



ISSN 2310-4678

НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ

ЗБАЛАНСОВАНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

1/2025



ЗБАЛАНСОВАНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Виходить 4 рази на рік

№ 1/2025

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Головний редактор

ДРЕБОТ ОКСАНА ІВАНІВНА

д.е.н., професор, академік НААН

Відповідальний секретар

ВИСОЧАНСЬКА Марія Ярославівна

д.е.н., с.д.

- Антоненко Ірина Ярославівна** • д.е.н., професор (Київ)
Бадрі Гечбая • д.е.н., професор (Грузія)
Вежбінський Богдан • д.е.н., професор (Республіка Польща)
Грановська Людмила Миколаївна • д.е.н., професор,
член-кореспондент НААН (Одеса)
Дем'янюк Олена Сергіївна • д.с.-г.н., професор,
член-кореспондент НААН (Київ)
Добряк Дмитро Семенович • д.е.н., член-кореспондент НААН (Київ)
Дубас Ростислав Григорович • д.е.н., професор (Київ)
Ілієв Іван Олександрович • д. н., професор (Болгарія)
Йошіхіко Окабе • д.е.н., професор (Японія)
Копій Леонід Іванович • д.с.-г.н., професор (Львів)
Кузін Наталія Василівна • д.е.н., доцент, професор (Біла Церква)
Москаленко Анатолій Михайлович • д.е.н., професор,
член-кореспондент НААН (Чернігів)
Мудрак Олександр Васильович • д.с.-г.н., професор (Вінниця)
Новаковська Ірина Олексіївна • д.е.н., професор, член-кореспондент НААН
(Київ)
Паляничко Ніна Іванівна • д.е.н., старший науковий
співробітник (Київ)
Собчик Вікторія • д.с.-г.н., професор (Республіка Польща)
Тараріко Олександр Григорович • д.с.-г.н., професор, академік НААН (Київ)
Фурдичко Орест Іванович • д.е.н., д.с.-г.н., професор, академік НААН
(Київ)
Шерстобоева Олена Володимирівна • д.с.-г.н., професор (Київ)
Шершун Микола Харитонович • д.е.н., професор (Київ)
Юхновський Василь Юрійович • д.с.-г.н., професор (Київ)

Засновники:

Інститут агроекології і природокористування НААН

ТОВ “Екоінвестком”

Свідоцтво про реєстрацію

КВ № 18960-7750 Р від 29.05.2012 р.

Видавець:

ТОВ “Екоінвестком”

Свідоцтво про реєстрацію

ДК № 4293 від 02.04.2012 р.

Адреса редакції:

03143, м. Київ, вул. Метрологічна, 12

тел./факс: (044) 526–33–36

www.natureus.org.ua

e-mail: nature_us@ukr.net

Журнал включено

до Переліку наукових фахових видань України (Категорія “Б”)

згідно з наказом Міністерства освіти і науки України № 409 від 17.03.2020 р.

за такими спеціальностями: 051 — Економіка, 101 — Екологія,

201 — Агрономія, 205 — Лісове господарство.

Журнал включено

до міжнародних інформаційних та наукометричних баз:

RePEc, Research Bible, Google Scholar,

Advanced Science Index, Polska Bibliographia Naukowa.

Рекомендовано до друку

Вченою радою Інституту агроекології

і природокористування НААН

(протокол № 2 від 24.02.2025 р.).

Відповідальність за добір і викладення фактів несуть автори.

Точка зору редколегії не завжди збігається з позицією авторів.

Підписано до друку 28.02.2025 р. Формат 60×84/8. Друк офсетний.

Ум. друк. арк. 20,46. Наклад 300 прим. Зам. № ЗП-01-25.

Оригінал-макет та друк ТОВ “ДІА”. 03022, Київ-22, вул. Васильківська, 45.

**Дребот О.І., Височанська М.Я.,
Сахарнацька Л.І., Мельник П.П.,
Щавінська А.Л.**

Теоретичні та практичні аспекти
низьковуглецевої трансформації
економіки. 5

**Мішенін Є.В., Височанська М.Я.,
Палапа Н.В., Зіновчук Н.В.,
Бендасюк О.О.**

Сучасний стан і стратегічні
орієнтири повоєнного розвитку
ринку лікарських рослин:
еколого-економічний аспект 14

Дребот О.І., Клим Н.М.

Концептуальні аспекти розвитку
рекреаційного природокористування
в контексті євроінтеграційних
процесів. 25

Ковалів О.І.

Зasadничі конституційні імперативи
як чинники державності й життєдайності
на українській землі. 32

Дребот О.І., Мельников О.В.

Стан і перспективи розвитку ринку
органічної сільськогосподарської продукції
України в умовах війни 47

**Тараріко О.Г., Дем'янюк О.С., Ільєнко Т.В.,
Солоха М.О., Лиховид П.В.**

Супутниковий інформаційний ресурс —
сучасний потенціал для вирішення
екологічних проблем агросфери України. 55

Зінчук Н.А., Мовчан В.О.

Особливості використання комп'ютерних
технологій при моделюванні екологічних
ландшафтних просторів. 72

Маліновська О.Я., Ватуляк Р.Я.

Теоретичні підходи до стимулювання
економічного розвитку регіонів. 78

Мартиненко В.В.

Розподіл і динаміка площ осередків
всихання соснових деревостанів
за лісотаксаційними показниками в лісах
природного заповідника "Древлянський". 84

**Drebot O., Vysochanska M.,
Sakharnatskaya L., Melnyk P.,
Shchavinska A.**

Theoretical and practical aspects
of low-carbon economic
transformation. 5

**Mishenin Ye., Vysochanska M.,
Palapa N., Zinovchuk N.,
Bendasiuk O.**

The current state and strategic
guidelines for the post-war development
of the medicinal plant market:
environmental and economic aspect. 14

Drebot O., Klym N.

Conceptual aspects of the development
of recreational nature management
in the context of European integration
processes 25

Kovaliv O.

Fundamental constitutional imperatives
as factors of stateship and viability
on Ukrainian land. 32

Drebot O., Melnykov O.

The state and prospects of the development
of the market of organic agricultural products
in Ukraine in the context of war 47

**Tarariko O., Demyanyuk O., Iliencko T.,
Solokha M., Lykhovyd P.**

Satellite information resource —
modern potential for solving ecological
problems of Ukraine's agrosphere 55

Zinchuk N., Movchan V.

Features of the use of computer
technologies in modeling ecological
landscape spaces 72

Malinovska O., Vatuliak R.

Theoretical approaches to stimulating
regional economic development. 78

Martynenko V.

Distribution and dynamics of the drying
areas of pine stands according to forest
taxonomic indicators in the Drevlianskyi
Nature Reserve 84

ЗМІСТ

**Примак І.Д., Присяжнюк Н.М.,
Федорук Ю.В., Войтовик М.В.,
Павліченко А.А., Нагорнюк О.М.**

Структурний стан чорнозему типового
за різних систем основного обробітку
в спеціалізованій п'ятипільній
сівозміні Правобережного
Лісостепу України..... 94

Морозова Л.П.

Контроль концентрації мікроелемента
феруму в субстраті при вирощуванні
томатів в умовах захищеного
грунту 108

Шевченко Л.А., Сасіна Т.С.

Антагоністична активність бактерій
роду *Bacillus*, виділених із поверхні
гранул мінеральних добрив..... 118

Барабан К.І.

Дослідження екологічної структури
деревної рослинності та визначення
коефіцієнта фітомеліоративної
ефективності терикона шахти
“Межирічанська” Львівсько-Волинського
вугільного басейну..... 127

**Каменщук Б.Д., Ткач Є.Д.,
Бунас А.А., Кривулько М.В.**

Вплив систем захисту від бур'янів
на формування асиміляційної поверхні
листя рослин соняшнику..... 136

**Борко Ю.П., Вдовенко С.А., Корсун С.Г.,
Болоховський В.В., Болоховська В.А.**

Функціонування мікробного комплексу
сірого лісового ґрунту в агроценозі
кукурудзи за дії біопрепаратів..... 144

**Любинський О.І., Мудрак О.В.,
Любінська Л.Г., Мудрак Г.В.,
Любінська І.Б.**

Особливості реалізації
стратегії сталого розвитку
м. Кам'янець-Подільський..... 155

Мудрак О.В., Ключанюк В.В.

Еколого-географічна характеристика
заповідних об'єктів басейну річки Згар..... 165

Правила для авторів..... 175

CONTENTS

**Prymak I., Prysiazhniuk N.,
Fedoruk Yu., Voitovyk M.,
Pavlichenko A., Nagorniuk O.**

The structural state of typical chernozem
under different main cultivation systems
in a specialized five-field crop rotation
of the Right-Bank Forest-Steppe
of Ukraine 94

Morozova L.

Control of the concentration
of the microelement of ferrum
in the substrate when growing tomatoes
in protected soil conditions 108

Shevchenko L., Sasina T.

Antagonistic activity of *Bacillus*
bacteria isolated from the surface
of mineral fertilizer granules 118

Baraban K.

Research of the ecological structure
of woody vegetation and determination
of the coefficient of phytomeliorative
efficiency of the Mezhyrichanska
mine spoil heap in the Lviv-Volyn
coal basin..... 127

**Kamenshchuk B., Tkach Ye.,
Bunas A., Kryvulko M.**

Influence of weed control systems
on the formation of the assimilation surface
of sunflower plants leaves 136

**Borko Yu., Vdovenko S., Korsun S.,
Bolokhovskiy V., Bolokhovska V.**

Functioning of the microbial complex
of gray forest soil in the maize agroecosystem
under the influence of biological products... 144

**Liubynskiy O., Mudrak O.,
Lyubinska L., Mudrak H.,
Liubynska I.**

Features of the implementation
of the sustainable development strategy
Kamianets-Podilsky 155

Mudrak O., Klochaniuk V.

Ecological and geographical characteristics of
the reserved objects of the Zgar river basin 165

Rules for authors..... 175

ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ЕКОНОМІКИ

О.І. Дребот

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>

М.Я. Височанська

доктор економічних наук, старший дослідник
Інститут агроєкології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: mariya_vysochanska@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2116-9991>

Л.І. Сахарнацька

кандидат економічних наук, доцент ДВНЗ
“Ужгородський національний університет” (м. Ужгород, Україна)
e-mail: liudmyla.sakharnatska@uzhnu.edu.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5863-4917>

П.П. Мельник

доктор економічних наук, старший науковий співробітник
Інститут агроєкології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: melnikpp@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6083-677X>

А.Л. Щавінська

e-mail: schavinskaa@gmail.com;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1211-0034>

У статті визначено та проаналізовано теоретичні та практичні аспекти низьковуглецевої трансформації економіки як ключового елементу сталого розвитку. Обґрунтовано основні стратегії та методи реалізації концепцій низьковуглецевого розвитку в контексті сучасних викликів із питань зміни клімату та стійкості економіки. Визначено, що низьковуглецева трансформація економіки вимагає комплексного підходу, який об'єднує теоретичні знання з практичними заходами для досягнення сталого й ефективного розвитку, а також проаналізовано виклики та можливості низьковуглецевої трансформації економіки. Доведено, що правильне впровадження відновлюваних джерел енергії, енергоефективності та інших стійких технологій у різних секторах допоможе досягти декарбонізації за найменших можливих витрат. Розроблено рекомендації для успішної низьковуглецевої трансформації економіки.

Ключові слова: сталий розвиток, зміна клімату, енергоефективність, відновлювана енергетика, міжнародні угоди, економічна стійкість, стратегії розвитку, практичні ініціативи, сталість економічних моделей.

ВСТУП

Згідно з прогнозами Міжурядової групи експертів із питань зміни клімату, якщо не буде вжито заходів щодо скорочення викидів парникових газів, до кінця століття температура на Землі може підвищитися на 3–5 градусів Цельсія. Це призведе до катастрофічних наслідків, таких як підвищення рівня моря, екстремальні погодні явища та зниження врожайності. В останні роки дедалі більше країн та організацій визнають, що низьковуглецева економіка є ключем до сталого розвитку. Це означає, що економіка повинна розвиватися без шкоди для навколишнього середовища та здоров'я людей. Багато країн уже впровадили

або планують впровадити політику, спрямовану на скорочення викидів парникових газів. Наприклад, Європейський Союз у 2015 році прийняв Паризьку угоду, яка передбачає скорочення викидів парникових газів на 40% до 2030 року. У цьому контексті низьковуглецева трансформація економіки є актуальним і важливим завданням для всіх країн світу. Вона вимагає комплексного підходу, який охоплює як теоретичні дослідження, так і практичні заходи [1–3]. Сучасний економічний розвиток відзначається високим рівнем споживання енергії, інтенсивним забрудненням навколишнього середовища та значними викидами парникових газів, головним чином через використання ви-

копних видів палива. Це призводить до низки екологічних проблем, включаючи глобальне потепління, дефіцит енергетичних ресурсів та загрозу екологічній безпеці. Ці суперечності між екологічними проблемами та економічним розвитком є обмежуючим фактором для соціально-економічного прогресу, що підкреслює необхідність переходу до низьковуглецевого розвитку. Адже цей перехід передбачає скорочення глобальних викидів парникових газів для пом'якшення наслідків зміни клімату. Поступово ця тенденція стає новим драйвером зростання світової економіки.

Метою статті є визначення теоретичних і практичних аспектів низьковуглецевої трансформації економіки.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Дослідженням теоретичних і практичних аспектів низьковуглецевої трансформації економіки в Україні присвячені наукові праці визначних учених, які зробили чималий внесок у цю галузь. Праці О. Алімова зосереджені на теоретичних аспектах переходу до низьковуглецевої економіки. Він акцентує на визначенні стратегій і механізмів для зниження викидів і підвищення стійкості економіки до змін клімату. Наукові доробки О. Амоші спрямовані на практичні аспекти низьковуглецевої трансформації в промисловості та інших галузях. Він розглядає конкретні ініціативи та технології для зменшення вуглецевого сліду. Дослідження О. Балашова фокусуються на аналізі виробничого та експортного потенціалу української економіки в контексті низьковуглецевої трансформації. Він визначає ключові виклики та можливості для ефективного розвитку. Праці З. Варналія стосуються аналізу впливу Угоди про асоціацію з ЄС на низьковуглецеву стратегію. Він розглядає не лише переваги, але й виклики, що виникають під час впровадження нових стандартів і підходів.

Ці вчені разом з іншими формують активну наукову спільноту, яка вивчає та обговорює теоретичні і практичні питання, пов'язані з низьковуглецевою трансформацією економіки в Україні. Важливо зазначити, що в деяких наукових доробках вказується на недостатню увагу до оцінки перспектив розвитку галузі, особливо після підписання Угоди про асоціацію з ЄС.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Методологічну базу дослідження становлять праці вітчизняних і зарубіжних вчених із проблем запровадження низьковуглецевої трансформації економіки, законодавчі й норма-

тивні акти, методологічні та інструктивні матеріали у сфері економіки природокористування. Для досягнення зазначеної мети використано метод логічного узагальнення — для теоретичного обґрунтування важливих поставлених завдань та уточнення змістовності ключових понять дослідження.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Аналізуючи досвід світових учених, можна сформулювати *загальні визначення*: низьковуглецева трансформація економіки — це процес переходу від економіки, яка продукує великі обсяги вуглецю та інших шкідливих викидів, до економіки, яка мінімізує вплив на навколишнє середовище та вуглецевий слід. Цей процес включає як теоретичні, так і практичні аспекти, що охоплюють широкий спектр галузей та сфер діяльності.

