно і відсоток виживання їх нижчий, ніж за обробітку ґрунту плоскорізом. Оскільки підземні органи багаторічних бур'янів знаходяться в ґрунті глибше 8 см, то поверхневий обробіток, як констатують провідні гербологи України, лише сприяє їх вегетативному розмноженню, а отже і поширенню. На їхню думку, такий обробіток забезпечує «надійне зберігання» у ґрунті насіння малорічних видів бур'янів, стимулюючи процеси його проростання [6].

На глибоких малогумусних чорноземах Веселоподільської дослідно-селекційної станції у довготривалих стаціонарних десяти- і одинадцятипільних сівозмінах у перші роки проведення досліджень і впродовж четвертого ротаційного періоду забур'яненість агробіоценозів завжди вища за поверхневого, мілкого і плоскорізного обробітків, ніж за систематичної або періодичної оранки. За безполицевого обробітку підвищувалася враженість рослин буряків цукрових коренідом, а пшениці озимі — кореневими гнилями, зростала в агробіоценозі бурякового поля кількість дротяників, звичайного і сірого довгоносиків та хижих жужелиць [7].

У багатofакторному стаціонарному досліді Білоцерківської дослідно-селекційної

станції впродовж 1974–1996 рр. найбільш ефективною у десятипільних польових сівоzmінах виявилася комбінована система основного обробітку чорнозему типового, за якої під буряки цукрові здійснювалася оранка, а під кормові й зернові культури — безполицевий і мілкий обробіток. За впливом на розвиток шкідників і бур'янів та поширення хвороб такий обробіток мало чим поступався різноглибинній оранці, проте більш екологічний і ґрунтозахисний. Систематичний безполицевий і мілкий обробітки недоцільні, оскільки навіть за внесення достатньої кількості добрив та засобів захисту культурних рослин вони призводять до зниження продуктивності сівоzmін і особливо буряків цукрових [8].

Безполицевий і диференційований основний обробітки чорнозему типового глибокого малогумусного, порівняно з оранкою, призводили до зростання кількості бур'янів на 20–21%, а їх маси на 22–30%. Рекомендовано запровадження диференційованої системи у сівоzmінах Лівобережного Лісостепу та Північного Степу, що передбачає глибоку оранку один раз у 3–4 роки (під чорний пар, буряк цукровий і кукурудзу), безполицевий обробіток під ярі зернові, зернобобові та соняшник, поверхневий — під озимі після кукурудзи на силос, ранніх зайнятих парів і гороху та пряму сівбу в необроблений ґрунт спеціальними сівалками [9].

На чорноземі звичайному середньогумусному важкосуглинковому Кіровоградського інституту агропромислового виробництва забур'яненість агробіоценозів рільничих культур вища в 1,5–2,0 рази за плоскорізного, дискового і фрезерного обробітків, ніж за різноглибинної оранки. У перший рік застосування прямої сівби цей показник на рівні оранки, а на третій досягає рівня забур'яненості за мілкого обробітку. У сівоzmіні рекомендований полицево-безполицевий обробіток ґрунту, за якого оранка під просапні культури поєднується з прямою сівбою рільничих рослин звичайного рядкового способу сівби [10].

Десятирічні (2004–2013 рр.) дослідження Луганського національного університе-

ту ім. Тараса Шевченка дали підставу констатувати унеможливлення регулювання рясності бур'янового компонента агробіоценозів на рівні щорічної оранки за умови проведення плоскорізного обробітку ґрунту на глибину 22–24 см. У сівоzmіні для Лівобережного Степу України рекомендовано різноглибинний основний обробіток ґрунту, за якого під просапні культури проводять оранку на 22–24 см, а під зернові і бобові — дискування на 10–12 см [11].

У довготривалому стаціонарному польовому досліді Інституту сільського господарства степової зони НААН забур'яненість ранніх зернових і просапних культур та парів у короткоротаційних сівоzmінах в 1,4–1,8 рази вища за мілкого безполицевого (мульчувального), ніж полицевого, обробітку чорнозему звичайного важкосуглинкового. Ураженість пшениці озимої кореневими гнилями в 1,1–1,25 рази нижча за полицевого обробітку. Останній забезпечував найбільш повне знищення збудників хвороб і шкідників кукурудзи. Рекомендовано на рівних площах орних земель різноглибинний диференційований за способами основний обробіток [12].

Плоскорізний і дисковий обробітки чорнозему звичайного малогумусного середньосуглинкового під кукурудзу і соняшник за протибур'яною ефективністю поступалися глибокій (на 25–27 см) зяблевій оранці, яку і рекомендовано під ці культури на ерозійно незагрозливих полях [13].

А у дослідіх Прикарпатського національного університету ім. Василя Стефаника найменшу забур'яненість пшениці ярої забезпечив мілкий обробіток ґрунту, порівняно з оранкою на 20–22 см [14].

Найповніші можливості рослинної мульчі контролювати рівень присутності бур'янового компонента в агрофітоценозах проявляються за системи рільництва *no-till* або нульового обробітку, коли шар подрібненої соломи перевищує відповідно 10 і 5 см [6]. А в дослідіх польської компанії MZURI істотне зниження забур'яненості агрофітоценозів зафіксовано за системи *strip-till*, ніж полицевого і безполицевого

обробітків [15]. Для переходу від нульового обробітку до системи *no-till* потрібно до чотирьох років, оскільки вона бере свій початок за умови створення шару рослинних решток у 3-4 см і стовідсоткового вкриття ними поверхні ґрунту [16].

Науковці переконані у необхідності більш інтенсивного захисту агрофітоценозів рільничих культур від шкодочинних організмів за систем землеробства *no-till* і *strip-till*. За системи землеробства *no-till* кількість шкідників і хвороб, особливо у перехідний період (тривалість якого від трьох до п'яти років), зростає у 3–4, а забур'яненість — у 4–5 разів [17]. У дослідженнях багатьох вітчизняних науковців перевага щодо обмеження хвороб і шкідників польових агроландшафтів спостерігалася за оранки. За зменшення глибини плоскорізного розпушування ґрунту від 20–22 до 10–12 см поширеність септоріозу на листках пшениці зростала [18]. Погіршення фітосанітарного стану ґрунту і агрофітоценозів переважна більшість дослідників пов'язує з локалізацією рослинних решток за поверхневого, нульового і безполицевого обробітків на поверхні або поверхневому шарі ґрунту. Трапляються і протилежні результати досліджень, згід-

но з якими ураження агробіоценозів сої, пшениці ярої, ячменю ярого, ріпаку ярого і маку олійного шкідниками і збудниками хвороб у п'ятипільній сівозміні нижча за безполицевого обробітку, ніж за оранки. До того ж, встановлено поліпшення фітосанітарного стану зі збільшенням глибини їх проведення [6; 17; 19; 20].

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Упродовж 2020–2022 рр. у стаціонарній короткоротаційній сівозміні, повністю розгорнутій у просторі і часі, на дослідному полі БНАУ вивчали чотири системи основного обробітку чорнозему типового (табл. 1) і чотири системи (рівні) удобрення агрофітоценозів: нульова система не передбачала внесення добрив, перша — 6 т/га гною + $N_{64}P_{54}K_{58}$, друга — 6 т/га гною + $N_{98}P_{66}K_{92}$, третя — 6 т/га гною + $N_{126}P_{82}K_{116}$. Гній на удобрених варіантах вносили лише під кукурудзу в нормі 30 т/га.

Повторність у досліді триразова, розміщення варіантів послідовне і систематизоване; ділянки варіантів обробітку розташовані на площі в один ярус, а удобрення — в чотири яруси. Площа елементарних ді-

Таблиця 1. Системи основного обробітку ґрунту в сівозміні

№ поля	Культура сівозміни	Варіанти основного обробітку ґрунту			
		I полицево- дисківий (контроль)	II чизельно- дисківий (безполицевий)	III полицево- чизельно- дисківий (диференційований)	IV дисківий (мілкий)
		глибина (см) і засоби проведення основного обробітку ґрунту			
1	Горох	18–20 (п.)	18–20 (г.)	18–20 (г.)	10–12 (д.б.)
	Пшениця озима	8–10 (д.б.)	8–10 (д.б.)	8–10 (д.б.)	8–10 (д.б.)
2	Гірчиця біла на сидерат	10–12 (д.б.)	10–12 (д.б.)	10–12 (д.б.)	10–12 (д.б.)
3	Кукурудза	25–27 (п.)	25–27 (г.)	25–27 (г.)	10–12 (д.б.)
4	Гречка	10–12 (д.б.)	10–12 (д.б.)	10–12 (д.б.)	10–12 (д.б.)
5	Пшениця озима	6–8 (д.б.)	6–8 (д.б.)	6–8 (д.б.)	6–8 (д.б.)
	Гірчиця біла на сидерат	10–12 (д.б.)	10–12 (д.б.)	10–12 (д.б.)	10–12 (д.б.)

Примітка: * п. — плуг ПЛН-3-35, д.б. — дискова борона БДВ-3.0, г. — глибокорозпушувач (чизель) ГР-3.4.

лянок: 171 м² посівних (9×19) і 112 м² облікових (7×16). Площа під кожним полем сівозміни становила 7835,6 м² (76×103, без захисних оточуючих смуг).

Актуальну (фактичну) забур'яненість агробіоценозів на дату збирання культурних рослин визначали кількісно-ваговим методом. Личинки озимої совки підраховували за переходу середньодобової температури ґрунту на глибині 15–20 см через 10°С. За допомогою квадратної (0,5×0,5м) дерев'яної рамки площею 0,25 м² з кожної ділянки відбирали вісім ґрунтових проб, у яких підраховували кількість гусениць. Використовували цю саму рамку і за обліку личинок лучного метелика у коконах після їх перезимівлі. Кількість мертвих і живих гусениць визначали у 16 проб ґрунту. Навесні здійснювали облік личинок коваликів із відібраних на глибині до 0,5 м ґрунтових проб площею 0,25 м² кожна. Для обліку гелмінтоспориозних кореневих гнилей проби відбирали з одного погонного метра рядка сільськогосподарських рослин у фазі повних сходів із кожної дослідної ділянки у чотириразовій повторності.

Розвиток і поширення темно-бурої плямистості на верхньому другому і третьому листках пшениці озимої, ураження борошністою росю верхніх трьох листків у міжвузлях і септоріозом перших чотирьох листків від колоса хлібної рослини визначали у фазі молочної стиглості зерна за шкалою Е.Е. Гешеле, відбираючи у двох несуміжних повтореннях сорок стебел. Для визначення ураження агробіоценозів гороху білою гниллю у фазі цвітіння культурного компонента відбирали десять проб із десяти рослин [21].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Кількість бур'янів у полі гороху за чизельно-дискового і дискового обробітків у сівозміні відповідно на 20–22% і 25–29% вища, а за диференційованого на 6% нижча, ніж на контролі. Істотне зменшення цього показника за полицево-чизельно-дискового обробітку зафіксовано лише на неудообрених ділянках (табл. 2).

На погано удообрених ділянках, підживлених 6 т/га гною + N₆₄P₅₄K₅₈, 6 т/га гною + N₉₈P₆₆K₉₂ і 6 т/га гною + N₁₂₆P₈₂K₁₁₆ сира маса бур'янів вища відповідно на 36%, 31, 37 і 39% за чизельно-дискового і 52%, 43, 48 і 49% за дискового обробітків, порівняно з контролем. На погано удообрених ділянках зернобобової культури цей показник істотно нижчий (на 10%), а на угноєних найвищою нормою — істотно більший (на 20%) за диференційованого, ніж полицево-дискового обробітку, що пов'язано з сирою масою однієї бур'янистої рослини, яка з підвищенням норм добрив на першому варіанті обробітку зменшувалася, а на третьому, навпаки, — зростала. На удообрених першою і другою нормами добрив ділянках різниця в сирій масі бур'янів між цими двома варіантами обробітку неістотна.

На слабо удообрених ділянках за нульової, першої, другої і третьої систем удобрення, сира маса однієї бур'янистої рослини становила відповідно 2,13 г; 2,07; 1,94 і 1,82 за полицево-дискового обробітку, 2,38; 2,25; 2,19 і 2,11 — чизельно-дискового, 2,07; 2,13; 2,19 і 2,24 — диференційованого, 2,51; 2,33; 2,27 і 2,17 г за дискового обробітку.

Показники рясності бур'янового компонента в агробіоценозі гороху (кількість і маса) нижчі відповідно на 6 і 9% за першої системи удобрення, 16 і 20% — другої, 18 і 26% за третьої системи удобрення, ніж на неудообрених ділянках.