Також було проаналізовано визначення міжнародних організацій, які вивчають наслідки змін клімату та низьковуглецевий розвиток [4–5].

Міжурядова група експертів із питань зміни клімату: “Низьковуглецевий розвиток — це розвиток, який характеризується мінімальними викидами парникових газів. Він передбачає перехід до економіки, яка не використовує викопне паливо, а використовує відновлювані джерела енергії та енергоефективні технології” [8].

Всесвітній банк: “Низьковуглецева трансформація економіки — це процес переходу від економіки, яка базується на викопному паливі, до економіки, яка базується на відновлюваних джерелах енергії та енергоефективних технологіях. Цей процес вимагає масштабних змін у способі виробництва, споживання та розподілу енергії” [6].

Організація економічного співробітництва та розвитку: “Низьковуглецева економіка — це економіка, яка має низькі викиди парникових газів. Вона досягається шляхом переходу до відновлюваних джерел енергії, енергоефективних технологій та інших заходів, які зменшують викиди” [2].

Ключові відмінності між поняттями:

Низьковуглецевий розвиток — це більш широке поняття, яке охоплює не тільки економічні, але й екологічні та соціальні аспекти.

Низьковуглецева трансформація економіки — це більш вузьке поняття, яке фокусується на економічних аспектах переходу до низьковуглецевої економіки (рис. 1).

Низьковуглецева трансформація економіки належить до стратегії переходу до господарства, яке продукує менше вуглецю, щоб зменшити вплив на зміну клімату.

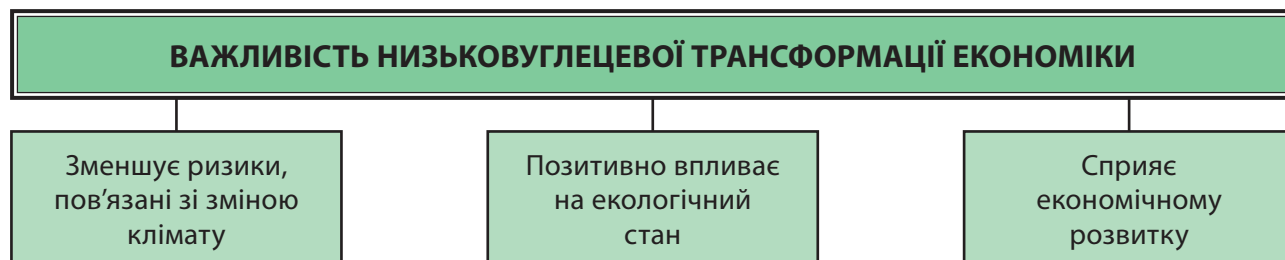


Рис. 1. Низьковуглецева трансформація економіки

Джерело: сформовано авторами.

■ Основні теоретичні аспекти:

- *Концепція “зеленого” зростання* — це підхід, який спрямований на забезпечення економічного зростання, враховуючи водночас екологічні аспекти та ресурсозбереження.
- *Теорія інновацій*: інновації відіграють важливу роль у низьковуглецевій трансформації. Нові технології та підходи можуть допомогти зменшити викиди парникових газів.
- *Теорія економічної ефективності енергетичних технологій*: досліджує, як енергоефективність може бути покращена, оскільки це може вплинути на економічну продуктивність.
- *Економічні інструменти для регулювання забруднення*: розглядаються різні методи оподаткування, ринкові механізми та стимули для зменшення викидів.

■ Економічні аспекти низьковуглецевої трансформації:

- *Інвестиції в чисті технології*: перехід до низьковуглецевих технологій потребує чималих інвестицій у дослідження та розвиток, а також впровадження нових технологій.
- *Стимулювання “зеленої” економіки*: уряди можуть використовувати фінансові інструменти, такі як податкові кредити, субсидії та інші стимули, щоб підтримати розвиток “зелених” галузей.
- *Ефективне використання ресурсів*: низьковуглецеві технології сприяють ефективнішому використанню енергії та інших ресурсів, що може призвести до зниження витрат.

■ Екологічні аспекти низьковуглецевої трансформації:

- *Зменшення викидів парникових газів* — це головна мета низьковуглецевої трансформації. Шляхи охоплюють використання відновлюваних джерел енергії, енергоефективність та інші заходи.
- *Збереження природних ресурсів*: низьковуглецеві технології можуть допомогти зменши-

ти споживання природних ресурсів, таких як вугілля, нафта та природний газ [6–7].

■ Соціальні аспекти низьковуглецевої трансформації:

- *Створення нових робочих місць*: розвиток “зелених” галузей може привести до створення нових робочих місць у секторі відновлюваної енергії та інших низьковуглецевих сферах.
- *Зміни в споживчому поведінці*: розповсюдження низьковуглецевих технологій може привести до змін у споживчому підході, включно з вибором екологічно чистих товарів і послуг.
- *Соціальна справедливість*: важливо враховувати, що перехід до низьковуглецевого суспільства несе певні соціальні ризики, такі як втрата робочих місць у вугільній промисловості, і необхідно розробляти стратегії для забезпечення соціальної справедливості [7].

■ Розвиток відновлюваних джерел енергії (ВДЕ)

ВДЕ є основним джерелом енергії для низьковуглецевої економіки. Вони не продукують викидів парникових газів, а також є більш доступними та безпечними, ніж традиційні джерела енергії.

Реформи в енергетичному секторі, спрямовані на розвиток ВДЕ, охоплюють:

- встановлення кількісних цілей щодо частки ВДЕ в загальному енергоспоживанні;
- створення стимулів для розвитку ВДЕ, таких як субсидії та податкові пільги;
- розвиток інфраструктури для ВДЕ, таких як мережі передачі та розподілу електроенергії.

Енергоефективність є ще одним важливим елементом низьковуглецевої трансформації економіки. Вона дозволяє зменшити споживання енергії, що призводить до зниження викидів парникових газів [8–10].

Реформи в енергетичному секторі, спрямовані на підвищення енергоефективності, містять:

- встановлення кількісних цілей щодо зниження енергоспоживання.
- створення стимулів для підвищення енергоефективності, таких як субсидії та податкові пільги;
- розвиток стандартів енергоефективності для будівель, обладнання та інших товарів і послуг.

■ Приклади реформ в енергетичному секторі:

Деякі країни та регіони вже впровадили реформи в енергетичному секторі, спрямовані на низьковуглецевий розвиток.

- Європейський Союз встановив ціль скоротити викиди парникових газів на 55% до 2030 року порівняно з 1990 роком. Для досягнення цієї цілі ЄС впровадив низку реформ в енергетичному секторі, зокрема, встановив ціль щодо частки ВДЕ в загальному енергоспоживанні на рівні 32% до 2030 року, а також розробив систему торгівлі викидами парникових газів.
- Китай є лідером у розвитку ВДЕ. У 2021 році частка ВДЕ в загальному енергоспоживанні Китаю склала 26%. Для подальшого розвитку ВДЕ Китай впровадив низку реформ, зокрема, встановив ціль щодо частки ВДЕ в загальному енергоспоживанні на рівні 80% до 2060 року.

- США впроваджують низку реформ в енергетичному секторі, спрямовані на низьковуглецевий розвиток. У 2021 році президент США Джо Байден підписав закон про інвестиції в інфраструктуру, який передбачає виділення 1,2 трлн доларів на розвиток ВДЕ та підвищення енергоефективності [8].

Варто зазначити, що Китай, США та Японія займають перші три місця у світовому рейтингу країн за обсягами викидів вуглекислого газу від спалювання палива. Ці три країни разом відповідають за 45,5% загального обсягу викидів. Хоча вони є найбільшими споживачами викопного палива для виробництва теплової енергії, в останні роки вони поступово зменшують свої викиди завдяки переходу на використання природного газу. Це вважається меншою загрозою для кліматичних змін та екологічної безпеки *рис. 2*.

Наразі національні енергетичні та кліматичні плани складають лише близько 72 ТВт·год нових генерацій вітрової та сонячної енергії на рік, а не 100 ТВт·год/рік, які необхідні для низьковуглецевого розвитку. Перехід від вугілля до “зеленої” енергії все ще занадто повільний, щоб досягти 55% скорочення викидів парникових газів до 2030 року та кліматичної нейтральності до 2050 року. Очевидно, що країнам ЄС необхідно значно посилити свої зобов'язання щодо боротьби зі зміною клімату до 2030 року [12].

Правильне впровадження відновлюваних джерел енергії, енергоефективності та інших

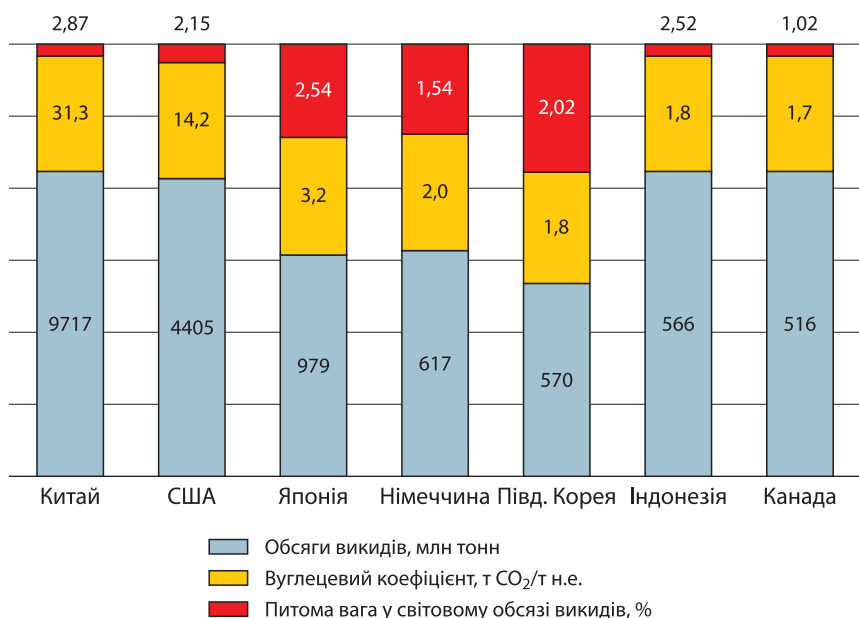


Рис. 2. Країни з найбільшими обсягами викидів вуглекислого газу від спалювання палива за 2020 рік

Джерело: [11].

Таблиця 1

Заявлені цілі країн світу в досягненні низьковуглецевого розвитку

Країна	Ціль до 2030 р.	Ціль до 2050 р
Китай	Скорочення вуглецемності ВВП на 60–65% від рівня 2005 р.	Довгострокова стратегія відсутня.
США	Скорочення викидів парникових газів на 26–28% до 2025 р. від рівня 2005 р.	Скорочення викидів парникових газів на 80% від рівня 2005 р.
Японія	Скорочення викидів парникових газів на 25% від рівня 2005 р.	Скорочення викидів парникових газів на 80% до 2050 р. від рівня 2013 р.
Південна Корея	Скорочення викидів парникових газів на 37% до 2030 р. за сценарієм мінімальних витрат BAU (“Business as Usual”).	Скорочення викидів парникових газів до рівня 396 млн т CO ₂ -екв.
Канада	Скорочення викидів парникових газів на 30% до 2030 р. від рівня 2005 р.	Скорочення викидів парникових газів на 80% до 2050 р. від рівня 2005 р.
Німеччина	Скорочення викидів парникових газів на 55% до 2030 р. від рівня 1990 р.	Скорочення викидів парникових газів на 80–95% до 2050 р. від рівня 1990 р.
Країни ЄС-27	Скорочення викидів парникових газів на 40% до 2030 р. від рівня 1990 р.	Досягнення вуглецевої нейтральності.

Джерело: сформовано на основі [13–15].

стійких технологій у різних секторах допоможе досягти декарбонізації за найменших можливих витрат. Водночас це сприятиме зменшенню викидів парникових газів, зокрема у газовому секторі, шляхом підтримки розробки декарбонізованих газів і створення конкурентоспроможного ринку для них. Також буде вирішено питання викидів метану, пов'язаних з енергетичними процесами, завдяки впровадженню перспективного планування та розвитку ефективного ринку декарбонізованого газу.

Перехід до кліматичної нейтральності також потребує відповідної інфраструктури. Посилення транскордонного та регіонального співробітництва допоможе досягти переваг переходу на низьковуглецеву енергію за доступними цінами. В пріоритеті розвиток інноваційних технологій і формування інфраструктури на базі розумних електромереж, збирання, зберігання та використання вуглецю, зберігання енергії [16].

У цьому контексті низьковуглецева трансформація економіки є ключовим завданням для України, яка прагне до сталого розвитку. Інноваційні технології відіграють важливу роль у досягненні цієї мети, дозволяючи зменшити викиди парникових газів, підвищити енергоефективність та зробити економіку більш стійкою до зміни клімату.

У сфері енергетики інноваційні технології охоплюють:

- розвиток відновлюваних джерел енергії, таких як сонячна, вітрова та гідроенергетика;

- розроблення технологій зберігання енергії, таких як накопичувачі енергії на основі літій-іонних батарей;
- впровадження технологій підвищення ефективності використання енергії, таких як “розумні” мережі та індустріальний інфраструктурний менеджмент.

У сфері промисловості інноваційні технології охоплюють:

- розроблення технологій виробництва з низьким рівнем викидів парникових газів, таких як технології карбон-каптуру та зберігання;
- впровадження технологій підвищення енергоефективності, таких як “розумні” фабрики та кругова економіка.

У сфері транспорту інноваційні технології охоплюють:

- розроблення електромобілів та інших транспортних засобів із низьким рівнем викидів парникових газів;
- впровадження інфраструктури для електромобілів, таких як зарядні станції.

Еколого-економічні оцінки низьковуглецевої трансформації в Україні показують, що вона може мати як позитивні, так і негативні наслідки для економіки та довкілля.

До позитивних наслідків належать:

- зменшення викидів парникових газів, що дозволить пом'якшити наслідки зміни клімату;
- створення нових робочих місць у сфері відновлюваної енергетики та інших секторах

економіки, пов'язаних із низьковуглецевим розвитком;

- покращення якості повітря та води, що може привести до зниження витрат на охорону здоров'я.

До негативних наслідків належать:

- витрати на інфраструктуру, необхідну для підтримки низьковуглецевої економіки;
- зростання цін на енергію, що може призвести до зниження добробуту населення;
- вплив на сферу зайнятості, оскільки деякі сектори економіки, які залежать від викопного палива, можуть скоротитися.