У полі пшениці озимої (після гороху) кількість бур'янів за чизельно-дискового і дискового обробітків відповідно на 22–24 і 26–29% вища, ніж на контролі, а за диференційованого — практично на одному рівні з ним. Сира маса бур'янів на занедбаних ділянках, удообрених 6 т/га гною + N₆₄P₅₄K₅₈, 6 т/га гною + N₉₈P₆₆K₉₂ і 6 т/га гною + N₁₂₆P₈₂K₁₁₆ вища відповідно на 38%, 26, 22 і 15% за чизельно-дискового та 52%, 40, 34 і 24% за мілкого, ніж полицево-дискового обробітків. За диференційованого обробітку цей показник істотно не відрізнявся від контролю.

Кількість бур'янів у агрофітоценозі хлібної рослини на удообрених ділянках першою, другою і третьою нормами добрив

Таблиця 2. Рясність бур'янового компонента агробіоценозів сівозміни за різних систем обробітку ґрунту і удобрення

№ поля	Агробіоценози сівозміни	Рівні удобрення	Кількість бур'янів, шт./м ²				Сира маса бур'янів, г/м ²			
			варіанти обробітку ґрунту							
			I (контр.)	II	III	IV	I (контр.)	II	III	IV
1	Горох	0	98	119	91	126	208,7	283,2	188,4	316,3
		1	93	112	87	118	192,5	252,0	185,3	274,9
		2	83	101	80	105	161,0	221,2	175,2	238,4
		3	80	96	78	100	145,6	202,6	174,7	217,0
НІР _{0,05}			7				17,7			
2	Пшениця озима	0	54	66	52	68	109,6	151,1	110,2	166,6
		1	46	56	44	59	98,9	124,3	96,4	138,1
		2	34	42	33	44	74,5	91,1	74,3	99,9
		3	29	36	30	37	65,5	75,6	69,0	81,0
НІР _{0,05}			3				7,6			
3	Кукурудза	0	143	167	134	172	399,0	564,5	381,9	567,6
		1	148	189	138	195	441,0	606,7	418,1	622,0
		2	150	193	140	200	492,0	582,9	466,2	594,0
		3	152	199	141	204	518,3	587,0	485,0	595,7
НІР _{0,05}			8				16,1			
4	Гречка	0	101	126	92	130	241,4	332,6	223,6	352,3
		1	118	143	104	149	267,9	358,9	239,2	387,4
		2	123	145	106	151	264,5	346,6	231,1	374,5
		3	125	147	107	151	260,0	330,8	225,8	351,8
НІР _{0,05}			7				14,4			
5	Пшениця озима	0	89	103	84	115	188,7	234,8	179,8	253,0
		1	82	99	76	102	179,6	220,8	167,2	230,5
		2	78	97	73	94	173,9	209,5	163,5	218,1
		3	74	93	70	87	168,7	197,2	159,6	206,2
НІР _{0,05}			7				13,6			
У середньому по сівозміні		0	97	116	91	122	229,5	313,2	216,8	331,2
		1	97	120	90	125	236,0	312,5	221,2	330,6
		2	94	116	86	119	233,2	290,3	222,1	305,0
		3	92	114	85	116	231,6	278,6	222,8	290,3
НІР _{0,05}			9				16,4			

відповідно на 15,37% і 45% нижча, ніж на неудобрених. Сира маса однієї бур'янистої рослини з підвищенням норм добрив зростала за полицево-дискового (від 2,03 до 2,26 г) і диференційного (від 2,12 до 2,30 г) обробітків та зменшувалася за чизельно-дискового (від 2,29 до 2,10 г) і дискового (від 2,45 до 2,19 г) обробітків.

У полі кукурудзи кількість бур'янового компонента на слабо удобрених ділянках, підкормлених 6 т/га гною + N₆₄P₅₄K₅₈, 6 т/га гною + N₉₈P₆₆K₉₂ і 6 т/га гною + N₁₂₆P₈₂K₁₁₆ по чизельно-дисковому обробітку відповідно на 17, 28, 29 і 31%, а по дисковому — на 20, 32, 33 і 34% вища, ніж на контролі. На удобрених гноєм варіантах

за відсутності оранки, цей показник, порівняно з неудобреними ділянками, істотно зростає за чизельно-дискового і дискового обробітків. Цього не спостерігається на ділянках за полицево-чизельно-дискового обробітку, за якого кількість бур'янів на 6–7% нижча проти контролю (див. *табл. 2*).

Маса бур'янів у просапній культурі за чизельно-дискового і дискового обробітків – вища, ніж на контролі, однак із збільшенням норм добрив ця різниця зменшувалася: на неудобрених варіантах вона становила 41–42%, а удобрених найвищою нормою – 13–15%. Цей показник на 4–6% нижчий за диференційованого, ніж полицево-дискового обробітку.

З підвищенням норм добрив маса однієї бур'янистої рослини зростала за полицево-дискового (від 2,79 до 3,41 г) і диференційованого (від 2,85 до 3,44 г) та зменшувалася за чизельно-дискового (від 3,38 до 2,95 г) і дискового (від 3,30 до 2,92 г) обробітків.

У гречці кількість бур'янистих рослин на 18–29% більша за безполицево-дискового і мілкого обробітків та на 9–14% менша за полицево-чизельно-дискового обробітку, ніж на контролі.

З підвищенням норм добрив ця різниця на другому і четвертому варіантах обробітку, як правило, зменшувалася, а на третьому – зростала.

Маса бур'янів на погано удобрених ділянках, підживлених 6 т/га гною + N₆₄P₅₄K₅₈, 6 т/га гною + N₉₈P₆₆K₉₂ і 6 т/га гною + N₁₂₆P₈₂K₁₁₆ відповідно вища на 38, 34, 31 і 27% по чизельно-дисковому та на 46, 45, 42 і 35% по дисковому обробітках, і на 7, 11, 13 і 13% нижча по диференційованому обробітку, ніж на контролі.

На всіх варіантах обробітку з підвищенням норм добрив маса однієї бур'янистої рослини зменшується: за полицево-дискового обробітку на 13,0% (з 2,39 г на неудобрених до 2,08 г на удобрених найвищою нормою ділянках круп'яної рослини), чизельно-дискового – на 14,8% (з 2,64 до 2,25 г), диференційованого – 13,2% (з 2,43 до 2,11 г), за дискового обробітку на 14,0%

(з 2,71 до 2,33 г). Найнижче значення цього показника за полицево-дискового, найвище – за дискового обробітків ґрунту.

Показники рясності бур'янового компонента в полі пшениці озимої (після гречки) на 5–7% нижчі за диференційованого, ніж полицево-дискового, обробітку, проте ця різниця як за кількістю, так і за масою бур'янів не досягала статистично значущих величин.

За чизельно-дискового і дискового обробітків ці показники істотно вищі, ніж на контролі. Також встановлено, що з підвищенням норм добрив різниця за кількістю бур'янів між другим і першим варіантами обробітку зростає від 16 до 26%, а за масою їх – зменшується від 24 до 17%. Між четвертим і першим варіантами обробітку за зростання внесених добрив різниця щодо кількості і маси бур'янів зменшується відповідно від 29 до 18 і від 34 до 22%.

Маса однієї бур'янистої рослини в агрофітоценозі пшениці озимої з підвищенням норм добрив дещо зменшується за чизельно-дискового обробітку, за решти варіантів обробітку спостерігається зворотна закономірність.

Загалом по сівозміні кількість бур'янів та їх сира маса вищі відповідно на 6–9 і 4–6% за полицево-дискового, ніж диференційованого обробітку, проте ця різниця не досягла статистично значущих величин. Ці показники рясності бур'янів більші відповідно на 20–24 і 20–36% за чизельно-дискового та на 26–29 і 25–44% за дискового обробітків, ніж на контролі.

Закономірних змін показників чисельності і сирої маси бур'янів з 1 га ріллі сівозміни за підвищення норм добрив по полицево-дисковому і диференційованому обробітків не встановлено. Лише за чизельно-дискового і дискового обробітків спостерігається тенденція зменшення сирої маси бур'янів.

На неудобрених ділянках, удобрених 6 т/га гною + N₆₄P₅₄K₅₈, 6 т/га гною + N₉₈P₆₆K₉₂ і 6 т/га гною + N₁₂₆P₈₂K₁₁₆ сира маса однієї бур'янистої рослини становила відповідно 2,37; 2,43; 2,48 і 2,52 г за полицево-дискового, 2,70; 2,60; 2,50 і 2,44 –

безполицево-дискового, 2,38; 2,46; 2,58 і 2,62 — диференційованого, 2,71; 2,64; 2,56 і 2,50 г за дискового обробітків. Отже, з підвищенням норм добрив цей показник за першого і третього варіантів обробітку зростає (максимально на 6 і 10% відповідно), а за другого і четвертого — зменшується (на 10 і 8%). Заселеність личинкою озимої совки пшениці озимої та її попередника — гороху найвища за дискового (відповідно 1,43 і 1,33 екз./м²), а найнижча за полицево-дискового обробітку в сівозміні (відповідно 0,95 і 0,79 екз./м²) (табл. 3). Очевидно, оранкою під бобову рослину механічно пошкоджуються і знищуються гусениці шкідника, а винесені на поверхню поля плугом личинки його стають здобиччю корисних ентомофагів.

Слід зазначити, що істотна перевага полицево-дискового обробітку над диференційованим спостерігалася лише на удобрених ділянках, що можливо пов'язано з більшою кількістю органічної речовини, заробленої в ґрунт плугами, порівняно з неудобреними варіантами. Чизельно-дисковий обробіток істотно поступався контролю на всіх варіантах дослідю.

Заселеність личинкою озимої совки агробіоценозу пшениці озимої після гречки істотно нижча за полицево-чизельно-дискового обробітку, ніж на контролі, що пов'язано, очевидно, з глибокою (на 25–27 см) культурною оранкою під перед попередник (кукурудзу) хлібної рослини, яка забезпечила загортання рослинних решток решти (чотирьох) основних культур сівозміни у глибокі шари ґрунту (15–25 см). За чизельно-дискового і дискового обробітків цей показник істотно підвищувався.

В агробіоценозах гороху і пшениці озимої після зернобобової і круп'яної рослин чисельність популяції озимої совки становила відповідно 0,79; 0,95 і 0,58 екз./м² за полицево-дискового обробітку, 1,19; 1,31 і 0,85 — чизельно-дискового, 1,04; 1,17 і 0,43 — диференційованого, 1,33; 1,43 і 0,91 екз./м² за дискового обробітку.

Отже, у перших двох агробіоценозах цей показник вищий відповідно на 51 і 38% за безполицево-дискового обробітку, 32 і 23 — полицево-чизельно-дискового, 68 і 51% за дискового обробітку, ніж на контролі. А в агробіоценозі пшениці озимої після круп'яної рослини чисельність фітофага

Таблиця 3. Заселеність агробіоценозів личинкою озимої совки за досліджуваних систем обробітку і удобрення, екз./м²

Культура сівозміни	Система удобрення	Досліджувані системи обробітку ґрунту				НІР _{0,05}
		I полицево-дисковий (контроль)	II чизельно-дисковий	III диференційований	IV дисковий (мілкий)	
Горох	0	0,69	0,97	0,82	1,09	0,18
	1	0,76	1,12	0,96	1,26	
	2	0,83	1,27	1,12	1,41	
	3	0,89	1,41	1,27	1,55	
Пшениця озима (після гороху)	0	0,85	1,06	0,96	1,20	0,16
	1	0,93	1,24	1,10	1,37	
	2	1,00	1,40	1,27	1,51	
	3	1,03	1,53	1,35	1,63	
Пшениця озима (після гречки)	0	0,47	0,65	0,35	0,69	0,11
	1	0,54	0,77	0,40	0,81	
	2	0,62	0,92	0,45	0,99	
	3	0,70	1,07	0,51	1,16	

на 26% вища за полицево-дискового, ніж диференційованого обробітку, а чизельно-дисковий і мілкий обробітки перевищили контроль відповідно на 46 і 57%.

Підвищення норм внесення добрив супроводжується зростанням щільності популяції озимої совки, що пояснюється відповідними змінами маси рослинних решток.

Щільність популяції шкідника за внесення 6 т/га гною + N₁₂₆P₈₂K₁₁₆ зростає, порівняно з неудобреними ділянками, за проведення полицево-дискового, чизельно-дискового, диференційованого і дискового обробітків відповідно на 29%, 45, 55 і 42% в агробіоценозі гороху; 21%, 44, 41 і 36% – пшениці озимої після гороху; 49%, 65, 46 і 68% – пшениці озимої після гречки. Отже, посилення негативного впливу добрив на заселеність личинкою озимої совки бобової рослини спостерігалось за дискового, чизельно-дискового і особливо диференційованого обробітків, а пшениці озимої у ланці з гречкою – за чизельно-дискового і дискового обробітків. В агробіоценозах гороху і наступної пшениці озимої цей показник із підвищенням норм добрив зростає майже удвічі повільніше за полицево-дискового, ніж диференційованого обробітків. Середня щільність популяції озимої совки по досліді в агробіоценозах гороху, пшениці озимої в ланках із бобовою і круп'яною рослинами становила відповідно 1,09; 1,21 і 0,69 екз./м².

Оранка, що передбачає перевертання оброблюваного шару ґрунту, тобто взаємне переміщення верхньої і нижньої частин його, обмежувала розвиток популяції лучного метелика. Вона спричиняла механічне пошкодження коконів і негативну дію на зимуючі личинки шкідника у поверхневих шарах чорнозему типового. Безполицевий і дисковий обробітки стимулювали поширення лучного метелика в полях сівозміни.

Чисельність фітофага в агробіоценозах гороху, пшениці озимої після гороху, кукурудзи і пшениці озимої після гречки вища відповідно на 30%, 24, 35 і 21% за чизельно-дискового та 45%, 37, 53 і 38% за дискового обробітків, ніж на контролі. У перших двох видах агробіоценозів цей показник нижчий відповідно на 9% і 15% за полицево-дискового, ніж диференційованого обробітків, а у решти навпаки – на 18 і 7% вищий за першого, ніж третього варіанта (табл. 4).

Глибока культурна оранка під кукурудзу забезпечила істотне зменшення чисельності шкідника в її агробіоценозі за диференційованого, ніж полицево-дискового обробітків. Зауважимо, що позитивний вплив цього агрозаходу за диференційованого обробітку в сівозміні простежується впродовж чотирьох років, оскільки на п'ятий рік цей показник в агробіоценозі пшениці озимої після гороху істотно вищий на третьому, ніж першому, варіанті обробітку.

Таблиця 4. Заселеність агробіоценозів личинками лучного метелика і дротяниками за різних систем обробітку, екз./м²

Агробіоценози	Лучний метелик (<i>Pyrausta sticticalis</i> L.)					Ковалик смугастий степовий (<i>Agriotes gurgistanus</i> Fald.)				
	варіанти основного обробітку ґрунту									
	I (контр.)	II	III	IV	НІР _{0,05}	I (контр.)	II	III	IV	НІР _{0,05}
Горох	0,33	0,43	0,36	0,48	0,05	1,69	2,08	1,81	2,15	0,14
Пшениця озима після гороху	0,41	0,51	0,47	0,56	0,05	1,15	1,46	1,31	1,53	0,12
Кукурудза	0,17	0,23	0,14	0,26	0,03	2,10	2,71	1,84	2,56	0,20
Пшениця озима після гречки	0,58	0,70	0,54	0,80	0,08	0,81	1,00	0,77	1,04	0,10

На період відкладання яєць самками лучного метелика пшениця озима вже зібрана, і поля засіяні післяжнивною гірчицею білою, тому личинки шкідника другого покоління дуже обмежені в джерелах живлення. Наслідком цього є найменша чисельність фітофага в агробіоценозі кукурудзи, та й в гороху цей показник більш ніж в 1,6 раза нижчий, ніж в агробіоценозі пшениці озимої після гречки.

Наявність для лучного метелика добрих умов переходу на зимівлю і кормової бази через пізні строки збирання гречки спричинили і найвищу щільність популяції його в агробіоценозі наступної культури — пшениці озимої.

Різні види дротяників неоднаково реагують на способи обробітку ґрунту у зв'язку з різним характером їх живлення. За недостатнього зволоження ковалики роду *Selatosomus* L., що мешкають у поверхневих шарах ґрунту, відновлюють втрату води організмом за рахунок корневих волосків рослин, а дротяники роду *Agriotes* L. заглиблюються у більш зволожені глибокі шари. Окремі науковці констатують, що за безполицевого обробітку ці шкідники розміщуються ближче до поверхні ґрунту і стають більш доступними для хижих комах і птахів.

Ковалики роду *Agriotes*, виявлені на дослідних ділянках, живляться переважно пророслим насінням та корневими системами пшениці озимої і рослин бур'янів родини тонконогових.

На нашу думку, істотно вища чисельність дротяників за чизельно-дискового і дискового обробітків, порівняно з контролем, пояснюється більшою рясністю бур'янового компонента і зростанням в його складі односім'ядольних бур'янів. За полицевої системи обробітку чорнозему типового у п'ятипільній сівозміні на дослідному полі БНАУ істотно зменшується актуальна забур'яненість агрофітоценозів і зростає частка двосім'ядольних бур'янів. Чисельність личинки коваликів за чизельно-дискового і дискового обробітків вища відповідно на 23% і 27 в агробіоценозі гороху, 27 і 33 — пшениці ози-

мої після гороху, 29 і 22 — кукурудзи, 23 і 28% в агробіоценозі пшениці озимої після гречки, ніж на контролі. Перевага в обмеженні поширення шкідника в агробіоценозі пшениці озимої після гороху за полицево-дисковим, а після гречки — за диференційованим обробітком. В агробіоценозах гороху і пшениці озимої після гречки різниця у чисельності дротяників за цими варіантами обробітку неістотна.

Меншу кількість пошкоджених рослин пшениці озимої зафіксовано за розміщення її після круп'яної, ніж зернобобової, культури. Дротяники вкорінювалися у рослини, які не розкущилися, або перегризали їх упродовж осінньої вегетації хлібної рослини.

Зменшення чисельності шкідника за обробітку чорнозему типового плугом відбувається внаслідок механічного знищення його цим знаряддям і поїдання ентомофагами (павуками, клопами, мурахами), що знаходяться в поверхневому шарі ґрунту після проведення оранки, а також окремими видами птахів.

Локалізація рослинних решток спричиняє поширення і розвиток патогенної мікробіоти в агробіоценозах хлібної культури. Поширеність гелмінтоспоріозної кореневої гнилі за чизельно-дискового і дискового обробітків в агробіоценозі пшениці озимої вища, ніж на контролі на 6–7% за розміщення культури після гороху і на 3–4% — після гречки. Цей показник за згаданих вище попередників озимої рослини виявився відповідно на 3,3% більшим і 1,7% нижчим за диференційованого, ніж полицево-дискового, обробітку. Аналогічна закономірність спостерігалася і щодо розвитку кореневої гнилі в агробіоценозах хлібної культури (табл. 5).

Істотно нижчі показники поширеності і розвитку кореневої гнилі в агробіоценозі пшениці озимої після гречки, очевидно, пов'язані з післядією глибокої культурної оранки під передпопередник хлібної рослини.

Вищі запаси доступної ґрунтової вологи в орному шарі чорнозему типового за полицево-дискового і полицево-чизельно-

Таблиця 5. Поширеність хвороб в агробіоценозах пшениці озимої залежно від попередників і систем обробітку ґрунту, %

Поперед- ники	Системи обробітку ґрунту	Гельмінтоспоріозна коренева гниль		Темно-бура плямистість		Борошниста роса		Септоріоз	
		пошире- ність	розви- ток	пошире- ність	розви- ток	пошире- ність	розви- ток	пошире- ність	розви- ток
Горох	I (контроль)	20,3	12,8	21,2	12,8	15,7	9,1	23,5	13,4
	II	26,5	16,9	25,5	15,6	18,5	10,7	26,8	15,2
	III	23,6	15,2	23,5	14,4	16,6	9,7	24,9	14,3
	IV	27,6	18,0	26,1	16,1	19,4	11,2	27,6	15,9
	НІР _{0,05}	1,8	1,2	1,5	0,9	1,0	0,8	1,6	1,1
Гречка	I (контроль)	13,2	9,4	24,3	17,1	18,8	10,1	18,9	10,1
	II	16,3	11,6	22,2	15,5	21,2	11,3	20,9	11,2
	III	11,5	7,8	27,4	19,1	16,8	9,0	17,5	9,1
	IV	17,2	12,4	28,1	19,8	22,1	11,7	21,6	11,7
	НІР _{0,05}	1,2	0,9	1,7	1,3	1,4	0,8	1,2	0,8

дискового обробітків також обмежують поширеність та розвиток гельмінтоспоріозної кореневої гнилі, оскільки забезпечують добрий тургор озимої культури.

Середні показники поширеності та розвитку хвороби в агробіоценозі пшениці озимої становили відповідно 24,5 і 15,7% у ланці з горохом і 14,6 й 10,3% — з гречкою.

Прояв гельмінтоспоріозу на листовій поверхні хлібної рослини зафіксовано у вигляді темно-коричневих плям. В агробіоценозі пшениці озимої після гороху поширеність і розвиток хвороби відповідно вищі на 4,3% і 2,8 за чизельно-дискового, 2,3 і 1,6 — диференційованого, 4,9 і 3,3% за дискового, ніж полицево-дискового обробітків. А за попередника гречки ці показники виявилися істотно нижчими за чизельно-дискового обробітку (відповідно на 2,1 і 1,6%) та істотно більшими за диференційованого (на 3,1 і 2,0%) і дискового (на 3,8 і 2,7%) обробітків, ніж на контролі. У фазі колосіння рослин хлібної культури поширеність і розвиток борошнистої роси в ланці з горохом неістотно вищі (відповідно на 0,9 і 0,6%) а з гречкою — істотно нижчі (відповідно на 2,0 і 1,1%) за диференційованого, ніж полицево-дискового обробітків. За чизельно-дискового і особливо

дискового обробітків ці показники істотно більші, ніж на контролі.

На обох сторонах листових пластинок рослин набув поширення септоріоз, що розвивався у вигляді жовто-коричневих плям, де згодом з'являлися дрібні пікніди темно-бурого забарвлення. Поширеність і розвиток хвороби на рослинах пшениці озимої за диференційованого обробітку неістотно вищі (відповідно на 1,4 і 0,9%) після гороху та істотно нижчі (відповідно на 1,4 і 1,0%) після гречки. За чизельно-дискового і дискового обробітків ці показники істотно більші, ніж на контролі.

Середні показники поширеності темно-бурої плямистості, борошнистої роси й септоріозу становили відповідно 24,1%; 17,6 і 25,7% за попередника гороху та 25,5%; 19,7 і 19,7% — гречки. Розвиток цих хвороб пшениці озимої залежно від попередників мав аналогічну закономірність.

На початку утворення і дозрівання бобів гороху спостерігається розвиток збудника білої гнилі. Уражується переважно основа стебла рослини (неподалік кореневої шийки) з утворенням зволожених плям, де розвивається пухкий міцелій гриба білого забарвлення. Надалі хвороба поширюється на все стебло з утворенням на поверхні

плям чорних склероцій. Тканина паренхіми руйнується (загнивається), стебла надламуються, рослини відмирають і засихають. Уражені збудниками стулки бобів трухлявіють, насіння загниває і повністю непридатне для споживання.

На зернобобовій культурі поширеність і розвиток збудника білої гнилі становили відповідно 5,03% і 4,36 за полицево-дискового обробітку, 6,12 і 5,66 — чизельно-дискового, 5,79 і 4,89 — диференційованого та 6,71 і 6,01 за дискового обробітків за НІР_{0,05} 0,87 і 0,70%. Отже, диференційований обробіток поступився контролю щодо обмеження хвороби, проте різниця між цими варіантами виявилася неістотною.

З кожного гектара ріллі сівозміни за нульової, першої, другої і третьої систем удобрення отримано зерна відповідно 2,29 т; 3,96; 5,08 і 5,59 за полицево-дискового обробітку, 1,94; 3,53; 4,60 і 5,07 — чизельно-дискового, 2,30; 3,97; 5,11 і 5,62 — диференційованого та 1,75; 3,42; 4,54 і 5,04 т за дискового обробітків і НІР_{0,05} 0,31 т.

ВИСНОВКИ

Безполицево-дисковий обробіток має перевагу лише щодо істотного обмеження темно-бурої плямистості на пшениці озимій за сівби після гречки. За решти ви-

падків він істотно поступався контролю. Показники фітосанітарного стану агробіоценозів істотно погіршуються за постійного дискування ґрунту.

Рясність бур'янів неістотно нижча за диференційованого, ніж полицево-дискового, обробітків. Системи удобрення не впливали на забур'яненість, проте погіршували інші показники фітосанітарного стану.