Однак для успішної реалізації низьковуглецевої трансформації в Україні необхідно враховувати як позитивні, так і негативні наслідки цього процесу та розробляти ефективні політики й заходи [17; 19].

Для успішної низьковуглецевої трансформації в Україні необхідно вжити таких заходів:

- розробити та впровадити комплексну національну стратегію низьковуглецевого розвитку;
- запровадити ефективні стимули для розвитку відновлюваної енергетики та підвищення енергоефективності;
- розвивати інноваційні технології, які сприяють низьковуглецевому розвитку;
- створювати робочі місця у сферах, пов'язаних із низьковуглецевим розвитком;
- готуватися до негативних наслідків низьковуглецевої трансформації, таких як зростання цін на енергію та втрати робочих місць у традиційних секторах економіки [17–20].

Теоретичні аспекти низьковуглецевої трансформації економіки:

1. Економічна теорія інновацій: вивчення ролі інновацій у зниженні викидів та створенні економічних переваг через розвиток технологій і підвищення ефективності використання ресурсів.

2. Економіка середовища: аналіз впливу економічних дій на середовище та розробка методів економічного стимулювання для зменшення негативного впливу.

3. Соціальна та політична економіка: розуміння взаємозв'язку між економічною діяльністю, соціальними системами та політичними процесами у контексті низьковуглецевого розвитку.

Практичні аспекти низьковуглецевої трансформації економіки:

1. Енергетика та виробництво: застосування відновлюваних джерел енергії, зменшення споживання енергії та впровадження технологій енергоефективності.

2. Транспорт: зниження викидів шкідливих газів шляхом електрифікації транспортних засобів, розвиток громадського транспорту та стимулювання використання низьковуглецевих видів пересування.

3. Промисловість: впровадження чистих технологій виробництва, перехід до “зелених” технологічних процесів і зменшення відходів.

4. Сільське господарство: Розвиток стійкого землеробства, зменшення викидів землеробських газів і впровадження інноваційних методів управління ресурсами.

5. Фінанси та інвестиції: створення фінансових інструментів і механізмів стимулювання інвестицій у низьковуглецеві технології та проекти.

6. Міжнародна співпраця: розробка міжнародних угод і спільних стратегій для зменшення загального вуглецевого сліду та розвитку низьковуглецевих технологій.

Низьковуглецева трансформація економіки вимагає комплексного підходу, який об'єднує теоретичні знання з практичними заходами для досягнення сталого й ефективного розвитку.

За таких умов низьковуглецева трансформація в Україні може привести до позитивних змін для економіки та довкілля.

За даними [21], для досягнення енергетичної стійкості в Україні активно працюють над оновленням стратегічних документів і формуванням необхідної законодавчої бази. З метою наближення до кліматичної нейтральності та поліпшення енергоефективності готується новий, більш амбітний національний внесок до Паризької Угоди та Інтегрований план з енергетики та клімату до 2030 року.

Розпочато розроблення нової Енергетичної стратегії до 2050 року, яка враховуватиме нові виклики та політичні цілі, включаючи Європейський “зелений” курс. Міжнародні партнери, такі як Німеччина, Великобританія, Данія, Представництво ЄС в Україні та США, надають допомогу в підготовці цих стратегічних документів.

Активна участь у міжнародних структурах, таких як СЕК ООН, відкриває можливості для налагодження нового рівня співробітництва та обміну ідеями. Україна прагне стати не лише на словах, а й на практиці європейською країною в різних секторах економіки.

ВИСНОВКИ

Інноваційні технології відіграють ключову роль у низьковуглецевій трансформації економіки України. Їх розвиток і впровадження дозволить Україні досягти своїх цілей у сфері сталого розвитку та пом'якшити наслідки зміни клімату.

Узагальнюючи обговорені теми інноваційних технологій та еколого-економічних оцінок низьковуглецевої трансформації в Україні, можна визначити важливість цих аспектів для сталого розвитку країни. Інноваційні технології стають важливим інструментом для переходу до економіки, що продукує менше вуглецю. Впровадження сучасних високоефективних технологій у різних галузях, охоплюючи енергетику, сільське господарство та промисловість, може допомогти зменшити негативний вплив на навколишнє середовище та сприяти сталому економічному розвитку.

Еколого-економічні оцінки відіграють важливу роль у прийнятті обґрунтованих рішень щодо низьковуглецевої трансформації. Вони дозволяють збалансувати соціальні, економічні та екологічні аспекти, враховуючи вартість і

користь від конкретних заходів. Це важливий крок у забезпеченні сталого розвитку, який не тільки сприяє зниженню негативного впливу на навколишнє середовище, але й економічному зростанню та покращенню якості життя населення.

Україна, маючи чималий потенціал у розвитку відновлюваних джерел енергії та природних ресурсів, має унікальну можливість реалізувати низьковуглецеву трансформацію. Розвиток інноваційних технологій, впровадження екологічно чистих практик та ефективність еколого-економічних оцінок є необхідними кроками в цьому напрямі. Такий підхід не лише сприятиме збереженню природних ресурсів і природних екосистем, але й створить стійкі умови для подальшого розвитку України.

ЛІТЕРАТУРА

1. Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University. Press, 2022. URL: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/> (accessed: 29.01.2024).
2. Low-Carbon Transition: A Global and Regional Analysis. OECD Publishing, 2015. URL: <https://www.oecd.org/cfe/lead/Monitoring-Green-Transition-Final2.pdf> (accessed: 29.01.2024).
3. Climate Change: Risks, Impacts and Response. World Bank, 2018. URL: https://www.msci.com/our-solutions/climate-investing/climate-lab-enterprise?creative=603632475994&keyword=effects%20of%20climate%20change&matchtype=b&network=g&device=c&gad_source=1&gclid=CjwKCAiAgeeqBhBAEiwAoDDhnwgbNWuH3ZeFm2E8voVEq7FeFMmWkM3--kLeMB4H4brij_n3QbY7xoCXUoQAvD_BwE&gclid=aw.ds (accessed: 29.01.2024).
4. Stiglitz J., Sen A., Fitoussi J.P. Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress. 2010. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/8131721/8131772/Stiglitz-Sen-Fitoussi-Commission-report.pdf> (accessed: 29.01.2024).
5. Stern N. Review on the Economics of Climate Change. 2006. URL: <https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/publication/the-economics-of-climate-change-the-stern-review/> (accessed: 29.01.2024).
6. World Development Report 2010: Development and Climate Change. World Bank, 2010. URL: <https://digitallibrary.un.org/record/1305257?ln=ar> (accessed: 29.01.2024).
7. Grubb M., Hourcade J.C., Neuhoof K. Planetary Economics: Energy, Climate Change and the Three Domains of Sustainable Development. 2014. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Planetary-Economics-%3A-Energy-%2C-Climate-Change-and-Neuhoof/e0c4999b7e4c30b52cd139d2a9c4a0b01121e0c1> (accessed: 29.01.2024).
8. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, 2014. URL: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/AR5_SYR_FINAL_Front_matters.pdf (accessed: 29.01.2024).
9. Rockström J., Steffen W., Noone K., Persson Å., Chapin III F.S., Lambin E.F., Foley J.A. A safe operating space for humanity. *Nature*. 2009. No. 461 (7263). P. 472–475. URL: <https://www.nature.com/articles/461472a> (accessed: 29.01.2024).
10. Adger W.N., Paavola J., Hu, S., Mace M.J. Fairness in Adaptation to Climate Change. 2006. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-009-9590-6> (accessed: 29.01.2024).
11. Статистический ежегодник мировой энергетики 2021. URL: <https://yearbook.enerdata.ru/co2/emissions-co2-data-fromfuel-combustion.html> (дата обращения: 29.01.2024).
12. United Nations Environment Programme. Emissions Gap Report 2020. Nairobi: UNEP, 2020. 128 p.
13. United Nations Framework Convention on Climate Change. Intended Nationally Determined Contributions. 2021. URL: <https://www4.unfccc.int/sites/submissions/INDC/Submission%20Pages/submissions.aspx> (accessed: 29.01.2024).
14. Organisation for Economic Co-operation and Development. Green growth and sustainable development. URL: <https://www.oecd.org/greengrowth/> (accessed: 29.01.2024).
15. Літвак О.А. Зелена енергетика як ключовий елемент низьковуглецевого розвитку: світові тенденції і перспективи для України. Розділ 1. *Інноваційні технології, економіка і менеджмент в промисловості*. 2021. № 80. DOI: <https://doi.org/10.36059/978-966-397-247-3-3>
16. BP Energy Outlook 2035. London: United Kingdom, January 2014. 96 p.
17. Pelling M., High C. Understanding adaptation: What can social capital offer assessments of adaptive capacity? *Global Environmental Change*. 2005. No. 15 (4). P. 308–319. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950068705000555> (accessed: 29.01.2024).

18. Мироненко Г. Економічні аспекти розвитку низьковуглецевого транспорту в Україні. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2019. № 29 (1). С. 121–126. URL: https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2019/29_7/1.pdf (дата звернення: 26.12.2023).
19. Чмура В. Економічні аспекти розвитку відновлюваних джерел енергії в Україні. *Галицький економічний вісник*. 2018. № 2 (53). С. 110–115.
20. Шевців В. Екологічні аспекти розвитку відновлюваної енергетики в Україні. *Енергетика та енергозбереження*. 2018. № 1 (17). С. 44–48.
21. Демченко Я. Час для “зеленого” переходу. *Економічна правда*. 2020 р. URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2020/12/10/669035/> (дата звернення: 26.12.2023).

THEORETICAL AND PRACTICAL ASPECTS OF LOW-CARBON ECONOMIC TRANSFORMATION

Drebot O.

Doctor of Economic Sciences, Professor, Academician of NAAS
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: drebotoksana@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2681-1074>

Vysochanska M.

Doctor of Economic Sciences, Senior Research Fellow
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: mariya_vysochanska@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2116-9991>

Sakharnatska L.

Candidate of Economic Science, Associate Professor
Uzhhorod National University (Uzhhorod, Ukraine)
e-mail: ostapchik81@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5863-4917>

Melnyk P.

Doctor of Economic Sciences, Senior Researcher,
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: melnikpp@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6083-677X>

Shchavinska A.

e-mail: schavinskaa@gmail.com;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1211-0034>

The article defines and analyzes the theoretical and practical aspects of the low-carbon transformation of the economy as a key element of sustainable development. The main strategies and methods of implementing the concepts of low-carbon development in the context of modern challenges related to climate change and economic sustainability are substantiated. It was determined that the low-carbon transformation of the economy requires a comprehensive approach that combines theoretical knowledge with practical measures to achieve sustainable and effective development, and the challenges and opportunities of the low-carbon transformation of the economy were analyzed. It has been proven that the correct implementation of renewable energy sources, energy efficiency and other sustainable technologies in various sectors will help achieve decarbonisation at the lowest possible costs. Recommendations for a successful low-carbon transformation of the economy have been developed.

Keywords: sustainable development, climate change, energy efficiency, renewable energy, international agreements, economic sustainability, development strategies, practical initiatives, sustainability of economic models.

REFERENCES

1. IPCC. (2022). Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Retrieved from <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/>
2. OECD. (2015). Monitoring Green Transition: A strategic approach to local development. OECD Local Economic and Employment Development (LEED) Papers, No. 2015 (07), doi: <https://doi.org/10.1787/a053bed3-en>
3. World Bank. (2018). Climate Change: Risks, Impacts and Response.. Retrieved from <http://bit.ly/4iuJhjK>
4. Stiglitz, J., Sen, A., & Fitoussi, J.P. (2010). Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress. Retrieved from <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/8131721/8131772/Stiglitz-Sen-Fitoussi-Commission-report.pdf>
5. Stern, N. The Review on the Economics of Climate Change. Retrieved from <https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/publication/the-economics-of-climate-change-the-stern-review/>
6. World Bank (2010). World Development Report 2010: Development and Climate Change. Retrieved from <https://digitalibrary.un.org/record/1305257?ln=ar>

7. Grubb, M., Hourcade, J.C., & Neuhoff, K. (2014). Planetary Economics: Energy, Climate Change and the Three Domains of Sustainable Development. Economics, Environmental Science. Retrieved from <https://www.semanticscholar.org/paper/Planetary-Economics-%3A-Energy-%2C-Climate-Change-and-Neuhoff/e0c4999b7e4c30b52cd139d2a9c4a0b01121e0c1>
8. IPCC (2014). Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Retrieved from https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/AR5_SYR_FINAL_Front_matters.pdf
9. Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin III, F.S., Lambin, E.F., & Foley, J.A. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, 461 (7263), 472–475. Retrieved from <https://www.nature.com/articles/461472a>
10. Adger, W.N., Paavola, J., Hu, S., & Mace, M.J. (2006). Fairness in Adaptation to Climate Change. *Climate Change*, 96, 259–267. Retrieved from <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-009-9590-6>
11. Statistical Yearbook of World Energy. (2021). Retrieved from <http://www.m-r.co.ua/a/GasNews.nsf/0/5BF12BD473D810FEC22581B4003D6CBC?OpenDocument>
12. UNEP (2020). United Nations Environment Programme. Emissions Gap Report 2020. Retrieved from <https://www.unep.org/emissions-gap-report-2020>
13. United Nations Climate Change (2021). United Nations Framework Convention on Climate Change. Intended Nationally Determined Contributions. Retrieved from <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/nationally-determined-contributions-ndcs>
14. Organisation for Economic Co-operation and Development (n.d.). Green growth and sustainable development. Retrieved from <https://www.oecd.org/greengrowth/>
15. Litvak, O.A. (2021). Green energy as a key element of low-carbon development: global trends and prospects for Ukraine. *Innovative technologies, economics and management in industry*, 80–112. doi: <https://doi.org/10.36059/978-966-397-247-3-3>
16. BP Energy Outlook 2035. (2014). Retrieved from <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/energy-outlook/bp-energy-outlook-2014.pdf>
17. Pelling, M., & High, C. (2005). Understanding adaptation: What can social capital offer assessments of adaptive capacity? *Global Environmental Change*, 15 (4), 308–319. Retrieved from <https://www.scrip.org/reference/referencepapers?referenceid=2155143>
18. Myronenko, H. (2019). Economic aspects of the development of low-carbon transport in Ukraine. *Scientific Bulletin of the National Technical University of Ukraine*, 29 (1), 121–126. Retrieved from https://nv.ntu.edu.ua/Archive/2019/29_7/1.pdf
19. Chmurova, V. (2018). Economic aspects of the development of renewable energy sources in Ukraine. *Galician Economic Bulletin*, 2 (53), 110–115.
20. Shevtsiv, V. (2018). Environmental aspects of the development of renewable energy in Ukraine. *Energy and energy conservation*, 1 (17), 44–48.
21. Економічна правда. (2020). Час для “зеленого” переходу. Retrieved from <https://www.epravda.com.ua/columns/2020/12/10/669035/>

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

ДРЕБОТ Оксана Іванівна, доктор економічних наук, професор, академік НААН, заслужений діяч науки і техніки України, директор, Інститут агроекології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна, 03143; e-mail: drebotoksana@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2681-1074>).

ВИСОЧАНСЬКА Марія Ярославівна, доктор економічних наук, старший дослідник, заступник директора з наукової роботи та інноваційного розвитку, Інститут агроекології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, 03143, Україна; e-mail: mariya_vysochanska@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2116-9991>).

САХАРНАЦЬКА Людмила Іванівна, кандидат економічних наук, доцент, ДВНЗ “Ужгородський національний університет” (пл. Народна, 3, м. Ужгород, 88000, Україна; e-mail: ostapchik81@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5863-4917>).

МЕЛЬНИК Петро Павлович, доктор економічних наук, старший науковий співробітник, заступник завідувача відділу інституціонального забезпечення природокористування, Інститут агроекології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, 03143, Україна; e-mail: melnikpp@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6083-677X>).

ЩАВІНСЬКА Анна Леонідівна, Інститут агроекології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна, 03143; e-mail: schavinskaa@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1211-0034>).

СУЧАСНИЙ СТАН І СТРАТЕГІЧНІ ОРІЄНТИРИ ПОВОЄННОГО РОЗВИТКУ РИНКУ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН: ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИЙ АСПЕКТ

Є.В. Мішенін

доктор економічних наук, професор

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

e-mail: eugeniya_mishenin@yahoo.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1597-3270>

М.Я. Височанська

доктор економічних наук, старший дослідник

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

e-mail: mariya_vysochanska@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2116-9991>

Н.В. Палапа

доктор сільськогосподарських наук, професор

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

e-mail: palapa.60@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3748-6414>

Н.В. Зіновчук

доктор економічних наук, професор

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

e-mail: nvzstill37@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3221-8173>

О.О. Бендасюк

доктор економічних наук, доцент

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

e-mail: obendasu@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7865-494X>

У статті розглянуто сучасний стан ринку лікарських рослин і визначено основні проблеми розвитку та стратегічні орієнтири повоєнного відновлення. Проведено еколого-економічний аналіз ринку та окреслено ключові тенденції, що зумовлюють необхідність активізації процесів відновлення галузі в післявоєнний період. Особливу увагу приділено екологічному чиннику у виробництві екологічно безпечної лікарсько-рослинної сировини та зниженню антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище. За допомогою SWOT-аналізу виявлено сильні та слабкі сторони ринку лікарських рослин, а також визначено його можливості та загрози на шляху відновлення. Окреслено основні інституціональні, організаційно-економічні, еколого-економічні та технологічні чинники, що впливають або можуть впливати на збалансований розвиток галузі у повоєнний період. На основі отриманих результатів сформовано стратегічні орієнтири еколого-економічного відновлення ринку лікарських рослин за такими напрямками: державна організаційно-економічна та інституціональна підтримка; збереження біорізноманіття, відновлення екосистем і повоєнне очищення територій; відновлення аграрного виробництва та перехід до ведення органічного сільськогосподарства; відновлення виробничої інфраструктури та створення логістичних центрів; наукові дослідження та впровадження технологічних інновацій та інноваційних методів вирощування; нормативно-правове регулювання; інвестиційна політика та міжнародна допомога; експортні можливості та розвиток міжнародного співробітництва; мінімізація антропогенного впливу на навколишнє середовище. На основі визначених напрямів запропоновано заходи для забезпечення ефективності екологічних та економічних тенденцій повоєнного відновлення ринку лікарських рослин в Україні.

Ключові слова: збалансований розвиток, організаційно-економічний механізм, інституціональне забезпечення, експорт, біорізноманіття, природно-ресурсний потенціал.

ВСТУП

В Україні галузь і ринок лікарських рослин перебувають на етапі формування та потребують подальшого стратегічного визначен-

ня для забезпечення збалансованого розвитку. Військова агресія РФ і тимчасова окупація територій негативно впливають на соціально-еколого-економічний розвиток країни загалом,

а також на окремі сектори економіки та сфери природокористування. Це спричиняє нестабільність розвитку ринку лікарсько-рослинної сировини, дисбаланс між попитом і пропозицією на продукцію з лікарських рослин, а також зумовлює посилення експортної орієнтації галузі [1–3]. У зв'язку з цим виникає нагальна потреба в збалансованому повоєнному відновленні ринку лікарських рослин.

Унікальні природно-кліматичні умови та значний природно-ресурсний потенціал України створюють сприятливі передумови для повоєнного відновлення й збалансованого розвитку конкурентоспроможного ринку лікарських рослин. Це зумовлює необхідність активізації підприємницької діяльності в аграрному та лісовому господарстві, що своєю чергою сприятиме збереженню родючості ґрунтів і біорізноманіття на екосистемній основі. Відновлення ринку лікарських рослин вимагає системного та комплексного підходу до організаційно-економічного й інституційного забезпечення його розвитку. Зокрема, ключовими завданнями є відбудова зруйнованої інфраструктури, державна підтримка виробників лікарської сировини, імплементація міжнародних стандартів і впровадження екологічних практик. Реалізація цих заходів потребує всебічної оцінки сучасного стану ринку та визначення стратегічних орієнтирів його розвитку у повоєнний період.

Актуальність дослідження сучасного стану та стратегічних орієнтирів повоєнного розвитку ринку лікарських рослин з еколого-економічного аспекту зумовлена ключовими чинниками ринку. По-перше, лікарські рослини є джерелом сировини для фармацевтичної, косметичної та харчової промисловості, що робить їх важливим елементом економіки. У воєнний період, коли ресурси обмежені, а попит на медичні та оздоровчі продукти зростає, цей ринок може стати драйвером економічного відновлення. Дослідження сучасного стану дозволяє оцінити вплив війни на виробничу потужність, ланцюги постачання та можливості для розвитку й інвестицій, що є критично важливим для планування сталого економічного зростання.

По-друге, екологічний аспект відіграє ключову роль у забезпеченні сталого розвитку ринку лікарських рослин. Воєнні дії часто призводять до забруднення ґрунтів, води та повітря, а також до деградації природних екосистем, де вирощуються ці рослини. Це може негативно впливати на якість і безпеку сировини, що використовується для виробництва ліків та інших продуктів. Дослідження екологічних наслідків війни дозволяє розробити стратегії відновлення природних ресурсів, впровадити

екологічно безпечні методи вирощування та збирання рослин, а також забезпечити відповідність продукції міжнародним стандартам якості технологій, підвищуючи її конкурентоспроможність на глобальному ринку.

По-третє, стратегічні орієнтири повоєнного розвитку ринку лікарських рослин стикаються як з економічними, так і з екологічними викликами, що сприяє комплексному відновленню. Дослідження спрямоване на визначення пріоритетних напрямів інвестування, таких як відновлення інфраструктури, впровадження інноваційних технологій переробки та розвиток органічного землеробства. Крім того, є соціальний аспект — створення робочих місць і підтримка місцевих громад у постраждалих від війни регіонах.

Таким чином, дослідження щодо формування комплексної стратегії сприятиме стійкості ринку лікарських рослин і забезпечить його довготривалий успіх у повоєнний період.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Теоретико-методичні та практичні аспекти становлення і збалансованого розвитку вітчизняного ринку лікарських рослин висвітлено в працях українських учених, зокрема, Т. Зінчук [1], Т. Мірзоевої [2–3], О. Дребот [4], Ю. Сологуб [5; 7], Н. Паляничко [6], Ю. Никитюк, О. Фурдичка [8] та ін. Проте соціально-еколого-економічні тенденції та проблеми збалансованого повоєнного відновлення ринку лікарських рослин залишаються недостатньо вивченими. Саме тому подальші дослідження організаційно-економічного та інституціонального забезпечення збалансованого функціонування ринку лікарських рослин потребують еколого-економічної оцінки та визначення стратегічних орієнтирів його розвитку.

Метою статті є інтегрована еколого-економічна оцінка сучасного стану розвитку вітчизняного ринку лікарських рослин, а також формування стратегічних орієнтирів повоєнного відновлення галузі з акцентом на еколого-економічні особливості та проблеми її функціонування.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Загальна методологія дослідження ґрунтується на діалектичному методі пізнання, системному та комплексному підході до вивчення проблеми повоєнного збалансованого й конкурентоспроможного розвитку ринку лікарських рослин.

Для досягнення поставленої мети та вирішення завдань дослідження використовували

такі основні наукові методи: *абстрактно-логічний* — для виявлення основних принципових положень і соціально-еколого-економічних чинників, які визначають особливості функціонування вітчизняного ринку лікарських рослин; *системно-структурний* — для окреслення стратегічних орієнтирів повоєнного відновлення галузі та ринку лікарських рослин; *економіко-статистичних оцінок* — при аналізі тенденцій і можливостей збалансованого розвитку ринку лікарських рослин; *SWOT-аналіз* — для оцінки сильних і слабких сторін, а також можливостей і загроз повоєнного еколого-економічного відновлення ринку лікарських рослин; *монографічний* — для вивчення та узагальнення чинників і процесів, що визначають особливості функціонування ринку природної лікарсько-рослинної сировини.

Матеріали дослідження охоплюють офіційні статистичні дані Держстату України, звіти Міністерства аграрної політики та продовольства України, результати моніторингових досліджень наукових установ (зокрема Інституту агроєкології і природокористування НААН), а також міжнародні бази даних (FAOSTAT, Eurostat) щодо обсягів виробництва, експорту та імпорту лікарських рослин. Додатково проаналізовано нормативно-правову базу (закони України, постанови Кабінету Міністрів, міжнародні угоди), наукові публікації з агроєкології та ринкових досліджень, а також експертні оцінки представників бізнесу, аграрних асоціацій тощо.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Сучасний стан ринку лікарських рослин в Україні зазнав значних змін у зв'язку з воєнним станом, що потребує визначення та оцінки соціально-еколого-економічних проблем його подальшого функціонування, а також формування організаційно-економічних й інституціональних заходів, спрямованих на забезпечення його збалансованого розвитку. Під час розгляду стратегічних орієнтирів повоєнного відновлення ринку лікарських рослин передусім необхідним є: визначення соціально-економічних та екологічних цілей ведення підприємницької діяльності в цьому секторі економіки; формування організаційно-економічних та інституціональних заходів щодо забезпечення збалансованого розвитку ринку лікарських рослин, що передбачає державну підтримку, кооперацію та диверсифікацію виробництва лікарських рослин у контексті розширення ринкових можливостей; врахування обсягів сталого використання природних лікарських ресурсів; вивчення екодеструктивного впливу підприємницької

діяльності на навколишнє природне середовище.

У період повоєнного відновлення вітчизняний аграрний сектор повинен мати стратегічні орієнтири для швидкого відновлення функціонування ринку лікарських рослин і збільшення обсягів виробництва й розширення асортименту продукції з метою забезпечення населення якісними медичними препаратами рослинного походження. Оскільки вирощування лікарської рослинної сировини є досить вузькою сферою підприємницької діяльності, недостатньо вивченими залишаються еколого-економічні механізми та інструменти повоєнного відновлення цього сегмента ринку. Важливо зазначити, що в Україні є загальна законодавчо-правова база, яка формує екологічну та економічну політику й механізми сталого природокористування і, отже, частково спрямована на еколого-економічне та фінансове регулювання функціонування ринку лікарських рослин [9–11]. Згідно із Законом України “Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року” необхідно забезпечувати сталий розвиток лікарського рослинництва; визначати заходи, які спрямовані на збереження біорізноманіття та впровадження інноваційних природозберігаючих технологій; удосконалювати систему державного екологічного регулювання та стимулювання збалансованої підприємницької діяльності у сфері виробництва природної лікарсько-рослинної сировини [11].

Зауважимо, що науковці Інституту агроєкології і природокористування НААН обґрунтували пропозиції щодо стратегічних пріоритетів державної політики розвитку виробництва лікарських рослин. Особливий акцент було зроблено на впровадженні нових сортів лікарських рослин у виробництво, використанні новітніх технічних засобів відповідно до розроблених сучасних інноваційних технологій їх вирощування, а також на застосуванні міжнародних систем забезпечення якості [8]. У роботі [7] визначено низку еколого-економічних завдань, спрямованих на забезпечення збалансованого розвитку лікарського рослинництва, таких як: подальша екологізація виробництва, охорона зникаючих видів лікарських рослин, конструктивна інституціоналізація лікарського рослинництва, державне стимулювання, кооперація, залучення сільських жителів до вирощування лікарських рослин тощо. Вирішення цих завдань дасть змогу підвищити виробництво лікарських рослин і покращити соціально-економічне та екологічне становище сільських територій.

Зазначимо ключові (інтегровані) характеристики функціонування лікарських рослин, враховуючи ретельний аналіз його сучасного

стану, зокрема в роботах [1–3; 6]. У процесі повоєнного відновлення ринку лікарських рослин слід урахувати, що цей ринок, на відміну від інших, є більш хаотичним і нестабільним. Існує обмежена кількість культур (м'ята, валеріана, липа, ромашка, календула, лаванда), які мають досить стабільний попит. Сприятливі природно-кліматичні умови для ефективного виробництва лікарських рослин є в таких регіонах, як Південь України, Полісся та Карпати. За даними експертів, ринок лікарських рослин в Україні оцінюється в 500 млн грн на рік, при цьому майже половина зібраної рослинної сировини експортується [12]. Із 2010 до 2018 року спостерігалася тенденція до зниження ємності внутрішнього ринку України, але з 2019 року відновилося зростання обсягів лікарсько-рослинної сировини, з піком у 2021 році, коли було зібрано 1,65 тис. тонн сировини на суму 3,77 млн дол. США. За 11 місяців 2023 року спостерігалася слабке відновлення стабільності ємності ринку, який становив 0,62 тис. тонн лікарсько-рослинної сировини на суму 1,42 млн дол. США. Із 2006 до 2023 року спостерігалася позитивна динаміка експорту лікарських рослин з України: з 2,02 тис. тонн у 2006 році до 5,02 тис. тонн за 11 місяців 2023 року, що становить збільшення на 248%. Надходження від експорту лікарських рослин зросли з 3,33 млн дол. США у 2006 році до 19,78 млн дол. США у 2023 році, що є збільшенням на 593% [1]. Значна частина виготовленої лікарської рослинної сировини експортується до країн ЄС, Узбекистану, Казахстану, Великої Британії та Саудівської Аравії. Зокрема, до Польщі експортується майже 50% усієї сировини. Лідерами експорту серед лікарських культур є ехінацея, каштан, розторопша та бузина — 35,82%, 17,08%, 10,36% та 5,68% відповідно [13].

За даними Держстату, з 2017 до 2021 року площі під лікарськими та ефіроолійними культурами коливалися від 8 до 13 тис. га. У 2022 році через повномасштабне вторгнення Росії українцям вдалося засіяти цими культурами менше 6 тис. га. Однак у 2023 році аграрії розширили площі під лікарськими та ефіроолійними травами до 11 тис. га [14]. При цьому майже 90% лікарських рослин вирощують із застосуванням пестицидів [15].