За диференційованого обробітку істотно зменшується заселеність личинкою озимої совки та поширеність гельмінтоспоріозної кореневої гнилі, борошністої роси і септоріозу пшениці озимої після гречки, а також чисельність лучного метелика і дротяників в агрофітоценозі кукурудзи.

Продуктивність сівозміни практично на одному рівні за полицево-дискового і диференційованого обробітків. За чизельно-дискового і дискового обробітків вона істотно знижується.

Рекомендовано у п'ятипільній польовій зернопросапній сівозміні диференційований обробіток, за якого глибину (на 25–27 см) оранку виконують лише в одному полі під просапну культуру, де вноситься гній, а на решті полів — безполицевий і дисковий обробіток на різну глибину з урахуванням біологічних особливостей сільськогосподарських культур.

ЛІТЕРАТУРА

1. Примак І.Д., Панченко О.Б., Войтовик М.В. та ін. Еволюція теоретичних і практичних основ переходу від полицевого до безполицевого і поверхневого та нульового обробітку ґрунту в Україні з середини першої половини ХХ ст. до сьогодення. *Агробіологія*. 2018. № 2. С. 6–17.
2. Гадзало Я.М., Камінський В.Ф., Заришняк А.С. та ін. Захист рослин від шкідників, хвороб і бур'янів в органічному землеробстві. *Наукові основи виробництва органічної продукції в Україні: моногр.* Київ: Аграрна наука, 2016. С. 177–202.
3. Сорока В.І., Мартинюк І.В., Жилкін В.А. та ін. Рекомендації — обґрунтування зменшення глибини полицевої оранки та її заміни плоскорізним розпушуванням в системі зяблевого обробітку ґрунту під цукрові буряки. Умань, 2004. 8 с.
4. Єщенко В.О., Каричковський Д.А., Каричковський В.Д., Єщенко О.В. Мінімізація механічного обробітку ґрунту при вирощуванні кукурудзи / за ред. В.О. Єщенка. Умань, 2007. 156 с.
5. Єщенко В.О., Калієвський М.В., Костогриз П.В. та ін. Основний обробіток ґрунту під ярі культури в Лісостеповій зоні / за ред. В.О. Єщенка. Умань, 2009. 200 с.
6. Івашенко О.О., Івашенко О.О. Загальна гербологія: моногр. Київ: Фенікс, 2019. 702 с.
7. Барштейн А.А., Якименко В.М., Шкаредний І.С. та ін. Основний обробіток ґрунту в сівозмінах з цукровими буряками в Лівобережному Лісостепу України. *Система землеробства у буряківництві: ювілейний збірник*. Київ: Аграрна наука, 1997. С. 74–89.
8. Барштейн А.А., Якименко В.М., Шкаредний І.С. та ін. Основний обробіток ґрунту — важливий елемент технології вирощування цукрових буряків та інших сільськогосподарських культур. *Система землеробства у буряківництві: ювілейний збірник*. Київ: Аграрна наука, 1997. С. 57–73.
9. Шевченко М.В. Наукові основи систем обробітку ґрунту в умовах нестійкого та недостатнього зволоження: моногр. Харків: ХНАУ, Майдан, 2019. 209 с.
10. Черячукін М.І. Наукове обґрунтування та розроблення заходів основного обробітку ґрунту в

- зональних системах землеробства Правобережного Степу України: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.01.01. Київ, 2016. 51 с.
11. Курдюкова О.М. Ботаніко-біологічна характеристика бур'янових синузій агрофітоценов Лівобережного Степу України та заходи їх контролю: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.01.13. Київ, 2015. 47 с.
 12. Циліорик О.І. Наукове обґрунтування ефективності систем основного обробітку ґрунту в короткоротаційних сівозмінах Північного Степу України: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.01.01. Дніпропетровськ, 2014. 41 с.
 13. Ткаліч Н.І. Агротехнічні і біологічні заходи підвищення врожайності та контролювання забур'яненості кукурудзи, соняшнику, пшениці озимої в Північному Степу: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.01.01. Дніпропетровськ, 2013. 42 с.
 14. Гриник С.І. Оптимізація способу обробітку ґрунту і системи удобрення у короткоротаційній сівозміні Передкарпаття України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.01. Київ, 2021. 22 с.
 15. Ружняк М., Ярошенко О. Для отримання стабільних урожаїв і підтримання ґрунту «здоровим» слід застосувати правильні технології обробітку ґрунту. *FARMER*. 2021. № 3. С. 58–59.
 16. Булигін С.Ю., Вітвіцький С.В., Антонюк Д.О. Пряма сімба No-till: агрофізична експертиза стадії переходу. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 6. С. 13–20.
 17. Примак І.Д., Цюк О.А., Мартинюк І.В., Філіпова Л.М. Еволюція систем землеробства в Україні: моногр. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2022. 524 с.
 18. Ключкевич М.М. Роль антропогенних факторів у підвищенні стійкості озимої пшениці до септоріозу в агроекологічних умовах Полісся. *Вісник ДАУ*. 2003. № 1. С. 270–278.
 19. Федоренко А.В., Трибель С.О. Хлібні жуки. Спалахи розмноження, шкодочинність, система заходів з обмеження розмноження. *Карантин і захист рослин*. 2016. № 11. С. 5–8.
 20. Коваль Г.В. Рівень інтенсивності зяблевого обробітку ґрунту та фітосанітарний стан посівів короткоротаційної сівозміни Правобережного Лісостепу України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.01. Умань, 2019. 21 с.
 21. Борзих О.І., Ретьман С.В., Чайка В.М. та ін. Методичні рекомендації щодо складання прогнозу розвитку та обліку багатодіних шкідників, шкідників і хвороб зернових, зернобобових культур та багаторічних трав: метод. реком. Київ, 2018. 142 с.

REFERENCES

1. Prymak, I.D., Panchenko, O.B., Voitovyk, M.V. et al. (2018). Evoliutsiia teoretychnykh i praktychnykh osnov perekhodu vid polytsevoho do bezpolytsevoho i poverkhnoveho ta nulovoho obrobittu ґruntu v Ukraini v seredyny pershoi polovyny XX st. do sohodennia [The evolution of the theoretical and practical foundations of the transition from shelf to shelfless and surface and zero tillage in Ukraine from the middle of the first half of the 20th century to the present]. *Ahrobiolohiia – Acrobiology*, 2, 6–17 [in Ukrainian].
2. Hadzalo, Ya.M., Kamynskiy, V.F., Zaryshniak, A.S. et al. (2016). Zakhyst росlyn vid shkidnykiv, khvorob i bur'yaniv v orhanichnomu zemlerobstvi [Protection of plants from pests, diseases and weeds in organic farming]. *Naukovi osnovy vyrobnytstva orhanichnoi produktsii v Ukraini: monohrafiya [Scientific basis of production of organic products in Ukraine: monograph]*. (pp. 177–202). Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].
3. Soroka, V.I., Martyniuk, I.V., Zhylykin, V.A. et al. (2004). *Rekomendatsii — obgruntuвання zmnshennia hlybyny polytsevoi oranky ta yui zamyiny ploskoriznym rozpshuvanniam v systemi z'ablevoho obrobittu ґruntu pid tsukrovi buriaky [Recommendations — substantiation of reducing the depth of shelf plowing and replacing it with flat-cut loosening in the system of tillage for sugar beet]*. Uman [in Ukrainian].
4. Ieshchenko, V.O. (Ed.), Karychkovskiy, D.A., Karychkovskiy, V.D. & Yeshchenko, O.V. (2007). *Minimalizatsiia mekhanichnoho obrobittu ґruntu pry vyroshchuvanni kukurudz [Minimization of mechanical tillage during corn cultivation]*. Uman [in Ukrainian].
5. Ieshchenko, V.O. (Ed.), Kaliievskiy, M.V., Kostohryz, P.V. et al (2009). *Osnovnyi obrobittok ґruntu pid yari kultury v Lisostepovii zoni [The main cultivation of the soil under spring crops in the forest-steppe zone]*. Uman [in Ukrainian].
6. Ivashchenko, O.O. & Ivashchenko, O.O. (2019). *Zahalna herbolohiia: monohrafiia [General herbology: monograph]*. Kyiv [in Ukrainian].
7. Barshtein, A.A., Yakymenko, V.M., Shkarednyi, I.S. et al. (1997). Osnovnyi obrobittok ґruntu v sivozminakh z tsukrovymy buriakamy v Livoberezhnomu Lisostepu Ukrainy [The main tillage in crop rotations with sugar beets in the Left Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Systema zemlerobstva u buriakivnytstvi: Yuvileinyi zbirnyk — System of agriculture in beet growing: jubilee collection*, 4–89 [in Ukrainian].
8. Barshtein, A.A., Yakymenko, V.M., Shkarednyi, I.S. et al. (1997). Osnovnyi obrobittok ґruntu — vazhlyvyi element tekhnolohii vyroshchuvannia tsukrovyykh buriakiv ta inshykh silskohospodarskykh kultur [Basic tillage is an important element of the technology of growing sugar beets and other crops]. *Systema zemlerobstva u buriakivnytstvi: Yuvileinyi zbirnyk — System of agriculture in beet growing: jubilee collection*, 57–73 [in Ukrainian].
9. Shevchenko, M.V. (2019). *Naukovi osnovy system obrobittu ґruntu v umovakh nestiikoho ta nedostatnoho zvolozhennia: monohrafiya [Scientific foundations of tillage systems in conditions of unstable and insufficient moisture: monograph]*. Kharkiv [in Ukrainian].
10. Cheriachukin, M.I. (2016). Naukove obgruntuвання ta rozroblennia zakhodiv osnovnoho obrobittu ґruntu v zonalnykh systemakh zemlerobstva Pravoberezhnoho Stepu Ukrainy [Scientific substantiation and development of measures of basic tillage in

- zonal farming systems of the Right-Bank Steppe of Ukraine]. *Extended abstract of Doctor's thesis*. Kyiv [in Ukrainian].
11. Kurdiukova, O.M. (2015). Botaniko-biologichna kharakterystyka burianovykh synuzii ahrofitotsenov Livoberezhnoho Stepu Ukrainy ta zakhody yikh kontroliu [Botanical and biological characterization of weed synusia of the agrophytocenoses of the Left-Bank Steppe of Ukraine and measures of their control]. *Extended abstract of Doctor's thesis*. Kyiv [in Ukrainian].
 12. Tsyliuryk, O.I. (2015). Naukove obruntuvannia efektyvnosti system osnovnoho obrobitku gruntu v korotkorotatsiinykh sivozminakh Pivnichnoho Stepu Ukrainy [Scientific substantiation of the effectiveness of basic tillage systems in short rotation crop rotations in the Northern Steppe of Ukraine]. *Extended abstract candidate's thesis*. Dnipropetrovsk [in Ukrainian].
 13. Tkalic, N.I. (2013). Ahrotekhnichni i biologichni zakhody pidvyshchennia vrozhaivosti ta kontroliuvannia zaburianenosti kukurudzy, soniashnyku, pshenytsi ozymoi v Pivnichnomu Stepu Ukrainy [Agrotechnical and biological measures to increase yields and control weeds of corn, sunflower, winter wheat in the Northern Steppe]. *Extended abstract of Doctor's thesis*. Dnipropetrovsk [in Ukrainian].
 14. Hrynyk, S.I. (2021). Optymizatsiia sposobu obrobitku gruntu i systemy udobrennia u korotkorotatsiinii sivozmini Peredkarpattia Ukrainy [Optimization of soil cultivation method and fertilizer system in short-rotation crop rotation in the Carpathian region of Ukraine]. *Extended abstract candidate's thesis*. Kyiv [in Ukrainian].
 15. Ruzhniak, M. & Yaroshenko, O. (2021). Dlia otrymannia stabilnykh urozhaiiv i pidtrymannia gruntu «zdorovym» slid zastosuvaty pravylni tekhnolohii obrobitku gruntu [To obtain stable crops and keep the soil "healthy", you should apply the correct soil cultivation technologies]. *Farmer – Farmer*, 3, 58–59 [in Ukrainian].
 16. Bulyhin, S.Yu., Vitvitskiy, S.V. & Antoniuk, D.O. (2019). Priama sivba No-till: ahrofizychna ekspertyza stadii perekhodu [No-till direct sowing: agrophysical examination of the transition stage]. *Visnyk ahrarynoï nauky – Herald of Agrarian Science*, 6, 13–20 [in Ukrainian].
 17. Prymak, I.D., Tsiuk, O.A., Martyniuk, I.V. & Filipova, L.M. (2022). *Evolutsiia system zemlerobstva v Ukraini: monohrafiia* [Evolution of farming systems in Ukraine: monograph]. Vinnytsia [in Ukrainian].
 18. Kliuchkevych, M.M. (2003). Rol antropohennykh faktoriv u pidvyshchenni stiikosti ozymoi pshenytsi do septoriozu v ahroekologichnykh umovakh Polissia [The role of anthropogenic factors in increasing the resistance of winter wheat to septoriosiis in the agro-ecological conditions of Polissia]. *Visnyk DAU – Bulletin of DAU*, 1, 270–278 [in Ukrainian].
 19. Fedorenko, A.V. & Trybel, S.O. (2016). Khlіbni zhuky. Spalakhы rozmnozheniia, shkodochynnist, systema zakhodiv z obmezheniia rozmnozheniia [Bread bugs. Breeding outbreaks, harmfulness, system of measures to limit breeding]. *Karantyn i zakhyst roslyn – Quarantine and plant protection*, 11, 5–8 [in Ukrainian].
 20. Koval, H.V. (2019). Riven intensyvnosti ziablevoho obrobitku hruntu ta fitosanitarnyi stan posiviv korotkorotatsiinoi sivozminy Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [The level of intensity of autumn tillage and phytosanitary condition of crops of short rotation crop rotation in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Extended abstract candidate's thesis*. Uman [in Ukrainian].
 21. Borzykh, I.O., Ret'man, S.V., Chayka, V.M. et al. (2018). *Metodychni rekomendatsii shchodo skladannia prohnozu rozvytku ta obliku bahatoidnykh shkidnykiv, shkidnykiv i khvorob zernovykh, zernobobovykh kultur ta bahatorichnykh trav: metodychni rekomendatsii* [Methodological recommendations for forecasting the development and recording of omnivorous pests, pests and diseases of cereals, legumes and perennial grasses: methodological recommendations]. Kyiv [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 27.02.2023

ABSTRACT

Drebot O., Oliinyk H. Conceptual foundations for improving ecological and economic mechanisms for development of rural territorial communities. *Agro-ecological journal*. 2023. No. 2. P. 6–15.

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS

e-mail: oliinykgalina18@gmail.com

This article is devoted to the conceptual framework for improving environmental and economic mechanisms for development of rural territorial communities, the development of which is an urgent task in the context of constant changes in society and economy. The problem of the interrelation between economic development and environmental protection, as well as the issues of agricultural development and land use are considered. Rural territorial communities are key elements of the agricultural sector and country's economy as a whole. Their development and effective management of resources require the application of conceptual foundations for the improvement of ecological and economic mechanisms. The article discusses the main approaches to the formation of environmental and economic mechanisms, including the conservation of natural resources, reduction of environmental impact and stimulation of the development of innovative technologies in land use. In particular, the role of innovations in preserving natural resources and reducing environmental impact is discussed, as well as the importance of creating incentives for the development of such technologies in rural communities. The article suggests ways to improve the efficiency of rural management and the development of local self-government. It emphasizes the need to increase the role of civil society in the decision-making process on rural development. In addition, the article addresses the issue of decentralization of rural management and the development of mechanisms that ensure balanced development of the territory and preserve natural resources. The paper identifies the need to develop an effective economic mechanism to support the development of rural communities. This involves the implementation of regulatory policies that stimulate the development of the agricultural sector and support rural communities. It is also important to provide adequate infrastructure for the development of agriculture and local businesses, including transportation, electricity, and Internet connections.

Key words: rural areas, decentralization, sustainable development, natural resources, land use, environmental protection.

Kovaliv O. Synthesis of ecological and economic aspects as methodological bases for constitutionally motivated land-nature-use in modern Ukraine. *Agro-ecological journal*. 2023. № 2. P. 16–28.

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS

e-mail: okovaliv@ukr.net

An analysis of ecological and economic aspects of land-nature-use was carried out, based on the essence of new theoretical knowledge of constitutional land law acquired by us as a modern need for urgent institutionalization of current constitutional land norms. The purpose of the article is to reveal the main empirical results of the analysis and synthesis of ecological and economic aspects in relation to the methodological foundations of land-nature-use for the application of methods and methods of assessment of natural resources (natural objects) as scientific and practical prerequisites for legal nature use based on current land regulations Constitution of Ukraine. It has been established that the ecological and economic aspects in relation to the methodological foundations of land-nature-use are an integral part of the normative-legal aspects and are completely consistent with each other, since their essence is based on the same land norms of the Constitution of Ukraine. It has been proven that ecological and economic relations are relations that arise between specific subjects of property rights, which are, on the one hand, the Ukrainian people (all citizens of Ukraine) as the absolute owner of all natural resources (objects), and on the other hand – the owner (lessee) of a land plot (object of civil rights) as the «owner» and «user» of natural resources (objects) owned by someone else – the main national wealth, which de jure is under the special protection of the state. Since, in accordance with the Constitution of Ukraine, the ownership of the land and its natural resources by the Ukrainian people obligates and must not be used to the detriment of man and society, it is imperative, first of all, to identify and certify all natural objects that have a nature reserve, nature protection, recreational, historical, cultural and other value. It was established that only under the conditions of implementation of the current constitutional norm of «use» of the property of the Ukrainian people, instead of the imaginary norm in the Land Code of Ukraine (Article 79) and the Civil Code of Ukraine (Article 373) – "distribution", a responsible and effective obligation will arise the obligation to carry out legal nature use and real protection of land and its natural resources as natural objects of someone else's property for all categories of land, especially agricultural land.

Key words: Constitution of Ukraine, land and its natural resources, ecology, system, cognitive land economy, methodology, the accomplishment of land reform.

Chornobrov O., Solomakha I., Solomakha V. Functions of dead wood in forest ecosystem services. Agroecological journal. 2023. No 2. P. 29–37.

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS

e-mail: oleksandr.chornobrov@ukr.net

The article analyzes the functions and role of dead wood in the context of forest ecosystem services. The research was carried out by an analytical review of literary sources. A classification of the functions of dead wood is proposed, according to which the following main groups of functions are distinguished: supporting, habitat-providing, protective, resource and informational. Supporting – functions related to the main ecosystem processes. These include functions in the biological cycle of substances and energy, accumulation of nutrients and water, carbon deposition, regulation of ecosystem processes, and participation in soil-forming processes. The ecological functions of dead wood consist in providing habitats for species of flora and fauna, forming a substrate and a favorable environment for development, and preserving the biodiversity of forest ecosystems. Protective – functions aimed at the protection and preservation of certain components and processes of the ecosystem. They include control of surface runoff, soil protection, prevention of erosion and water protection functions. The resource functions of dead wood are the provision of natural resources that are used for human needs, including in industry, construction, other branches of production, as well as a fuel and energy source. The informational functions of dead wood are to provide opportunities for cognitive development, which are realized in a person's acquisition of scientific and educational, cultural and artistic, spiritual and historical information. The proposed classification is schematic, since the division into function groups is based on the main functions of forest ecosystems in general. The ecological and protective functions of dead wood are interconnected, influencing each other, performing another new function. In the conditions of today's global environmental challenges and awareness of the importance of dead wood as an important component of forest ecosystems, we consider the research of habitat-providing and informative functions of dead wood to be promising. At the same time, taking into account the current trend of switching to renewable energy sources, the importance of the resource functions of dead wood and its role in carbon deposition will be no less relevant. Ensuring a balance in the provision of deadwood ecosystem services is an important aspect of sustainable development.

Key words: woody detritus, forest ecosystem, ecological processes, classification, sustainable development.

Sova L. Evaluation of ecosystem services of surface waters of Ukraine in the ecological and economic dimension. Agroecological journal. 2023. No. 2. P. 38–46.

National University of Kyiv Mohyla Academy

e-mail: l.sova@ukma.edu.ua

The key issues of the development of a modern system of ecological and economic evaluation indicators of biodiversity are studied. In particular, the emphasis is on the ecosystem services of surface waters. It was found that surface water ecosystems provide a number of ecosystem functions and services important for the sustainable functioning of the natural environment. Although the need for these services is constantly increasing, the capacity of aquatic ecosystems to provide such services is decreasing. To achieve the goal, the article used a system of general scientific and special methods of the modern theory of the ecosystem approach and general ecological assessment, analysis and synthesis, generalization and systematization, abstract-logical method, etc. Based on the results of the analytical assessment of the Water Strategy of Ukraine until 2050, it was found that the document presents a limited ecosystem approach and lacks indicators that indicate the need to preserve water ecosystem services and identify their ecological and economic value. In this context, scientific approaches to the evaluation of ecosystem services of surface waters are substantiated and developed, which are represented by an algorithm consisting of four consecutive steps, namely: analysis of the formation of ecological and economic evaluation of ecosystem services; study of the ecological and economic state of surface waters in Ukraine and the peculiarities of their ecosystem services; development of the methodology of ecological and economic assessment of the value dimension of ecosystem services of surface waters; development of proposals for the implementation of ecological and economic assessment of ecosystem services of surface waters in the Water Strategy of Ukraine. Further research has prospects in the direction of theoretical and methodological substantiation and development of a domestic mechanism for evaluating the ecosystem services of surface water as a component of biodiversity from the standpoint of the ecosystem approach and general ecological assessment.

Key words: biodiversity, water ecosystem; ecological and economic assessment; Water strategy of Ukraine.

Chobotko H., Raichuk L., Kuchma T., Shvydenko I. Some aspects of returning radioactively contaminated lands in Polissia region of Ukraine to agricultural use. Agroecological journal. 2023. No. 2. P. 47–55.

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS

e-mail: edelvice@ukr.net

The article highlights the natural-climatic and socio-economic retrospective prerequisites for the return of radioactively contaminated lands in Polissia, Ukraine to agricultural use. The necessity of using modern methods and means of radioecological research to assess the radioecological state of land for the development of strategic management documents

is demonstrated. The research carried out at the Institute of Agroecology and Environmental Management of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine during the period of 2020–2023 utilized interdisciplinary scientific methods including analysis and synthesis, retrospective and comparative analysis, analytical-synthetic (study of scientific and statistical data, legislative and founding documents, etc.), and mathematical-statistical methods. The analysis of the socio-economic situation was carried out based on official statistical data from the main statistical departments in Volyn, Zhytomyr, Kyiv, Rivne, and Chernihiv regions. The estimated levels of radionuclide contamination of the territory were obtained based on official data from the State Enterprise «The Institute of Soil Protection of Ukraine». Radioecological-landscape mapping was carried out using the open-source software QGIS. The aim of the research was to substantiate the scientific basis for the rehabilitation and sustainable use of radioactively contaminated territories in Ukrainian Polissia region in the context of green economy to minimize the domestic food crisis. It has been demonstrated that the soil characteristics and vegetation cover of Ukrainian Polissia region contribute to the contamination of agricultural and forest products with radionuclides, which is a specific problem for the region. The most radiologically hazardous ecosystems for the release of radionuclides into the products are over-moistened meadows and pastures, forested areas, as well as agroecosystems on organogenic soils. Global climate change and the consequences of Russian military aggression are significant modifying factors for all previously existing environmental and socio-economic challenges. This necessitates the implementation of comprehensive measures for the rehabilitation of the region, preceded by monitoring studies and the development of appropriate strategic planning documents. Based on the results of a retrospective analysis and calculations, it has been established that, provided recommended agricultural measures are implemented, the restoration of effective agricultural production is possible throughout the territory of Ukrainian Polissia. It has been demonstrated that the comprehensive rehabilitation of Ukrainian Polissia depends primarily on the eco-economic efficiency of agricultural production, which requires a clear differentiation of agricultural activities in accordance with a range of ecological, economic, and social factors, as well as the improvement of agricultural production scenarios. A method for complex radioecological-landscape mapping of radioactively contaminated lands of Ukrainian Polissia has been developed. This method involves a landscape approach that integrates data from a series of thematic maps.

K e y w o r d s: rehabilitation of radioactively contaminated areas, radioecological-landscape mapping, sustainable development, food crisis.

Lishchuk A., Horodyska I., Karachinska N. Ecological risks of pesticide pollution of beekeeping products. *Agroecological journal*. 2023. № 2. P. 56–63.