Не менш важливими чинниками, що сприяють розвитку ринку лікарських рослин, є традиції виробництва та збору, наявність інфраструктури для заготівлі та переробки лікарської рослинної сировини, значний попит на лікарські рослини серед місцевого населення тощо. Як ми вже зазначали, ефективність функціонування ринку лікарських рослин значною мірою залежить не лише від природно-кліматичних умов

та організаційно-технологічних особливостей виробництва, а й від нестабільності в соціально-економічній та фінансовій сферах, що виникає через воєнний стан.

Слід підкреслити, що, на нашу думку, ринок лікарської сировини в період повоєнного відновлення буде менш привабливим для середніх і великих підприємств, діяльність яких буде спрямована на отримання швидких прибутків при мінімальних витратах. Тому виробництво та заготівля лікарської сировини, ймовірно, зосередиться в руках невеликих сімейних чи приватних господарств.

Сталий розвиток ринку лікарських рослин значною мірою залежить від забезпечення балансу між основними екологічними (стале використання природних ресурсів, кліматичні зміни, збереження біорізноманіття та природного середовища, ведення органічного виробництва тощо) та економічними параметрами господарювання (рентабельність виробництва, попит і пропозиція, експорт/імпорт, інвестиційно-інноваційна політика, державна підтримка тощо). При цьому слід зауважити, що недотримання екологічних стандартів при вирощуванні лікарської рослинної сировини призводить до їх зникнення та супроводжується деградацією природного середовища.

Застосування SWOT-аналізу щодо повоєнного еколого-економічного відновлення функціонування ринку лікарських рослин дозволило виявити сильні та слабкі сторони, а також можливості та загрози (табл. 1).

Таким чином, проведений SWOT-аналіз дозволив окреслити найбільш вагомі позитивні та негативні сторони функціонування ринку лікарських рослин. Так, до визначальних позитивних аспектів розвитку та повоєнного відновлення ринку лікарських рослин і АПК загалом слід віднести такі: сприяння сталому розвитку сільських територій; зменшення залежності від імпортних лікарських препаратів; надходження інвестицій та значну фінансову міжнародну підтримку, що може забезпечити проведення модернізації галузі та розширення виробництва; розвиток органічного землеробства; розширення ринків збуту; створення додаткових робочих місць. Серед негативних варто виокремити соціально-економічну та політичну нестабільність; нестачу молодих фахівців через відсутність зацікавленості до ведення сільськогосподарської діяльності; відсутність сучасних навчальних програм із вирощування лікарських рослин; потребу в ручній праці, що збільшує собівартість продукції; недостатній рівень механізації та сучасних методів вирощування лікарських рослин. Також було визначено можливості та загрози, які потрібно мінімізувати.

Таблиця 1

**SWOT-аналіз щодо повоєнного еколого-економічного відновлення
функціонування ринку лікарських рослин**

СИЛЬНІ СТОРОНИ	СЛАБКІ СТОРОНИ
• Традиції та досвід використання лікарських рослин у народній медицині. • Біорізноманіття та значний природно-ресурсний потенціал, що сприяють вирощуванню та збору лікарської сировини. • Сталий розвиток і відновлення сільськогосподарського виробництва в контексті забезпечення продовольчої безпеки. • Наявність наукових і науково-дослідних установ. • Достатньо розвинена фармацевтична галузь. • Зростаючий інтерес до фітотерапії та екологічно безпечної рослинної продукції. • Експортний потенціал лікарської рослинної сировини та препаратів на рослинній основі. • Імпортозаміщення. • Низькі виробничі витрати на лікарсько-рослинну сировину.	• Зруйнована чи пошкоджена інфраструктура, знищення підприємств із вирощування, переробки та зберігання лікарських рослин. • Логістичні проблеми (доставка продукції до споживачів, втрата постачальників рослинної сировини). • Недостатнє державне фінансування та підтримка малих і середніх виробників. • Відсутність оновленого законодавства з питань експортних стандартів, сертифікації органічної продукції, екологічного контролю та регулювання обігу лікарських рослин. • Сезонність проведення робіт і залежність від кліматичних умов. • Тривалий цикл культивування, трудомісткість. • Втрата значної частини посівних площ внаслідок ведення бойових дій і деградація ґрунтів. • Недостатня кількість кваліфікованих кадрів із питань вирощування та переробки лікарської сировини. • Посилення конкуренції, особливо з синтетичними препаратами та з іноземними виробниками. • Втрата традиційних експортних ринків через війну. • Нестача інвестиційних ресурсів через високі інвестиційні ризики. • Брак сучасних технологій вирощування, збору, переробки та зберігання лікарсько-рослинної сировини. • Недостатнє наукове обґрунтування ефективності вирощування деяких видів лікарських рослин. • Проблеми функціонування системи екологічного маркетингу та брак інформації. • Зниження обсягів виробництва та експорту. • Переорієнтація на внутрішній ринок через ускладнення логістичних ланцюжків і зменшення експортних можливостей. • Загроза для біорізноманіття.
МОЖЛИВОСТІ	ЗАГРОЗИ
• Державна підтримка та фінансування програм підприємницького відновлення аграрного та лісгосподарського виробництва. • Спрощення доступу до кредитного забезпечення. • Міжнародна фінансова допомога. • Залучення “зелених” інвестицій. Стимулювання інвестицій у технології органічного землеробства. • Розвиток інноваційних біотехнологій. • Підтримка розвитку експортного потенціалу, розширення імпортозаміщення та відновлення міжнародних торговельних зв'язків.	• Соціально-економічна та політична нестабільність. • Збільшення збитків для ринку лікарських рослин у разі подальшої ескалації. • Зміни в законодавстві, державному управлінні та регулюванні. • Збільшення собівартості продукції та зниження її конкурентоспроможності. • Посилення конкуренції з іноземними виробниками. • Подальші негативні кліматичні зміни. • Неконтрольований збір дикорослих лікарських рослин.

Закінчення таблиці 1

МОЖЛИВОСТІ	ЗАГРОЗИ
- Розвиток органічного виробництва, екологічного підприємництва (фермерства). - Інноваційні технології у вирощуванні, переробці та зберіганні лікарської рослинної сировини. - Формування системи екологічного маркетингу. - Розвиток ринків збуту та онлайн-продажів. - Популяризація використання лікарських рослин і препаратів на їхній основі. - Розвиток конкуренції сприятиме підвищенню якості продукції та зниженню вартості. - Розвиток державно-приватного партнерства. - Посилення соціально-екологічної відповідальності.	- Зниження якості лікарських рослин через екодеструктивні процеси, що спричиняють забруднення навколишнього середовища. - Фальсифікація та продаж неякісної продукції на основі лікарських рослин. - Нестача кваліфікованих кадрів. - Низька купівельна спроможність населення.

Джерело: розроблено авторами.

Завдяки SWOT-аналізу системно окреслено ключові інституціональні, організаційно-економічні, еколого-економічні та технологічні чинники, які впливають і можуть впливати на повоєнний збалансований розвиток ринку лікарських рослин.

На основі результатів проведеного SWOT-аналізу щодо повоєнного еколого-економічного відновлення ринку лікарських рослин сформовано основні стратегічні орієнтири його збалансованого розвитку (табл. 2).

Отже, сформовані основні стратегічні орієнтири еколого-економічного розвитку ринку

лікарських рослин у повоєнний період окреслюють необхідні організаційно-інституціональні, еколого-економічні та технологічні заходи, ефективно впровадження яких сприятиме:

- підвищенню ефективності виробництва лікарської рослинної сировини та екологічно безпечної продукції;
- забезпеченню населення власними лікарськими засобами на рослинній основі;
- збереженню природних ресурсів, екосистем і біорізноманіття;
- збільшенню експортного потенціалу та розширенню ринків збуту;

Таблиця 2

Стратегічні орієнтири повоєнного відновлення ринку лікарських рослин в Україні

Напрями	Заходи
Державна організаційно-економічна та інституціональна підтримка	- удосконалення механізмів державної підтримки виробників; - надання грантів, субсидій і пільгових кредитів; - підтримка місцевих виробників; - залучення місцевих громад до охорони та відтворення природно-ресурсного потенціалу; - проведення заходів з охорони та відтворення природних запасів лікарських рослин.
Збереження біорізноманіття, відновлення екосистем і повоєнне очищення територій	- інвентаризація природних ресурсів та оцінка стану екосистем; - контроль і встановлення лімітів збору дикорослих рослин; - відновлення систем екологічного моніторингу; - відновлення популяцій лікарських рослин шляхом вирощування їх у спеціалізованих розсадниках; - створення природоохоронних територій і генетичних банків; - напрацювання програми з охорони, відновлення рідкісних і зникаючих видів лікарських рослин; - повоєнна реабілітація пошкоджених територій, відновлення земельних угідь і розширення посівних площ під вирощування лікарських рослин; - відновлення деградованих земель, очищення ґрунтів від забруднень важкими металами, токсичними речовинами та вибухонебезпечними залишками війни.

Напрями	Заходи
Відновлення аграрного виробництва та перехід до ведення органічного сільського господарства	• подальша техніко-технологічна модернізація виробництва; • відновлення культивування лікарських рослин шляхом рекультивації земель; • підтримка, стимулювання та сприяння розвитку фермерських господарств із вирощування лікарських рослин (фінансова підтримка, зниження податкового навантаження, техніко-технологічна та інформаційна підтримка); • спрощення регуляторних вимог для малого та середнього бізнесу; • державна підтримка виробників органічної продукції; • розширення виробництва та асортименту продукції рослинного походження; • використання природних методів боротьби зі шкідниками та хворобами рослин (біологічний контроль, використання рослинних препаратів); • впровадження програми екологічної сертифікації продукції за міжнародними стандартами (GACP, EU Organic, USDA Organic); • застосування екологічно безпечних методів культивування без пестицидів і мінеральних добрив.
Відновлення виробничої інфраструктури та створення логістичних центрів	• відновлення та модернізація підприємств із переробки та зберігання лікарської сировини; • розширення транспортної логістики, спрощення доступу до ринку малим виробникам; • створення кооперативів і державно-приватних підприємств зі збору, заготівлі, сушіння та переробки лікарських рослин.
Наукові дослідження та впровадження технологічних інновацій і інноваційних методів вирощування	• впровадження новітніх методів вирощування, переробки та зберігання лікарсько-рослинної сировини; • впровадження біотехнологій для вирощування стійких сортів лікарських рослин; • створення лабораторій для контролю якості; • застосування цифрових платформ контролю якості, логістики та маркетингу продукції; • селекційні заходи зі створення нових сортів лікарських рослин; • фінансування наукових досліджень із розробки нових екологічно безпечних технологій вирощування та переробки лікарських рослин.
Нормативно-правове регулювання	• імплементація міжнародних норм у вітчизняне законодавство; • гармонізація стандартів з європейськими нормами; • посилення державного регулювання в механізмах ціноутворення, контролю якості, сертифікації продукції та страхування виробників лікарської рослинної сировини; • створення правових механізмів захисту виробників від недобросовісної конкуренції.
Інвестиційна політика та міжнародна допомога	• залучення фінансових ресурсів від міжнародних урядових і неурядових установ для відновлення та розвитку ринку лікарських рослин; • залучення інвестицій у розвиток інфраструктури з вирощування, збору, переробки та збуту лікарських рослин; • інвестування у виробництво органічної продукції.
Експортні можливості та розвиток міжнародного співробітництва	• поступове відновлення та державне сприяння розвитку експорту лікарських рослин, особливо для малих і середніх підприємств, а також укладання контрактів із зарубіжними фармацевтичними компаніями; • розвиток маркетингових стратегій для просування українських лікарських рослин на внутрішньому та зовнішньому ринках; • впровадження брендингу українських лікарських рослин; • обмін досвідом і світовими практиками в галузі фітотерапії, створення міжнародних науково-дослідних проєктів; • розвиток електронної комерції.
Мінімізація антропогенного впливу на навколишнє середовище	• оптимізація логістики для зменшення викидів діоксиду вуглецю (CO₂); • контроль за використанням пестицидів; • мінімальне використання засобів захисту рослин і контроль їх залишків у готовій продукції для забезпечення безпечності та відповідності міжнародним стандартам;

Напрями	Заходи
	- розширення площ під культивування лікарських рослин; - екологічно відповідальне вирощування; - впровадження новітніх технологій із переробки лікарських рослин, мінімізації утворення та безпечної утилізації відходів.
Освіта, навчання та підвищення кваліфікації	- підготовка кваліфікованих фахівців із вирощування та переробки лікарських рослин; - поширення знань серед виробників і населення через проведення освітніх заходів щодо важливості екологічно безпечного виробництва лікарських рослин; - вільний доступ до інформації про екологічні методи вирощування, збору та переробки лікарських рослин.

Джерело: розроблено авторами.

- підвищенню конкурентоспроможності лікарсько-рослинної продукції на національному та міжнародних ринках;
- забезпеченню зайнятості в аграрному та лісогосподарському секторах економіки;
- сталому соціально-економічному та екологічному розвитку природогосподарських підприємств і сільських територій.

ВИСНОВКИ

Забезпечення збалансованого розвитку ринку лікарських рослин в Україні в період повоєнного відновлення потребує системного та комплексного підходу до досягнення балансу між основними екологічними, економічними та соціальними аспектами природокористування.

За допомогою SWOT-аналізу визначено найбільш вагомні позитивні та негативні сторони функціонування ринку лікарських рослин, окреслено ключові інституціональні, організаційно-економічні, еколого-економічні та технологічні чинники, які впливають і можуть впливати на його повоєнний збалансований розвиток. Крім того, визначено можливості та загрози, які необхідно мінімізувати. На основі результатів проведеного SWOT-аналізу сформовано основні стратегічні орієнтири еколого-економічного відновлення ринку лікарських рослин у повоєнний період. Загалом, цей сегмент ринку потребує якісного правового супроводу та регулювання, державної й міжнародної фінансової підтримки для відновлення ринку та розвитку екологічного сільського господарства, а також формування

ефективної системи екологічного маркетингу, розвитку наукових досліджень і впровадження техніко-технологічних інновацій.

Ринок лікарських рослин набуває ключової ролі в забезпеченні сталого розвитку фармацевтичної, косметичної та харчової промисловості, особливо в умовах повоєнного відновлення. Аналіз сучасного стану ринку виявляє наявність серйозних викликів, зокрема порушення ланцюгів постачання, погіршення екологічного стану природних ресурсів і зниження якості сировини через воєнні дії. Для подолання цих проблем стратегія повоєнного розвитку має зосередитися на таких аспектах:

- відновлення інфраструктури** — для забезпечення стабільності постачання та переробки сировини;
- впровадження екологічно безпечних технологій** — для вирощування та обробки лікарських рослин із мінімальним впливом на довкілля;
- підтримка місцевих громад** — через створення соціально-економічних можливостей, що сприяють їх залученню до розвитку галузі.

Інтегрований еколого-економічний підхід є основою для забезпечення стійкості ринку, підвищення його конкурентоспроможності на міжнародній арені та сприяння довгостроковому економічному відродженню. Така стратегія дозволяє не лише подолати поточні кризові явища, а й закласти міцний фундамент для процвітання сектору в майбутньому.

ЛІТЕРАТУРА

- Зінчук Т.О., Ткачук О.В. Концептуальний підхід до формування експортно-імпортної кон'юнктури ринку лікарсько-рослинної сировини. *Агросвіт*. 2024. № 18. С. 29–38. DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6792.2024.18.29>
- Мірзоева Т.В. Аналітична оцінка стратегій розвитку лікарського рослинництва. *Економіка та суспільство*. 2023. Вип. 48. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-48-28>

3. Мірзоєва Т.В. Тенденції кон'юнктури ринку лікарських рослин в Україні та світі. *Економіка та менеджмент*. 2019. № 4. С. 34. URL: <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/974387> (дата звернення: 12.12.2024).
4. Дребот О.І., Сологуб Ю.О. Світовий досвід розвитку лікарського рослинництва: еколого-економічні аспекти. *Збалансоване природокористування*. 2018. № 2. С. 142–146. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.2.2018.276424>
5. Дребот О.І., Сологуб Ю.О. Інституційне забезпечення лікарського рослинництва в Україні. *Соціально-економічні проблеми сучасного періоду України*. 2018. Вип. 1 (129). С. 116–120. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJR (дата звернення: 15.12.2024).
6. Паляничко Н.І., Ольхович С.Я., Крохтяк О.В. Сучасний стан виробництва лікарської рослинної сировини в Україні. *Збалансоване природокористування*. 2019. № 2. С. 81–87. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.2.2019.184161>
7. Сологуб Ю.О. Стратегічні напрями збалансованого розвитку лікарського рослинництва. *Соціально-економічні проблеми сучасного періоду України*. 2017. Вип. 6 (128). С. 91–94. URL: [https://ird.gov.ua/sep/sep20176\(128\)/sep20176\(128\)__2Zm.pdf](https://ird.gov.ua/sep/sep20176(128)/sep20176(128)__2Zm.pdf) (дата звернення: 23.12.2024).
8. Фурдичко О.І., Никитюк Ю.А. Стратегічні пріоритети державної політики розвитку лікарського рослинництва в Україні. *Економіка АПК*. 2015. № 8. С. 15–19. URL: <https://eap.k.com.ua/uk/journals/tom-22-8-2015/strategichni-prioriteti-derzhavnoyi-politiki-rozvitku-likarskogo-roslinnitstva-v-ukrayini> (дата звернення: 10.01.2025).
9. Про лікарські засоби: Закон України від 28 липня 2022 року № 2469-IX. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/T222469?an=1> (дата звернення: 12.12.24).
10. Про ліцензування видів господарської діяльності: Закон України від 02.03.2015 № 222-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/222-19#Text> (дата звернення: 12.12.2024).
11. 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#Text> (дата звернення: 12.12.24).
12. Вітчизняний ринок лікарських рослин оцінюється в 500 млн гривень на рік. *AgroReview*. 2018. URL: <https://agoreview.com/content/vitchyznyanyj-gynok-likarskyh-roslyn-ocinyuyetsya-v-500-mln-hryven-na-rik> (дата звернення: 12.12.24).
13. Мірзоєва Т.В. Особливості експорту-імпорту продукції лікарського рослинництва в умовах сьогодення. *Бізнесінформ*. 2018. № 7. С. 32–37. URL: http://www.business-inform.net/export_pdf/business-inform-2018-7_0-pages-32_37.pdf (дата звернення: 12.12.2024).
14. Григоренко С. Насіння лікарських рослин: сегмент із новими можливостями. *AgroPortal*. 15 листопада 2024. URL: <https://agroportal.ua/blogs/nasinnya-likarskih-roslin-segment-z-novimi-mozhливостями> (дата звернення: 10.12.2024).
15. 90% лікарських рослин в Україні вирощують з використанням пестицидів. *SuperAgronom.com*: головний сайт для агрономів. 26 лютого 2018. URL: <https://superagronom.com/news/3408-90-likarskih-roslin-v-ukrayini-viroschuyut-z-vikoristannyam-pestitsidiv> (дата звернення: 15.03.2025).

THE CURRENT STATE AND STRATEGIC GUIDELINES FOR THE POST-WAR DEVELOPMENT OF THE MEDICINAL PLANT MARKET: ECOLOGICAL AND ECONOMIC ASPECT

Mishenin Ye.

Doctor of Economic Sciences, Professor
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: eugeniy_mishenin@yahoo.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1597-3270>

Vysochanska M.

Doctor of Economic Sciences, Senior Research Fellow
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: mariya_vysochanska@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2116-9991>

Palapa N.

Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: palapa.60@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3748-6414>

Zinovchuk N.

Doctor of Economic Sciences, Professor
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS
e-mail: nvzstill37@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3221-8173>

Bendasiuk O.

Doctor of Economics, Associate Professor
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: obendasiuk@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7865-494X>

The article examines the current state of the medicinal plants market and identifies the main development problems and strategic guidelines for post-war recovery. An ecological and economic analysis of the market is conducted and key trends are outlined that determine the need to intensify the processes of recovery of the industry in the post-war period. Particular attention is paid to the environmental factor in the production of environmentally friendly medicinal plant raw materials and reducing the anthropogenic load on the environment. Using SWOT analysis, the strengths and weaknesses of the medicinal plants market are identified, as well as its opportunities and threats on the path to recovery are identified. The main institutional, organizational-economic, ecological-economic and technological factors that influence or may influence the balanced development of the industry in the post-war period are outlined. Based on the results obtained, strategic guidelines for the ecological and economic recovery of the medicinal plants market in the following areas are formed: state organizational-economic and institutional support; preservation of biodiversity, restoration of ecosystems and post-war cleaning of territories; restoration of agricultural production and transition to organic farming; restoration of production infrastructure and creation of logistics centers; scientific research and implementation of technological innovations and innovative cultivation methods; regulatory and legal regulation; investment policy and international assistance; export opportunities and development of international cooperation; minimising the anthropogenic impact on the environment. Based on the identified areas, measures are proposed to ensure the effectiveness of environmental and economic trends in the post-war restoration of the medicinal plant market in Ukraine.

Keywords: balanced development, organizational and economic mechanism, institutional support, export, biodiversity, natural resource potential.

REFERENCES

1. Zinchuk, T.O., & Tkachuk, O.V. (2024). The conceptual approach to the export-import situation of the medicinal plant raw materials market. *Agrosvit*, 18, 29–38. doi: <https://doi.org/10.32702/2306-6792.2024.18.29>
2. Mirzoieva, T.V. (2023). Analytical assessment of medicinal plant development strategies. *Economy and society*, 48. doi: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-48-28>
3. Mirzoieva, T.V. (2019). Conjuncture trends of the medicinal plants market in ukraine and worldwide. *Economics and management*, 4, 34–37. Retrieved from <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/974387>
4. Drebot, O.I., & Solohub, Yu.O. (2018). World experience in the development of medicinal plant cultivation: ecological and economic aspects. *Balanced nature management*, 2, 142–146. doi: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.2.2018.276424>
5. Drebot, O.I., Solohub, & Yu.O. (2018). Problems of institutional provision of medicinal planting in ukraine. *Socio-economic problems of modern Ukraine*, 1 (129), 116–120. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/sepspu_2018_1_22
6. Palianychko, N.I., Olkhovych, S.Ya., & Krokhtiak, O.V. (2019). Analysis of the production of medicinal plants in Ukraine. *Balanced nature using*, 2, 81–87. doi: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.2.2019.184161>
7. Solohub, Yu. (2017). Strategic dimensions of balanced development of medicinal plant industry. *Socio-economic problems of modern Ukraine*, 6 (128), 91–94. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/sepspu_2017_6_22
8. Furdychko, O.I., & Nikitiuk, Yu.A. (2015). Strategic priorities of the state policy for the development of medicinal plant production in Ukraine. *Ekonomika APK*, 22 (8), 15–19. Retrieved from <https://eapk.com.ua/uk/journals/tom-22-8-2015/strategichni-prioriteti-derzhavnoyi-politiki-rozvitku-likarskogo-roslinnitsva-v-ukrayini>
9. Law of Ukraine No. 2469-IX “About medicines”. (2022, July). Retrieved from <https://ips.ligazakon.net/document/T222469?an=1>
10. Law of Ukraine No. 222-VIII “On licensing of types of economic activities”. (2015, March). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/222-19#Text>
11. Law of Ukraine No. 2697-VIII “On the Basic Principles (Strategy) of the State Environmental Policy of Ukraine for the Period Until 2030”. (2019, February). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text>
12. The domestic market for medicinal plants is estimated at 500 million hryvnias per year. (2018). *AgroReview*. Retrieved from <https://agroreview.com/content/vitchyznyanyj-rynok-likarskyh-roslyn-ocinyuyetsya-v-500-mln-hryven-narik>
13. Mirzoieva, T.V. (2018). The Features of Export-Import of Medicinal Plant Products in Modern Conditions. *Businessinform*, 7, 32–37. Retrieved from http://www.business-inform.net/export_pdf/business-inform-2018-7_0-pages-32_37.pdf
14. Hryhorenko, S. (2024). Ukrainian medicinal plant market. *AgroPortal*. Retrieved from <https://agroportal.ua/blogs/nasinnya-likarskih-roslin-segment-z-novimi-mozhlyvostyami>
15. 90% of medicinal plants in Ukraine are grown with pesticides. (2018). *SuperAgronom.com*: the main website for agronomists. Retrieved from <https://superagronom.com/news/3408-90-likarskih-roslin-v-ukrayini-viroshchuyut-z-vikoristannyam-pestitsidiv>

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

МІШЕНІН Євген Васильович, доктор економічних наук, професор, провідний науковий співробітник відділу економіки природокористування в агросфері, Інститут агроєкології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна, 03143; e-mail: eugeniy_mishenin@yahoo.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1597-3270>).

ВИСОЧАНСЬКА Марія Ярославівна, доктор економічних наук, старший дослідник, заступник директора з наукової роботи та інноваційного розвитку, Інститут агроекології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна, 03143; e-mail: mariya_vysochanska@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2116-9991>).

ПАЛАПА Надія Василівна, доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач сектору розвитку сільських територій, Інститут агроекології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна, 03143; e-mail: palapa60@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3748-6414>).

ЗІНОВЧУК Наталія Василівна, доктор економічних наук, професор, завідувач сектору екологічного менеджменту, Інститут агроекології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна, 03143; e-mail: nvzstill37@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3221-8173>).

БЕНДАСЮК Олег Олександрович, доктор економічних наук, доцент, заступник завідувача відділу економіки природокористування в агросфері, Інститут агроекології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна, 03143; e-mail: obendasiuk@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7865-494X>).

Новини

Новини • Новини • Новини

Громадськість закликала врахувати кліматичну шкоду в Реєстрі збитків від війни для України. За попередніми підрахунками кліматична шкода, завдана російським повномасштабним вторгненням лише за 24 місяці повномасштабного вторгнення, може становити до 175 мільйонів тонн вуглецю, що в грошовому еквіваленті оцінюється в близько 32 мільярди доларів. Якщо в Реєстрі збитків не буде можливості правильно врахувати цю шкоду, то масштаби кліматичних збитків не будуть відображені належним чином.

“Оцінка кліматичної шкоди від війни — це насправді доволі новаторська річ. Жодна країна до цього, тим паче під час бойових дій, не проводила такої комплексної і системної оцінки стосовно того, як війна впливає на клімат. Україна в цьому сенсі має шанс стати рушієм змін. Ми повинні рухатися далі, щоб наші обрахунки в мільярди доларів не залишилися лише цифрами на папері”, — зазначає Васирина Бельо, керівниця відділу клімату ГО “Екодія”.

Тож врахування кліматичних збитків у Реєстрі дозволить більш комплексно оцінити реальний вплив війни на навколишнє середовище та клімат, а також забезпечить основу для подальших репарацій.

КОНЦЕПТУАЛЬНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ РЕКРЕАЦІЙНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ В КОНТЕКСТІ ЄВРОІНТЕГРАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ

О.І. Дребот*доктор економічних наук, професор, академік НААН
Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: drebot_oksana@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2681-1074>***Н.М. Клим***кандидат економічних наук, доцент
Національний лісотехнічний університет України (м. Львів, Україна)
e-mail: klym.nadya@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4949-6644>*

У статті досліджено особливості розвитку рекреаційного природокористування в умовах євроінтеграції. Визначено ключові інтеграційні механізми розвитку цього напрямку, які виступають стратегічним інструментом забезпечення балансу між охороною природних ресурсів, економічною ефективністю та соціальним розвитком територіальних громад. Доведено, що для успішної гармонізації з європейськими стандартами ключовим інструментом сталого розвитку є екотуризм, який забезпечує дбайливе використання природних ресурсів, охорону екосистем, особливо на урбанізованих територіях, та активне залучення місцевих жителів до управління рекреаційними зонами. Встановлено, що впровадження європейських стандартів у сферу рекреаційного природокористування забезпечує баланс між потребами людини у відпочинку, економічними умовами та охороною природи. Ключовим чинником довгострокової стійкості рекреаційних зон є адаптивне управління, яке охоплює моніторинг стану екосистеми та гнучке реагування на зміни, що дозволяє ефективно поєднувати розвиток туризму зі збереженням природного середовища.

Ключові слова: рекреаційні території, еколого-економічний механізм, інноваційні підходи, європейські стандарти.

ВСТУП

Актуальність дослідження розвитку рекреаційних територій у контексті євроінтеграційних процесів зумовлена необхідністю гармонізації національної політики з європейськими стандартами сталого розвитку, екологічної безпеки та раціонального природокористування. Інтеграція України до Європейського простору відкриває нові можливості для залучення інвестицій, розвитку туристичної інфраструктури та впровадження інноваційних підходів до управління рекреаційними ресурсами. Водночас зростає потреба в збереженні біорізноманіття, ефективному плануванні територій та підвищенні їх привабливості для туристів і місцевих громад. Важливе значення має також формування екологічної свідомості, покращення якості життя населення та сприяння сталому економічному зростанню регіонів. Цей процес має багатогранний вплив, поєднуючи екологічні, соціальні та економічні аспекти, що робить його стратегічним напрямом розвитку суспільства.

Крім того, актуальність дослідження зумовлена зростаючим значенням рекреаційного природокористування, яке посідає третє місце

серед провідних галузей світової економіки за рівнем доходу. Рекреаційна сфера забезпечує майже 15% світового валового національного продукту, демонструючи динамічний і гармонійний розвиток. Сучасна рекреація стає невід'ємною частиною повсякденного життя майже половини населення світу. Уже на початку ХХІ століття туристично-рекреаційна галузь сформувала 15% загального обсягу витрат споживачів, що підкреслює її стратегічне значення в глобальній економіці [1; 2].