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS

e-mail: lishchuk.alla.n@gmail.com

The article is focused on the actuality of the ecological risks researching of pesticide pollution of agricultural soils, which are the feed and raw material base for beekeeping. There is mentioned the importance of permanent control over the content of dangerous toxicants, in particular chlororganic pesticides, in the bee honey and other beekeeping products in the article. The results of researching the content of residual amounts of persistent chlororganic pesticides hexachlorocyclohexane (HCH) and dichlorodiphenyltrichloromethylmethane (DDT) in samples of the sunflower honey which are taken from the bee farm of three administrative districts of Cherkasy region are presented. Significant pollution of the sunflower honey from the bee farm which is placed in the village of Novoselytsia by residual amounts of pesticides is detected, the concentration of the sum of metabolites and isomers DDT exceeding the maximum allowable standards in 1.3 to 2.3 times. It should be noted that the determined concentrations of the above mentioned pesticide in the soil (from 6.41 to 23.53 mcg/kg for the MRL is equal 100 mcg/kg) cannot be a source of significant pollution of bee honey. It is suggested that the reason for the xenobiotic entering to bee products through the biological cycle (soil – honey plant – honey) is the presence in the range of honey collection area of an inactive compound of toxic chemicals, which is a powerful source of toxicants, including pesticides into environmental objects. It is detected the direct correlation dependence between the content of pesticides in honey and their concentration in the soil (in the range from $r = 0.61$ for the village of Stebne to $r = 0.98$ for villages of Novoselytsia and Chervone). The importance of assessment of ecological risks of environmental pollution by pesticide residues was proved, since even a small concentration of a toxic substance in soil, water, air, nectar or pollen of honey plants often leads to massive damage and death of bees. It is noted that honey can be used as a suitable bioindicator for assessing the ecological risks of environmental pollution by toxic substances, including chlororganic pesticides.

K e y w o r d s: chlororganic pesticides, honey, soils, pollution, ecotoxicological assessment, ecological risks.

Pertsovyi I.¹, Herasymenko V.¹, Shvydenko I.², Rozputnii O.¹, Baban V.¹, Skyba V.¹, Vered P.¹, Kharchyshyn V.¹, Korol A.¹, Tytariova O.¹ Influence of daily feeding ration of cattle on the transfer of ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr to animal organisms and manure in the agroecosystems of Central Forest-Steppe. *Agroecological journal*. 2023. № 2. P. 64–73.

¹ *Bila Tserkva National Agrarian University*

² *Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

e-mail: favor09@ukr.net

The ration of feeding for large cattle was investigated and analyzed in terms of the transfer of ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr to muscle tissue, bones, milk, and manure biomass. The specific activity of radionuclides ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr was determined in the daily feeding ration of animals. It was found that the soil contamination density of ¹³⁷Cs at the «Nadiya» farm ranged from 104.2 to 396.5 Bq/m², while for ⁹⁰Sr, it ranged from 9.4 to 36.2 Bq/m². The fields at the «Ivanivske» farm had soil contamination densities of ¹³⁷Cs ranging from 37.5 to 283.6 Bq/m² and ⁹⁰Sr ranging from 7.4 to 32.1 Bq/m². The soil contamination density of ¹³⁷Cs at the NNDC BNAU ranged from 4.18 to 8.66 Bq/m², while for ⁹⁰Sr, it ranged from 0.44 to 0.88 Bq/m². The results of the ration assessment indicate that the average daily intake of ¹³⁷Cs from feed into the animal's body at the «Nadiya» farm was 375.3±84.2 Bq/kg, and for ⁹⁰Sr, it was 345.1±98.2 Bq/kg. Significantly lower amounts of radionuclides from the ration entered the animals' bodies at the «Ivanivske» farm, with an average daily intake of ¹³⁷Cs at 174.9 Bq/kg and ⁹⁰Sr at 236.0 Bq/kg. The lowest transfer coefficients of ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr from the daily ration to the body were observed at the NNDC BNAU, with 8.56 Bq for ¹³⁷Cs and 9.69 Bq for ⁹⁰Sr. It was determined that, overall, the muscle tissue of animals received 6.37% of ¹³⁷Cs and 0.06% of ⁹⁰Sr from the ration at the «Nadiya» farm; 2.0% of ¹³⁷Cs and 0.02% of ⁹⁰Sr at the «Ivanivske» farm, and 2.22% of ¹³⁷Cs at the NNDC BNAU. In the case of bones, it was 6.47% of ⁹⁰Sr at the «Nadiya» farm; 5.47% of ⁹⁰Sr at the «Ivanivske» farm, and 0.41% of ⁹⁰Sr at the NNDC BNAU. The obtained results confirmed that ¹³⁷Cs is capable of evenly accumulating in all organs of the animal, while ⁹⁰Sr selectively or predominantly accumulates in specific organs. It was established that under conditions of prolonged intake of radionuclides through the ration into the body of large cattle, 85–90% is excreted with the manure biomass.

Key words: radionuclides, muscle tissue, bones, beef, manure, technological catastrophe.

Sydorenko S.¹, Melnyk Ye.¹, Botsula O.², Koval I.¹, Voron V.¹, Sydorenko S.¹, Hurzhii R.³ Improving the methodology of natural fire hazard assessment for forested lands based on a risk-oriented approach. *Agroecological journal*. 2023. No. 2. P. 74–82.

¹ *Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G.M. Vysotsky*

² *Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

³ *The National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

e-mail: serhii88sido@gmail.com

An analysis of the combustibility of the forests of «Zhovtneve» State Enterprise was carried out, with

the identification of the most fire-prone forests. The distribution of the forest fund plots of each of the researched forestry by classes of natural fire hazard was analyzed. The spatial distribution of the fire density including forest fires as well as wildfires in the 500-meter buffer zone around forest was studied. The article describes a methodology that allows improving the existing methodology for assessing the natural fire hazard of forest lands based on a risk-oriented approach. According to the Kernel density algorithm with the use of desktop GIS systems, a map of the probability of fire occurrence was built. According to the results of the Kernel Density algorithm, the main flammability centers and the density of fires were identified and the territory of the enterprise was divided into classes according to the probability of fires. According to the proposed classification of the fire probability occurrence: low (up to 10.6 cases is the arithmetic average for the entire map); medium (from 10.7 to 28 – 1.01–1.5σ); high (over 28 – over 1.5σ). The integration of the probability of fire occurrence into the scale of natural fire hazard was carried out through the technique of «risk matrices». Thus, the combination of the classes of natural fire hazard classes with the classes of the fire probability occurrence made it possible to obtain an integrated FRS indicator (Fire Risk Score), which includes both: the level of natural fire hazard and the probability of fire occurrence. In order to verify the results, calculations of actual flammability (fire density and flammability by burnt area) were carried out for each class of the national scale of fire hazard and for the FRS classes of each plot. It was found that significant levels of flammability are characteristic only for the first two classes of natural fire hazard (fire density 83.64 cases per 1000 hectares of forests), the flammability of forests with higher natural hazard classes is practically absent, which indicates the need to differentiate the tree stands that are belongs to these two classes. On the other hand, classifying forests with the assignment of points according to FRS revealed an increase in the indicators of forest combustibility and fire density as the FRS indicator increases (at FRS values of 2–3 there are no fires, at FRS values from 4 to 8, combustibility is moderate (from 1.25 to 3.7 cases per 1000 ha), at values above 9 points, the flammability increases sharply and reaches its peak at the FRS value of 13 points (224.5 cases per 1000 ha). Thus, the improved scale based on the risk-oriented approach (fire risk score) more fully reflects the level of danger in the forest based not only on the natural features of the area and fuel complexes characteristics, but also taking into account the spatial location of fire sources and the frequency of fires in each location.

Key words: forest fires, forest protection, fire-hazardscale, fire risk score.

Zabarnyi O.¹, Demyanyuk O.² Assessment of the state and prospects of rapeseed production in Ukraine and in the world. *Agroecological journal*. 2023. № 2. P. 83–90.

¹ *Vinnitsia national agrarian university*

² *Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

The article analyses the statistical data of the United States Department of Agriculture on the main producers, exporters, importers and consumers of rapeseed, oil and meal and establishes that the EU, Canada and China are the leaders in terms of rapeseed production in the world. According to the forecasts, in 23/24 MY almost half of all imported seeds will be from the EU (5.1 mln tonnes) and China (3.0 mln tonnes). Canada is the world's largest exporter of rapeseed and rapeseed products, and it is forecast that about 8.6 mln tonnes of the seeds will be sold to other countries, including the EU and China. Canada has been the largest exporter of rapeseed for many years. According to analysts' forecasts, 8.6 mln tonnes of seeds, which is 48.6% of the total world exports, will be sold to other countries. Canada will export 3.1 mln tonnes of oil and 5.25 mln tonnes of rapeseed meal. In 23/24 MY, the EU countries are forecast to use 25.4 mln tonnes of rapeseed and its products for domestic consumption, while China – 18.4 mln tonnes. According to the State Statistics Service of Ukraine, in 2013, 0.95 mln ha of winter rapeseed were harvested, the gross harvest amounted to 2.28 mln tonnes, and the average yield was 2.40 t/ha. In 2022, the gross harvest of winter rapeseed was 3.25 million tonnes. At the same time, the harvested area was 1.13 mln ha, and the average yield in the country increased to 2.87 t/ha. Thus, over the past 10 years, the sown area in Ukraine has increased by 19%, and the gross seed harvest by 42.4%. The increase in sown areas, gross seed harvest and average yields was driven by improvements in certain elements of winter rape growing technology and the introduction of new varieties and hybrids. The State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine includes 350 varieties and hybrids of winter rape. Over the past 10 years, 306 varieties and hybrids of winter rape have been included in the Register, which is 87.4% of the total. At the same time, 20 varieties and 6 hybrids of winter rape of Ukrainian breeding and 16 varieties and 264 hybrids of foreign breeding were registered.

Key words: winter rapeseed, variety, hybrid, production, consumption, gross yield, yield.

Mosiychuk I., Havryliuk L., Beznosko I., Turovnik Yu. Influence of Vympel 2 and Oracul multicomplex biopreparations and their mixture on spring barley (*Hordeum L.*) plants of different varieties. *Agroecological journal*. 2023. № 2. P. 91–99.

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS.

e-mail: beznoskoirina@gmail.com

The study of mechanisms of biological preparations influence on the plants of agricultural crops in order to improve and regulate their growth is an urgent task in agroecology. So, the article presents the results of studies of changes in biometric parameters

of spring barley plants depending on the effect of biological preparations Vympel 2, Oracle multicomplex and their mixture (Vympel 2 + Oracle multicomplex). The research was conducted on the basis of temporary field experiments (Skvyra research station of organic production of IAEM of the National Academy of Sciences) and at the department of agrobioreources and ecologically safe technologies in the laboratory of biocontrol of agroecosystems and organic production of the IAEM of the National Academy of Sciences. In the course of the work, it was determined that under the influence of the mixture of Vympel 2 + Oracul multicomplex preparations, spring barley plants of varieties Sebastian and Helios, in the phase of full grain maturity, were 10 cm taller compared to the option without treatment (control). This shows that the treatment of spring barley plants with microfertilizer and growth stimulator ensured an increase in the linear dimensions of plants in height in all phases of their development. It has been established that the influence of preparations Vympel 2, Oracul multicomplex and their mixture (Vympel 2 + Oracul multicomplex) enhances the formation of the assimilation apparatus, which improves the conditions for the growth and development of spring barley plants, both due to the stimulating properties of the plant growth regulator and the improvement of soil nutrition conditions from the side of microfertilizer, which affects the formation of high-yielding crops. It was analyzed that the ear length, the number of grains in the ear, and the mass of grains of spring barley plants changed under the influence of the preparations, which depends on the varietal characteristics of the plants and the stimulating effect of the studied preparations. The best results were obtained by using the Vympel 2 + Oracul multicomplex mixture on plants of the Sebastian variety, where the length of the ear was 2 cm higher, and the weight of the grains was 22 g heavier compared to the control variant.

Key words: agrocenosis, biopreparations, growth stimulator, microfertilizer, hydrothermal coefficient, ontogenesis.

Slusar I.¹, Serbeniuk V.¹, Serbeniuk H.² Environmental aspects of mineral fertilizing of perennial grass mixtures on drained organic soils. *Agroecological journal*. 2023. No. 1. P. 100–108.

¹ *National Scientific Center «Institute of Agriculture of NAAS»*

² *National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine*

e-mail: serbenukoo@ukr.net

Environmental protection and effective use of floodplain organic soils of river valleys in the humid zone is associated with the development of sustainable agrosystems, in which 65–75% of the sown area is allocated to perennial grasses. The main measure in the technology of growing perennial grass mixtures is the introduction of mineral fertilizers. The conducted studies show that the highest yield of peren-

nial grass mixtures on average for 2016–2019 was obtained with the introduction of recommended doses of fertilizers obtained on the basis of perennial studies ($N_{45}P_{45}K_{120}$) – 8.9 t/ha, and with the addition of 21/ha Organic Balance – 9.4 t/ha of dry mass; for the yield of 8.5 t/ha for the calculated dose of fertilizers to increase the yield of herbs $N_{45}P_{84}K_{150}$ and 8.3 t/ha for the calculated dose for the planned yield taking into account the content of nutrients in the soil $N_{45}P_{138}K_{293}$. Therefore, the most economically profitable and scientifically justified application of mineral fertilizers to crops of perennial grasses obtained on the basis of long-term scientific data, taking into account soil, climatic and weather conditions. In addition, the introduction of different doses of mineral fertilizers led to their corresponding leaching into the drainage waters, the leaching of NO_3 during the growing season in the version with the recommended dose of fertilizers was 12.3 mg/l, and in the version with the introduction of mineral fertilizers for crop growth ($N_{45}P_{84}K_{150}$) increased leaching into groundwater up to 17.2 mg/l of water. Thus, the economic and ecological evaluation of determination of doses of mineral fertilizers calculated by various methods showed that it is most expedient to determine calculations based on data obtained in long-term studies on crops of perennial grasses.

Key words: ecology, macrofertilizers, calculation methods, drained soils, reclamation, water pollution, perennial grass mixtures.

Hunchak M. Ecotoxicological reasoning for chemical protection systems of apple trees (*Malus*) against harmful organisms in the conditions of the Precarpathian province of the Carpathian mountain zone of Ukraine. Agroecological journal. 2023. No. 2. P. 109–122.

*Chernivtsi branch of the State Institution
«Soils Protection Institute of Ukraine»*

e-mail: chernivtsy_grunt@ukr.net

It was established that the most common phytophagous pests in apple orchards of the Precarpathian province of the Carpathian mountain zone of Ukraine in 2015–2020 were apple fruit borer, aphids, leafhoppers, mites, apple moth, flower eater and Epicometishirta Poda. The most common diseases of apple orchards in the studied area were scab, powdery mildew, fruit rot and moniliosis. On the basis of phytosanitary data, an improved and intensive system of chemical protection of apple orchards against a complex of harmful organisms was developed, which was adapted to the soil and climatic conditions of the Precarpathian province of the Carpathian mountain zone of Ukraine. The system of intensive chemical protection, which included 12 treatments with chemical pesticides provided technical efficiency against pests and diseases from 86.5 to 97.1%, yield at the level of 26.5 t/ha, including 65.8% fruits first class. Using this system, they received a profit of UAH 85,042.10 from 1 ha and a profitability of 66.98%. The

improved protection system ensured a reduction of the pesticide load on the garden ecosystem through the use of low-polarity pesticides. The yield when using the improved protection system was 26.1 t/ha, including 64.7% of the 1st grade, and the technical efficiency ranged from 83.5 to 95.2%. The application of this system made it possible to obtain a profit in the amount of UAH 87,336.89 from 1 ha, with a profitability level of 71.9%. The agro-ecotoxicological index for all protection systems was less than 1, that is, the studied protection systems are not very dangerous and do not lead to ecosystem pollution. For an intensive chemical protection system, this indicator ranged from 0.30 (I_{zon} 0.7) to 0.85 (I_{zon} 0.5). For the improved protection system, AETI ranged from 0.017 (I_{zon} 0.7) to 0.041 (I_{zon} 0.5).

Key words: zonal protection systems, apple tree, pesticides, degree of danger, ecotoxicological risk, phytosanitary status, economic efficiency.

Pryvedeniuk N. Economic efficiency of seedling method when growing St. John's wort (*Hypericum perforatum* L.) under drip irrigation. Agroecological journal. 2023. № 2. P. 123–131.

*Research station of medicinal plants,
Institute of agroecology and environmental
management, NAAS of Ukraine
e-mail: privedenyuk1983@gmail.com*

One of the most popular medicinal plants is St. John's wort (*Hypericum perforatum* L.). The main source of obtaining its raw materials is collecting in natural groups. Quite often, the amount of St. John's wort collected does not satisfy the demand in the domestic market of the country, besides, there are cases that it does not contain a sufficient amount of biologically active substances. Research in recent years shows the high prospects of using medicines made on the basis of St. John's wort as a powerful antiviral agent, especially in the treatment of COVID-19. Therefore, industrial cultivation of this crop to increase the raw material base is relevant. Research on improving the technology of growing St. John's wort was carried out during 2019–2020 at the Research Station of Medicinal Plants of the IAEM of the National Academy of Sciences. The purpose of the research was to determine the effect of plant planting density on the productivity of St. John's wort under drip irrigation and perform calculations to determine the optimal plant planting density from an economic point of view. Studies have shown that with an increase in the density of planting plants, the yield of the crop also increased. The growth of the harvest of raw material – dry grass, correspondingly increased the costs of its production. The sum of all expenses in the first year of cultivation ranged from UAH 192757/ha – in the variant with a density of 42 thousand plants/ha, to UAH 277289/ha – in the variant with the highest studied St. John's wort planting density – 167 thousand plants/ha. From an economic point of view, the most profitable in the first

year is the cultivation of St. John's wort with a planting density of 42–56 thousand plants/ha, a further increase in the planting density of plants reduces the profit, while the profit was UAH 79043–85404/ha, the cost of the raw materials received 63803–73747 UAH/t, with a production profitability of 41.0–41.1%. Analysis of the structure of costs for growing and primary processing of raw materials revealed the factors that most significantly affect the cost of the obtained products. When growing St. John's wort, the most expensive item was the payment of labor, as in the production process, manual labor was used to care for the crops, maintain the irrigation system, dry the received raw materials, and other operations. Labor costs amounted to UAH 71550–77300/ha. In the second year of St. John's wort vegetation, the cost of growing the crop decreased compared to the first year of vegetation, and the yield of dry raw materials increased, as a result, the economic indicators were significantly higher. The amount of costs was from UAH 152810 to UAH 160364/ha, depending on the density of planting. The profit was from 175690 to 196036 hryvnias/ha, the profitability of production was from 115.0 to 122.2%. The cost of one ton of dry raw materials ranged from UAH 40496 to UAH 41866. An essential item of expenses in the second year of growing St. John's wort remains the payment of labor, with an increase in St. John's wort productivity, it increased, in the version with a planting density of 42 thousand plants/ha with a crop yield of 3.5 t/ha of dry raw materials, it amounted to UAH 60950/ha. The highest labor costs of UAH 64955/ha were in the variant with a planting density of 83 thousand plants/ha, where the highest yield of dry raw materials was 3.96 t/ha. From an economic point of view, in the second year of vegetation, the most profitable is the cultivation of St. John's wort with a density of 83 thousand plants/ha, for which the highest economic indicators were obtained. The high efficiency of the seedling method of growing St. John's wort under drip irrigation conditions has been proven.

Key words: planting density, productivity, cost of raw materials, profit, profitability of cultivation, cost structure.

Matusevich G.¹, Bagatcka O.², Kudryavtsev A.², Grinko A.², Shabalkov D.² Influence of monopotassium phosphate fertilizer on vegetable crops yield and indicators of fruit quality and safety. *Agroecological journal*. 2023. No. 2. P. 132–140.

¹ *Institute of Agroecology and Environmental management of NAAS*

² *L.I. Medved's Research center of preventive toxicology, food and chemical safety, Ministry of health, Ukraine (State enterprise)*

e-mail: matusevichgalina1971@gmail.com

Research new mineral fertilizer of monopotassium phosphate (MPP) regarding the impact (effects) on biometric indicators, yield, quality and safety of vegetable crops was conducted. We studied the effect of

MPP on the growth and development of tomatoes and cucumbers at different rates of use. When using MPP, tomato biometric indicators increased: the height of the plants is 6.7–8.2 cm, stem diameter – by 0.9–1.2 cm, leaf area – by 4.2–9.7 dm² compared to the control and cucumbers: plant height – by 9.4–41.5 cm, stem diameter – by 0.2–0.5 cm compared to the control. It was established that with foliar feeding of open ground vegetables, an increase in the yield of tomatoes to 48.0–49.2 t/ha and cucumbers to 3.9–4.7 t/ha is observed, compared to the control variant 41.4 and 3.1 t/ha, respectively, and the quality of fruits increases significantly. The content of dry matter, sugar, and vitamin C indicate the quality of the fruits of vegetable crops. The dry matter content of cucumbers was 4.1–4.8%, which is 0.2–0.9% more than in the control. The content of sugar and vitamin C had a similar tendency to increase. If in the control their content was 1.1% and 13.7 mg/kg, then when applying fertilizer the content increased by 0.6–1.5%; of vitamin C – by 11.2–18.2%. The content of dry matter of tomatoes was 7.3–7.7%, which is 0.8–1.2% more than in the control. The content of sugar, vitamin C, and carotene also increased: in the control, their content was 3.1%, 15.2 mg/kg, and 12.9 mg/kg, when the fertilizer was used, the content increased: sugar by 0.8–1.1%; vitamin C – by 5.9–13.0%; carotene – by 6.2–13.7%, respectively. Fruit acidity increased by 0.23–0.13%. The content of heavy metals (Zn, Cu, Pb, Cd, Ni, Co) in the composition of the MKP does not exceed the maximum permissible concentrations specified in the Ukrainian and European standards. Application of fertilizer taking into account the biologically justified rates of consumption will not lead to a significant change in gross (Zn, Cu, Ni, Co, Pb, Cd, As, Mn, Cr, Hg) and mobile (Zn, Cu, Ni, Co, Pb, Cd) forms of heavy metals in the soil. According to the content of natural radionuclides, monopotassium phosphate corresponds to the current Ukrainian regulatory documents. Agricultural products grown with the use of fertilizer meet hygienic requirements regarding the content of heavy metals (Cu, Zn, Cd, Pb) and are safe for human health.

Key words: mineral nutrition, biometric indicators, dry matter, vitamin c, productivity, heavy metals, radionuclides.

Demydov O.¹, Los R.¹, Dubovyk N.², Gumeniuk O.¹, Kyrylenko V.¹, Pradvziva I.¹, Sabadyn V.², Vlasenko I.³ Formation of grain quality indicators of winter wheat (*Triticum* L.) varieties depending on agrotechnical and environmental factors. *Agroecological journal*. 2023. No. 2. P. 141–149.

¹ *V.M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat, National Academy of Sciences of Ukraine*

² *Bila Tserkva National Agrarian University of the Ministry of Education and Science of Ukraine*

³ *National Academy of Agrarian Sciences*

e-mail: natalyadubovyk25@gmail.com

When growing grain crops, it is important to increase not only the yield of grain, but also its quality indicators, which determine the technological, flour-milling and baking properties and market value of grain. The study was conducted in a four-factor field experiment in the fields of the V.M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat NAAS of Ukraine (MIW) located in the central part of the Forest-Steppe of Ukraine in 2018/19–2020/21 (factor B). The object of the research were five new winter wheat varieties bred at Myronivka (MIP Fortuna (G1), MIP Lada (G2), MIP Yuvileina (G3), Aurora Myronivska (G4)) and one variety of hard winter wheat MIP Lakomka (G6) – in comparison with the standard Podolianka (factor A). The experiments were laid down after two preceding crops sunflower, soybean (factor C), sowing was carried out on September 25 and October 5 with a deviation of 1–3 days (factor D). Experiments were laid down: after two predecessors such as sunflower, soybean – factor C; sowing was carried out on September 25 and October 5 with a deviation of 1–3 days – factor D. The maximum range of variation of the interaction year×predecessor was revealed by the sedimentation index (from 0.2% G3 'MIP Yuvileina' to 20.7% G2 'MIP Fortuna'), pulp porosity (from 0.3% G2 'MIP Fortuna' to 35.4% G4 'MIP Lakomka'), flour strength (from 0.5% G1 'Podolyanka' to 22.3% G4 'MIP Lakomka'); the interaction of year×sowing period – in the volume of bread (from 0.5% G3 'MIP Yuvileina' to 20.7% G5 'MIP Lada'), flour strength (from 0.7% G4 'MIP Lakomka' to 36.4% G2 'MIP Fortuna'); the interaction predecessor×sowing period – by the nature of the grain (from 0.1% G2 'MIP Fortuna' to 17.8% G5 'MIP Lada'), the sedimentation index (from 0.0% G3 'MIP Yuvileina' to 17.5% G5 'MIP Lada'); interaction of year×predecessor×sowing period – by grain type (from 0.3% G3 'MIP Yuvileina' to 15.5% G5 'MIP Lada'), flour strength (from 1.3% G6 'Aurora Myronivska' to 34.2% G2 'MIP Fortuna'); unaccounted for factors – by sedimentation rate (from 6.7% G4 'MIP Lakomka' and G5 'MIP Lada' to 34.9% G3 'MIP Yuvileina'), pulp porosity (from 7.5% G4 'MIP Lakomka' up to 56.6% G3 'MIP Yuvileina').