Дослідження полягає в необхідності розроблення теоретичних і практичних засад розвитку рекреаційних територій, що сприятиме не лише внутрішньому соціально-економічному прогресу, а й успішній інтеграції України в Європейський простір. Це питання має міждисциплінарний характер, поєднуючи географію, економіку, екологію та європейські студії, що робить його важливим внеском у наукову та практичну діяльність.

Метою дослідження є визначення концептуальних аспектів розвитку рекреаційного природокористування в контексті євроінтеграційних процесів.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Концептуальні аспекти розвитку рекреаційних територій у контексті європейських інтеграційних процесів є багатограними та охоплюють питання рекреаційного туризму, збалансованого розвитку, а також соціально-економічних та екологічних засад. У науковому середовищі України та світу цією проблематикою займалося багато вчених, які зробили вагомий внесок у розробку теоретичних засад, методології та практичних рекомендацій. Зокрема, О. Бейдик у своїх дослідженнях розглядає рекреаційні території як складову розвитку туристичної галузі, що є важливим елементом для інтеграції України в Європейський простір. У своїх працях із рекреаційної діяльності автор акцентує увагу на необхідності гармонізації національних підходів з європейськими стандартами сталого розвитку, зокрема щодо вдосконалення нормативно-правової бази, впровадження екологічно орієнтованих моделей управління, забезпечення балансу між рекреаційним навантаженням і збереженням природних екосистем [3]. П. Масляк підкреслює важливість адаптації розвитку рекреаційних територій до європейських інтеграційних підходів, зокрема через аналіз туристичного потенціалу та його впливу на регіональний розвиток. Він акцентує увагу на необхідності врахування європейського досвіду в управлінні рекреаційними зонами [4]. Н. Фоменко пов'язує рекреаційні території зі сталим розвитком, що є ключовим принципом європейської інтеграції. Дослідниця розглядає рекреацію як інструмент для досягнення екологічних і соціальних цілей, що відповідає європейським стратегіям (зокрема “Порядку денному на ХХІ століття”) [5; 6]. У працях Т. Хітренко акцентується увага на структурно-організаційних аспектах рекреаційної сфери, що є простором для адаптації до європейських стандартів управління та моніторингу рекреаційних зон [7].

Загалом, учені формують комплексний підхід до теми, охоплюючи теоретичні, практичні та інтеграційні аспекти розвитку рекреаційних територій у контексті європейських процесів. Їхні дослідження є взаємодоповнючими та створюють міцну основу для подальшого аналізу.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для дослідження концептуальних аспектів розвитку рекреаційного природокористування в контексті євроінтеграційних процесів використано широкий спектр матеріалів і методів. *Аналіз документів* — проводилося вивчення європейських стандартів і практик у сфері ре-

креаційного природокористування, що допомогло сформувати розуміння нормативної бази та підходів ЄС. *Порівняльний аналіз* — здійснювалося зіставлення підходів різних країн до розвитку екотуризму та залучення місцевих громад, що дозволило виявити спільні риси й відмінності. *Економічний аналіз* — оцінювалися соціально-економічні вигоди від екотуризму для місцевих громад, зокрема вплив на зайнятість, доходи та розвиток інфраструктури. *Екологічний моніторинг* — проводилася оцінка впливу рекреаційної діяльності на стан екосистеми для визначення її екологічної стійкості та можливих ризиків.

Дослідження спиралося на комплексний підхід, який поєднував аналіз нормативно-правових документів ЄС, наукових праць, звітів, статистичних і ключових даних. Застосування таких методів, як аналіз документів, порівняльний та економічний аналізи, екологічний моніторинг і соціологічне опитування, дозволило обґрунтувати важливість екотуризму для сталого розвитку та соціально-економічного зростання регіонів у контексті євроінтеграційних процесів.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Рекреаційне природокористування є комплексом заходів, пов'язаних із використанням природних ресурсів для оздоровлення людини, відновлення фізичного та психологічного самопочуття, розширення екологічного світогляду тощо. Досі немає єдиного чіткого визначення поняття “рекреація”. Найбільш часто зустрічається наступне трактування: “процес відновлення фізично-духовних, нервово-психологічних сил людини, забезпечених системою засобів, які реалізуються у вільний від роботи час на певних (спеціалізованих) територіях” [1; 8–10].

Відповідно до статті 63 Закону України “Про охорону навколишнього природного середовища”, рекреаційними зонами є ділянки суші та водного простору, призначені для організованого масового відпочинку населення та туризму [11]. З огляду на це визначення, можна зробити висновок, що природним ресурсам рекреаційних територій притаманні такі якості, як естетична привабливість і затишок, унікальність, наявність оздоровчих і відновлювальних властивостей, які позитивно впливають на організм людини. У повсякденному житті для короткочасного відпочинку використовуються парки, лісопарки, музеї, заклади культури, стадіони, зони відпочинку, а для тривалого — санаторії, будинки відпочинку, пансіонати, турбази, готельно-відпочинкові комплекси та різноманітні засоби пересування [12–14]. Таким чином, ре-

креаційні зони відіграють ключову роль у задоволенні соціальних потреб населення, поєднуючи відпочинок, оздоровлення та туристичну привабливість. Їхнє ефективне використання та збереження вимагає комплексного підходу, що враховує як екологічну безпеку, так і розвиток інфраструктури для різних видів рекреаційної діяльності.

Особливості рекреаційних ресурсів та об'єктів обґрунтовують їхню важливу роль у покращенні якості життя людини, поєднуючи красу природи з можливостями для відпочинку й оздоровлення.

Термін “рекреаційні території” активно використовується в країнах з розвиненим містобудуванням, екологічним плануванням і туризмом. У країнах Східної Європи (Україні, Польщі) він закріплений у законодавстві та будівельних документах, що визначають території для відпочинку, санаторно-курортної діяльності та природоохоронних зон. У Західній Європі (Німеччині, Франції, Італії, Іспанії) цей термін широко використовується в урбаністиці та охороні

навколишнього середовища. У США, Канаді та Австралії рекреаційні території є важливою частиною природоохоронної політики та містобудування, зокрема у системі національних парків. В Азії (Японії) та Латинській Америці (Бразилії) вони сприяють розвитку туризму та збереженню природних ресурсів. Загалом, використання терміна відображає пріоритети держави в збереженні природи, покращенні якості життя та розвитку рекреаційної інфраструктури (табл. 1).

Концептуальний підхід щодо розвитку рекреаційних територій має ґрунтуватися на інноваційних, комплексних і стабільних засадах, які враховують економічні, соціальні, екологічні та культурні аспекти [15]. Основними завданнями такого підходу є:

- стимулювання економічного прогресу через залучення інвестицій у туристичну інфраструктуру та підтримку місцевого бізнесу;
- покращення добробуту населення шляхом створення нових робочих місць і підвищення якості життя в рекреаційних зонах;

Таблиця 1

Використання дефініції “рекреаційні території” в різних країнах світу

№ з/п	Країна	Використання дефініції	Сфера застосування
1	Україна	Широко використовується в законодавстві та плануванні території.	Містобудування, екологія, туризм
2	Німеччина	<i>Erholungsgebiete</i> — офіційний термін для рекреаційних зон.	Планування міст, національних парків
3	Франція	<i>Zones récréatives</i> — використовується в містобудуванні.	Урбаністика, природоохоронні території
4	Польща	<i>Tereny rekreacyjne</i> — охоплюють курортні та природоохоронні території.	Туризм, природокористування
5	Іспанія	<i>Áreas recreativas</i> — використовується для природних і туристичних зон.	Туризм, містобудування
6	Італія	<i>Aree ricreative</i> — використовується в урбаністиці та природоохоронних парках.	Охорона природи, туризм
7	Канада	<i>Recreational areas</i> — офіційно використовується в містобудуванні та національних парках.	Природоохоронні зони, активний туризм
8	США	<i>Recreational lands / areas</i> — широко використовується в урбаністиці та природоохоронних програмах.	Національні парки, міські зони
9	Японія	レクリエーション地域 (<i>Recreation Chiiki</i>) — використовується для розвитку рекреаційних просторів.	Природні парки, містобудування
10	Бразилія	<i>Áreas de recreação</i> — використовується для позначення зон активного відпочинку.	Туризм, природоохоронні зони
11	Австралія	<i>Recreational reserves</i> — офіційно використовується в міському плануванні та екотуризмі.	Національні парки, урбаністика

Джерело: сформовано авторами на основі інформації з Вікіпедії.

- впровадження демократичних механізмів участі громадськості в ухваленні рішень щодо розвитку територій, зокрема через публічні обговорення та соціальні ініціативи;
- охорона та популяризація культурної спадщини, включно з відродженням традиційних ремесл, мистецтва та історичних пам'яток;
- підтримка та поліпшення екологічного стану територій, зокрема через впровадження екологічних стандартів, збереження біорізноманіття, відновлення природних ландшафтів та контроль за якістю води і повітря.

Екологічна стійкість як основа рекреаційного природокористування — це діяльність, спрямована на раціональне використання природних ресурсів для відпочинку, оздоровлення та відновлення сил людини, яка охоплює туризм, екскурсії та санаторно-курортне лікування.

Ключовим аспектом розвитку рекреаційного природокористування є екологічна стійкість, яка забезпечує збереження біорізноманіття та стабільність природних екосистем під час рекреаційної діяльності. Для цього необхідно:

- раціонально планувати туристичні маршрути;
- створювати екологічні стежки з мінімальним впливом на довкілля;
- нормувати кількість відвідувачів у природоохоронних зонах;
- впроваджувати енергоефективні та екологічно чисті технології в рекреаційних об'єктах.

Важливу роль відіграє екологічна освіта туристів, спрямована на формування відповідального ставлення до природи. Це дозволяє зменшити антропогенний вплив і забезпечити довгострокове збереження природних ресурсів для майбутніх поколінь.

Другий важливий аспект розвитку рекреаційного природокористування — соціально-економічний, який підкреслює його значення для суспільства та економіки. Ця діяльність сприяє створенню робочих місць, розвитку інфраструктури (наприклад, доріг, готелів, закладів харчування) та підвищує якість життя місцевого населення. Особливу увагу приділено екотуризму, який не тільки приносить економічні вигоди, а й підтримує місцеві традиції та ремесла. Для розвитку, що є справедливим, важливо залучати місцеві громади до управління рекреаційними ресурсами та розподілу прибутків. Такий підхід не тільки зміцнює економіку регіону, а й сприяє соціальній згуртованості та культурному обміну між туристами та місцевими жителями.

Третій аспект — управлінський, який забезпечує скоординовану взаємодію між державними органами, бізнесом, науковими уста-

новами та громадськими організаціями для забезпечення сталого розвитку рекреаційного природокористування. Ефективне управління включає розроблення стратегій, що враховують як потреби людини, так і збереження природи, а також моніторинг стану екосистем і ресурсів. Адаптивне управління дозволяє швидко реагувати на зміни в екологічній ситуації чи соціально-економічних умовах, наприклад коригувати туристичні потоки чи впроваджувати нові правила використання території. Такий підхід гарантує довгострокову стійкість рекреаційних зон, поєднуючи інтереси всіх цікавих сторін і зберігаючи баланс між відпочинком та охороною природи.

Європейські стандарти розвитку рекреаційного природокористування базуються на принципах сталості, забезпечуючи гармонійне поєднання рекреації, економічного розвитку та збереження природи. Завдяки екотуризму, залученню громади та скоординованому управлінню досягається довгострокова стійкість рекреаційних зон, що дозволяє зберегти природну спадщину для майбутніх поколінь (рис. 1).

Комплексний розвиток рекреаційних зон повинен передбачати не лише збереження, але й вдосконалення природних ландшафтів, підтримку біорізноманіття та забезпечення екологічної рівноваги. Важливо забезпечити соціальну гармонію між місцевими жителями та відпочивальниками, зокрема через розвиток інфраструктури, яка задовольняє потреби обох груп.

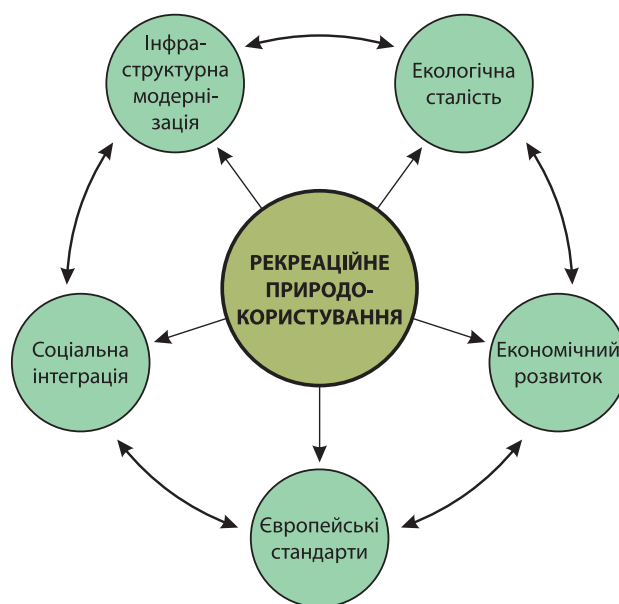


Рис. 1. Концептуальні аспекти розвитку рекреаційного природокористування

Джерело: розроблено авторами.

Концептуальні аспекти розвитку рекреаційного природокористування в контексті євроінтеграційних процесів

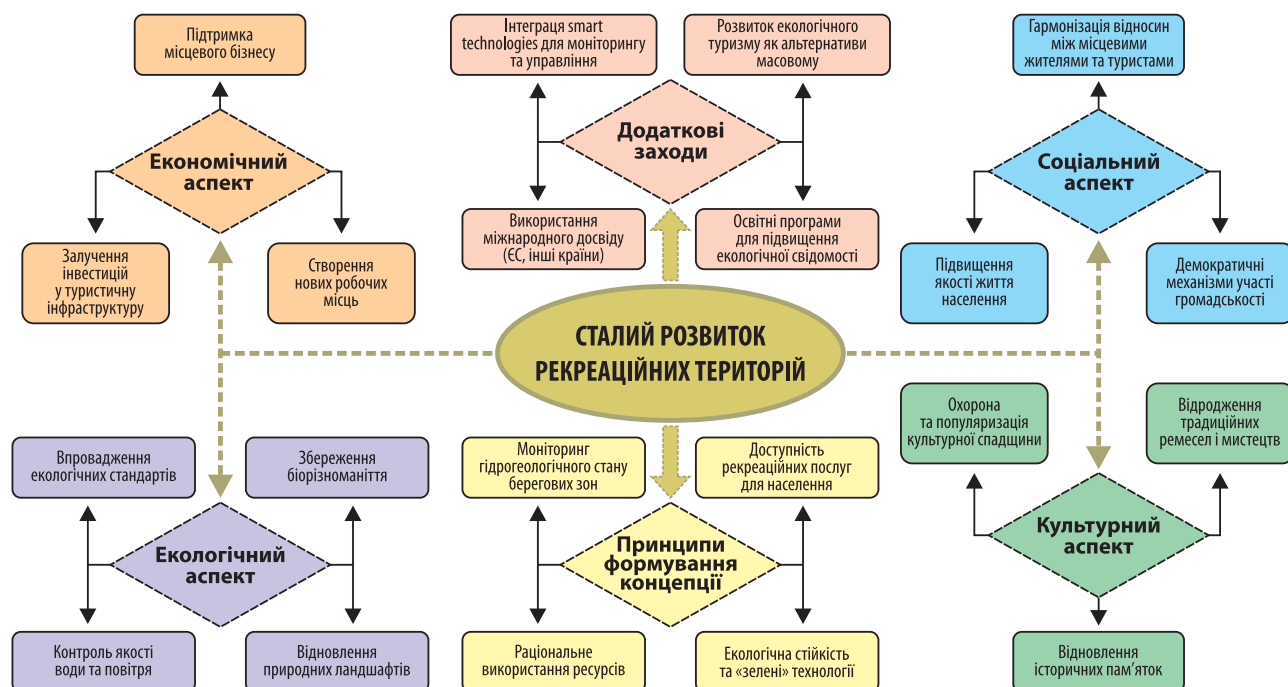


Рис. 2. Концептуальні аспекти сталого розвитку рекреаційних територій

Джерело: розроблено авторами.