Key words: protein, gluten, grain nature, weight of 1000 grains, genotype, factor.

Prymak I.¹, Voytovyk M.¹, Hornovska S.¹, Pokotylo I.¹, Fedoruk Yu.¹, Prysiazhniuk N.¹, Nagorنيuk O.², Panchenko O.¹, Obrazhii S.¹ Efficiency of different tillage, fertilization systems under short crop rotation and their influence on phytosanitary condition of agrocenoses. *Agroecological journal*. 2023. No. 2. P. 150–163.

¹ Bila Tserkva National Agrarian University

² Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS

e-mail: gornovskayasvetlana@ukr.net

The main restraining factor of the widespread introduction of minimization of mechanical tillage into the domestic agricultural practice was and remains the problem of deterioration of the phytosanitary state of agrophytocenoses and the soil environment. Intensive use of pesticides, especially in violation of the regulations of their use, does not solve the problem, and often, on the contrary, aggravates it. Ukraine ranks sixth-seventh in the world in terms of contamination of plant products with pesticide residues. Agricultural practice proves that all pesticides are toxic to humans, and many of them also have mutagenic activity. They also cause great harm to living nature, suppressing the biological activity of soils, destroying pollinating insects, etc. Given this, the value of mechanical cultivation in regulating the phytosanitary state of agrobiocenoses and soil will increase, especially in ecological and organic agriculture. Research (2020–2022) on the chernozems of the typical experimental field of Bila Tserkva National Agrarian University established changes in the phytosanitary state of the agrobiocenoses of the field specialized grain five-field crop rotation and its productivity under different systems of the main cultivation of the chernozem soil of a typical low-humus medium loam in the Right Bank Forest Steppe of Ukraine, namely: shelf-disc the treatment has an advantage only in terms of significant limitation of dark brown spotting on winter wheat for sowing after buckwheat. In the remaining cases, it was significantly inferior to control. Indicators of the phytosanitary state of agrobiocenoses significantly worsen with constant soil disking. Discless tillage has an advantage only in terms of significant limitation of dark brown spotting on winter wheat after sowing after buckwheat. In the remaining cases, it was significantly inferior to control. Indicators of the phytosanitary state of agrobiocenoses significantly worsen with constant soil disking. The abundance of weeds is insignificantly lower under differentiated than shelf-disc cultivation. Fertilizer systems did not affect weediness, but worsened other indicators of phytosanitary status. With differentiated cultivation, the population of larvae of the winter weevil and the prevalence of helminth sporous root rot, powdery mildew and septoriosis of winter wheat after buckwheat, as well as the abundance of the meadow butterfly and wireworm in the agrophytocenosis of corn, are significantly reduced. Productivity of crop rotation is almost at the same level for shelf-disc and differentiated tillage. With chisel-disk and disk processing, it is significantly reduced. In a five-field field row crop rotation, differentiated tillage is recommended, in which deep (25–27 cm) plowing is performed only in one field under the row crop, where manure is applied, and in the rest of the fields, plowing and disc tillage to different depths, taking into account biological features of agricultural crops.

Key words: weeds, pests, pathogens, productivity, predecessor, plowing.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

БАБАНЬ Вікторія Петрівна, кандидат сільськогосподарських наук, Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Київська обл., Україна (e-mail: viktoriya_baban@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3590-8214>)

БАГАЦЬКА Олена Миколаївна, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Державне підприємство «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені акад. Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України», м. Київ, Україна (e-mail: bagazkaj@ukr.net; ORCID: <https://orsid.org/0009-0002-3372-2352>)

БЕЗНОСКО Ірина Володимирівна, кандидат біологічних наук, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: beznoscoirina@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2217-5165>)

БОЦУЛА Олександр Іванович, кандидат економічних наук, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: botsulaiar@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7047-0102>)

ВЕРЕД Петро Іванович, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Київська обл., Україна (e-mail: vered.petro@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6548-4622>)

ВЛАСЕНКО Інна Сергіївна, доктор філософії, Національна академія аграрних наук України, м. Київ, Україна (e-mail: InnaV_S@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6120-649X>)

ВОЙТОВИК Михайло Вікторович, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Київська обл., Україна (e-mail: zemlerobstvo_@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-8420-3222>)

ВОРОН Володимир Пантелеймонович, доктор сільськогосподарських наук, Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації імені Г.М. Висоцького, м. Харків, Україна (e-mail: 52corvus@gmail.com)

ГАВРИЛЮК Лілія В'ячеславівна, доктор філософії, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: gavriluklilia410@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6901-0766>)

ГЕРАСИМЕНКО Віктор Юрійович, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Київська обл., Україна (e-mail: viktor.herasymenko@btsau.edu.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5678-9624>)

ГОРНОВСЬКА Світлана Володимирівна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Київська обл., Україна (e-mail: gornovskayasvetlana@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8244-3523>)

ГОРОДИСЬКА Інна Миколаївна, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: anni0479@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1580-3450>)

ГРИНЬКО Алла Петрівна, кандидат хімічних наук, Державне підприємство «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені акад. Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України», м. Київ, Україна (e-mail: alla.grynko.medved@gmail.com; ORCID: <https://orsid.org/0000-0002-2865-0385>)

ГУМЕНЮК Олександр Володимирович, кандидат сільськогосподарських наук, Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла НААН, с. Центральне, Обухівський р-н, Київська обл., Україна (e-mail: alexgymenyuk@ukr.net; ORCID: <https://orsid.org/0000-0002-1147-088X>)

ГУНЧАК Михайло Володимирович, кандидат сільськогосподарських наук, Чернівецька філія ДУ «Держгрунтохорона», м. Чернівці, Україна (e-mail: gunchak00@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3521-8531>)

ГУРЖІЙ Роман Віталійович, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна (e-mail: roman.hurzhi@nubip.edu.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3777-749X>)

ДЕМИДОВ Олександр Анатолійович, доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН, Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла НААН, с. Центральне, Обухівський р-н, Київська обл., Україна (e-mail: mwheats@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5715-2908>)

ДЕМ'ЯНЮК Олена Сергіївна, доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна, 03143 (e-mail: demolena@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4134-9853>)

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>)

ДУБОВИК Наталія Сергіївна, кандидат сільськогосподарських наук, Білоцерківський національний аграрний університет МОН України, м. Біла Церква, Київська обл., Україна (e-mail: natalyadubovyk25@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1473-9565>)

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>)

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>)

КИРИЛЕНКО Віра Вікторівна, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла НААН, с. Центральне, Обухівський р-н, Київська обл., Україна (e-mail: verakurulenko@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8096-4488>)

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>)

КОВАЛЬ Ірина Михайлівна, доктор сільськогосподарських наук, Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації імені Г.М. Висоцького, м. Харків,

Україна (e-mail: koval_iryana@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6328-1418>)

КОРОЛЬ Алла Петрівна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Київська обл., Україна (e-mail: decbtft@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-2960-6725>)

КУДРЯВЦЕВА Алла Григорівна, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, Державне підприємство «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені акад. Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України», м. Київ, Україна (e-mail: amulka76@gmail.com; ORCID: <https://orsid.org/0000-0002-6988-6140>)

КУЧМА Тетяна Леонідівна, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: tanyakuchma@yahoo.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9328-5919>)

ЛЩУК 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>)

ЛОСЬ Руслан Миколайович, Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла НААН, с. Центральне, Обухівський р-н, Київська обл., Україна (e-mail: losruslan05092022@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1932-3312>)

МАТУСЕВИЧ Галина Дмитрівна, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: matusevichgalina1971@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-6513-5287>)

МЕЛЬНИК Євген Євгенович, кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник, Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації імені Г.М. Висоцького, м. Харків, Україна (e-mail: wudckij1985@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9821-2751>)

МОСІЙЧУК Ірина Іванівна, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: mi97.dolina@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3830-2912>)

НАГОРНЮК Оксана Миколаївна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: onagornuk@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6694-9142>)

САБАДИН Валентина Яківна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Білоцерківський національний аграрний університет МОН України, м. Біла Церква, Київська обл., Україна (e-mail: sabadinv@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8397-8973>)

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/0000-0003-0175-6621>)

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>)

СИДОРЕНКО Світлана Вікторівна, кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник, Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації імені Г.М. Висоцького, м. Харків, Україна (e-mail: svit23sydorenko@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1426-7614>)

СИДОРЕНКО Сергій Григорович, кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник, Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації імені Г.М. Висоцького, м. Харків, Україна (e-mail: serhii88sido@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5972-0067>)

СЛЮСАР Іван Тимофійович, доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН, Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН», Фастівський р-н, Київська обл., Україна (e-mail: sliusarit@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8980-5160>)

СКИБА Володимир Віталійович, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Київська обл., Україна (e-mail: bezpeku@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3605-1147>)

СОВА Людмила Олегівна, Національний університет «Києво-Могилянська академія»,

м. Київ, Україна (e-mail: l.sova@ukma.edu.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3197-9616>)

СОЛОМАХА Володимир Андрійович, доктор біологічних наук, професор, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: v.sol@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3975-5366>)

СОЛОМАХА Ігор Володимирович, кандидат біологічних наук, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: i_solo@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8853-2973>)

ОБРАЖІЙ Сергій Володимирович, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Київська обл., Україна (e-mail: obragiySV_@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3532-6655>)

ОЛІЙНИК Галина Богданівна, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: oliinykgalina18@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4582-0091>)

ПАНЧЕНКО Олександр Борисович, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Київська обл., Україна (e-mail: zemlerobstvo_@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-3736-0336>)

ПЕРЦЬОВИЙ Іван Васильович, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Київська обл., Україна (e-mail: pertsovy@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5042-3771>)

ПОКОТИЛО Ігор Анатолійович, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Київська обл., Україна (e-mail: pokotyloi@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1594-2335>)

ПРАВДЗИВА Ірина Володимирівна, Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла НААН, с. Центральне, Обухівський р-н, Київська обл., Україна (e-mail: irinapravdziva@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0808-1584>)

ПРИВЕДЕНЮК Назар Валерійович, кандидат сільськогосподарських наук, Дослідна станція лікарських рослин Інституту агроєкології і природокористування НААН, с.Березоточа, Лу-

бенський р-н, Полтавська обл., Україна (e-mail: privedenyuk1983@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0748-8083>)

ПРИМАК Іван Дмитрович, доктор сільськогосподарських наук, професор, Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Київська обл., Україна (e-mail: ivan.prymak@btsau.edu.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0094-3469>)

ПРИСЯЖНЮК Наталія Михайлівна, кандидат ветеринарних наук, доцент, Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Київська обл., Україна (e-mail: natasha.prisjajhnjuk@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4737-0143>)

РАЙЧУК Людмила Анатоліївна, кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: edelvice@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2552-4578>)

РОЗПУТНИЙ Олександр Іванович, доктор сільськогосподарських наук, професор, Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Київська обл., Україна (e-mail: bezpeku@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2005-990X>)

ТИТАРЬОВА Олена Михайлівна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Київська обл., Україна (e-mail: olenakosyanenko@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4820-809X>)

ТУРОВНИК Юлія Анатоліївна, доктор філософії, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: turovnikyulia@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0169-4262>)

ФЕДУРУК Юрій Васильович, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Київська обл., Україна (e-mail: fedoruky_4@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3921-7955>)

ХАРЧИШИН Віктор Миколайович, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Київська обл., Україна (e-mail: econanobiotech@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3403-3535>)

ЧОБОТЬКО Григорій Михайлович, доктор біологічних наук, професор, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: chobotko@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8228-4331>)

ЧОРНОБРОВ Олександр Юрійович, кандидат сільськогосподарських наук, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: oleksandr.chornobrov@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8251-1573>)

ШАБАЛКОВ Дем'ян Олександрович, Державне підприємство «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені акад. Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України», м. Київ, Україна (e-mail: damian23shab@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-2599-8454>)

ШВИДЕНКО Ірина Костянтинівна, кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: favor09@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6135-8968>)

ПРАВИЛА ДЛІА 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 журналі 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 анотації 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 аббревіатура, подавати її в дужках при першому згадуванні. Автори мають дотримуватися правильної галузевої термінології (див. ДСТУ, СОУ), терміни мають бути уніфікованими.

Викладення результатів досліджень має закінчатись не в переказі змісту таблиць і рисунків, а у визначенні закономірностей, що з них випливають. В обговоренні результатів слід показати причинно-наслідковий зв'язок між одержаними ефектами, порівняти одержані дані та показати їх новизну. 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, анотації, 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 телефонами: (044) 522-60-62.
E-mail: agroecojournal@ukr.net