Принципи формування концепції розвитку рекреаційних зон повинні охоплювати:

- раціональне та ефективне використання природних ресурсів з урахуванням їхньої відновлюваності;
- забезпечення екологічної стійкості через впровадження “зелених” технологій та зменшення антропогенного впливу;
- врахування соціально-економічних чинників, таких як доступність рекреаційних послуг для різних верств населення;
- аналіз гідрогеологічного стану берегових зон і розроблення заходів щодо їх захисту від ерозії, забруднення та інших негативних впливів.

До додаткових науково обґрунтованих підходів щодо вдосконалення аспектів рекреаційних територій належать такі:

- інтеграція “розумних” технологій (англ. *smart technologies*) для моніторингу стану природних ресурсів, управління туристичними потоками та прогнозування змін екосистем;
- розвиток екологічного туризму як стратегії збалансованого використання природних ресурсів, що сприятиме зниженню антропогенного навантаження та підтримці природної рівноваги;
- адаптація міжнародного досвіду у сфері сталого розвитку рекреаційних зон, зокрема використання найкращих практик ЄС щодо збе-

реження природних ландшафтів, мінімізації відходів та екологічного менеджменту;

- розширення програм екологічної освіти для місцевого населення та туристів із метою підвищення рівня екологічної свідомості та формування культури відповідального природокористування;
- розробка довгострокових стратегій управління рекреаційними зонами з урахуванням змін клімату та їхнього потенційного впливу на природні комплекси, біорізноманіття та інфраструктуру.

Запропоновані заходи дозволять забезпечити сталий розвиток рекреаційних територій, створюючи баланс між економічними інтересами, соціальними потребами та екологічними пріоритетами (рис. 2).

ВИСНОВКИ

Для забезпечення сталого розвитку рекреаційних територій необхідно впроваджувати комплексні підходи, що поєднують економічні, соціальні, екологічні та культурні аспекти. Важливими завданнями є залучення інвестицій, створення нових робочих місць, охорона та популяризація культурної спадщини, впровадження екологічних стандартів і використання сучасних технологій для моніторингу та управління природними ресурсами. У цьому контексті розвиток рекреаційних територій має

ґрунтуватися на принципах раціонального використання природних ресурсів, екологічної стійкості та соціально-економічної доступності. Упровадження “зелених” технологій, екологічного туризму та міжнародного досвіду сприятиме гармонійному розвитку цих територій, мінімізуючи антропогенне навантаження та підтримуючи природну рівновагу.

Отже, стратегічний розвиток рекреаційних територій повинен передбачати не лише їхнє збереження, а й створення умов для ефективного використання, забезпечуючи баланс між економічними інтересами, соціальними потребами та екологічними пріоритетами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Завербний А.С. Розвиток рекреаційного природокористування України за євроінтеграційних умов: функціонально-управлінський аспект. *Innovation and Sustainability*. 2023. № 1. С. 15–25. DOI: <https://doi.org/10.31649/ins.2023.1.15.25>
2. Dolesh R.J. Top Trends in Parks and Recreation for 2022. The National Recreation and Park Association. 16 December 2021. URL: <https://www.nrpa.org/parksrecreation-magazine/2022/january/top-trends-in-parks-and-recreation-for-2022/> (accessed: 23.12.2024).
3. Бейдик О., Топалова О. Теоретико-практичні аспекти рекреаційно-туристського природокористування. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Географія*. 2018. № 1 (70). С. 15–21. DOI: <http://doi.org/10.17721/1728-2721.2018.70.3>
4. Масляк П.О. Рекреаційна географія: навч. посібн. К.: Знання, 2008. 343 с.
5. Фоменко Н.В. Рекреаційні ресурси та курортологія. К.: Центр навчальної літератури, 2007. 312 с. URL: <http://elcat.pnpu.edu.ua/docs/Fomenko.pdf> (дата звернення: 27.12.2024).
6. Фоменко Н.В. Рекреалогія як науковий напрямок. *Наукові записки*. 2009. № 2. URL: <http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/20966/1/003Fomenko.pdf> (дата звернення: 27.12.2024).
7. Рідей Н.М., Хітренко Т.Ф. Рекреація в Україні: вивченість, перспективи дослідження розвитку рекреаційних територій. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2015. № 3. С. 64–69. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vddau_2015_3_14 (дата звернення: 03.01.2025).
8. Бабікова К.О. Системний підхід до еколого-економічного забезпечення збалансованого розвитку рекреаційного туризму. *Економіка та держава*. 2021. № 5. С. 44–47. DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6806.2021.5.44>
9. Бондаренко Ю.Г. Механізм державного управління інвестуванням в рекреаційній сфері: дис. ... канд. екон. наук: 08.00.03. Львів, 2019. 290 с.
10. Гринів Л.С. Теоретико-методологічні засади формування екологічно-збалансованої економіки: автореф. дис. ... канд. екон. наук: 08.00.01. Львів, 2002, 39 с.
11. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 25.06.1991 № 1264-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text> (дата звернення: 10.01.2025).
12. Заставний Ф.Д. Географія України. У 2-х кн. / Ред. М.П. Парцей. Львів: Світ, 1994. 472 с. URL: <http://resource.history.org.ua/item/0009964> (дата звернення: 10.01.2025).
13. Карпенко Р.В. Особливості використання та охорони рекреаційних територій України. *Актуальні проблеми відновлення та розвитку цивільно-правових відносин в сучасних умовах*: матеріали Всеукраїнського студентського науково-практичного онлайн-семінару (м. Дніпро, 11 квітня 2024 р.). Дніпро: ДДУВС, 2024. С. 124–127. URL: <https://er.dduvs.edu.ua/bitstream/123456789/13800/1/7.pdf> (дата звернення: 03.01.2025).
14. Положення про рекреаційну діяльність у межах територій та об'єктів природно-заповідного фонду України: затверджено наказом Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 26.07.2022 р. № 256. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1043-22#Text> (дата звернення: 27.12.2024).
15. Концепція розвитку прибережної території Бердянського району. URL: berd-rayrada.gov.ua (дата звернення: 03.01.2025).

CONCEPTUAL ASPECTS OF THE DEVELOPMENT OF RECREATIONAL NATURE MANAGEMENT IN THE CONTEXT OF EUROPEAN INTEGRATION PROCESSES

Drebot O.

Doctor of Economics Sciences, Professor, Academician of NAAS
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: drebot_oksana@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2681-1074>

Klym N.

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
Ukrainian National Forestry University (Lviv, Ukraine)
e-mail: klym.nadya@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4949-6644>

The article examines the features of the development of recreational nature use in the context of European integration. Key integration mechanisms for the development of this area are identified, which act as a strategic

tool for ensuring a balance between the protection of natural resources, economic efficiency and social development of territorial communities. It is proven that for successful harmonization with European standards, the key tool for sustainable development is ecotourism, which ensures the careful use of natural resources, the protection of ecosystems, especially in urbanized areas, and the active involvement of local residents in the management of recreational areas. It is established that the implementation of European standards in the field of recreational nature use ensures a balance between human needs for recreation, economic conditions and nature protection. The key factor in the long-term sustainability of recreational areas is adaptive management, which includes monitoring the state of the ecosystem and flexible response to changes, which allows for the effective combination of tourism development with the preservation of the natural environment.

Keywords: recreational areas, ecological and economic mechanism, innovative approaches, European standards.

REFERENCES

1. Zaverbnyi, A.S. (2023). Development of recreational nature use in Ukraine under European integration conditions: functional and managerial aspect. *Innovation and Sustainability*, 1, 15–25. doi: <https://doi.org/10.31649/ins.2023.1.15.25>
2. Dolesh, R.J. Top Trends in Parks and Recreation for 2022. (16 December 2021). The National Recreation and Park Association. Retrieved from <https://www.nrpa.org/parks-recreation-magazine/2022/january/top-trends-in-parks-and-recreation-for-2022/>
3. Beydik, A., Topalova, O. (2018). Theoretical and practical aspects of recreation and tourism environmental management. *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv, Geography*, 1 (70), 15–21. doi: <http://doi.org/10.17721/1728-2721.2018.70.3>
4. Masliak, P.O. (2008). Recreational geography: textbook. K.: Znannia.
5. Fomenko, N.V. (2007). Recreational resources and resort management. K.: Tsentr navchalnoi literatury. Retrieved from <http://elcat.pnpu.edu.ua/docs/Fomenko.pdf>
6. Fomenko, N.V. (2009). Recreation as a scientific direction. Scientific notes, 2. Retrieved from <http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/20966/1/003Fomenko.pdf>
7. Ridei, N.M., & Khitrenko, T.F. (2015). Recreation in Ukraine: study status, prospects for research into the development of recreational areas. *Bulletin of the Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University*, 3, 64–69. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/vddau_2015_3_14
8. Babikova, K.O. (2021). A systematic approach to ecological and economic support for the balanced development of recreational tourism. *Economy and the state*, 5, 44–47. doi: <https://doi.org/10.32702/2306-6806.2021.5.44>
9. Bondarenko, Yu.H. (2019). Mechanism of state management of investment in the recreational sector. (Candidate's dissertation, National University "Lviv Polytechnic", Lviv, Ukraine).
10. Hryniv, L.S. (2002). Theoretical and methodological principles of forming an ecologically balanced economy. (Extended abstract of the candidate's dissertation, National Forestry University of Ukraine, Lviv, Ukraine).
11. Law of Ukraine No. 1264-XII "On Environmental Protection". (1991, June). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text>
12. Zastavnyi, F.D., & Partsei, M.P. (Ed.). (1994). Geography of Ukraine (in 2 books). Lviv: Svit. Retrieved from <http://resource.history.org.ua/item/0009964>
13. Karpenko, R.V. (2024). Features of the use and protection of recreational areas of Ukraine. In *Current problems of restoration and development of civil legal relations in modern conditions*: materials of the All-Ukrainian student scientific and practical online seminar (pp. 124–127). Dnipro: Dnipro State University of Internal Affairs. Retrieved from <https://er.dduvs.edu.ua/bitstream/123456789/13800/1/7.pdf>
14. Order ministry of environmental protection and natural resources of Ukraine No. 256 "Regulations on recreational activities within the territories and objects of the nature reserve fund of Ukraine". (2022, July). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1043-22#Text>
15. Concept of development of the coastal territory of Berdiansk district. (n.d.). Retrieved from <https://berd-rayrada.gov.ua/>

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

ДРЕБОТ Оксана Іванівна, доктор економічних наук, професор, академік НААН, директор, Інститут агроєкології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна, 03143; e-mail: drebot_oksana@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2681-1074>).

КЛИМ Надія Михайлівна, кандидат економічних наук, доцент, Національний лісотехнічний університет України (вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057; e-mail: klym.nadya@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4949-6644>).

ЗАСАДНИЧІ КОНСТИТУЦІЙНІ ІМПЕРАТИВИ ЯК ЧИННИКИ ДЕРЖАВНОСТІ Й ЖИТТЄДАЙНОСТІ НА УКРАЇНСЬКІЙ ЗЕМЛІ

О.І. Ковалів

доктор економічних наук, головний науковий співробітник
Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: okovaliv@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4908-7963>

Відсутність в Україні єдиної загальнонаціональної науково обґрунтованої конституційно-земельної доктрини юридичної природи землі та її природних ресурсів (стисло — землі) як природних об'єктів права власності Українського народу, що є основним національним багатством, вимагає узгодженого розуміння сутності та системи проявлення цих норм у взаємозв'язку з іншими імперативами засадничих норм-принципів Конституції України. Метою статті є обґрунтування конституційних земельних імперативів у системному взаємозв'язку проявлення засадничих норм-принципів Першого розділу Основного Закону України як фундаментальних чинників існування держави та формування комфортної життєдіяльності у воєнний і повоєнний періоди, орієнтуючись на стандарти Європейського Союзу. Надпотужний енергетичний норов українського етносу на предковичній землі вимагає формування "Субстанції українського буття", подібної до своєрідних Вед чи Тори. Передбачається впровадити чесний, прозорий і відповідальний інструментарій "народовладдя" шляхом відкритого обрання (покликання) громадян з єдиним громадянством України на всі керівні та службові посади "знизу вгору". Розкрито економіко-правовий алгоритм пріоритетного права учасників бойових дій та їхніх сімей і близьких родичів на безперешкодне створення нових приватних сімейних фермерських, селянських та інших господарств на вигідних умовах. Доведено, що в досягненні комфортної життєдіяльності людиною-громадянином обов'язком держави є забезпечення прав усіх суб'єктів права власності та господарювання, а також надання правдивих і повноцінних знань засадничих конституційних імперативів усім — підліткам, учням і студентам, які повинні ставати життєздатними, здоровими, чесними та гідними людьми-громадянами України. Доведено, що захоплюватися чи піддаватися впливу штучного інтелекту або інших "розумних спокус" доцільно і корисно лише освіченим, чесним і гідним людям, які особисто відчують силу українського конституційного права на землю і на владу.

Ключові слова: Конституція України, земля, народовладдя, право, етнос, природні ресурси, людина, система, життєдіяльність.

ВСТУП

За наявності основного національного багатства в Україні, що в еквіваленті припадає в середньому на кожного громадянина майже 2 млн доларів США, рівень життєдіяльності переважної більшості громадян упродовж проведених реформ в країні знизився, і спостерігається значне відставання його від рівня в сусідніх країнах, які взяли курс на ЄС. Ще більш катастрофічним є соціально-економічний та екологічний стан на територіях сільських поселень, особливо віддалених від мегаполісів. Водночас монополії, зокрема в аграрному секторі економіки, одержують надприбутки.

Не підтвердивши остаточну демаркацію державних кордонів, земельну реформу в молодій незалежній Україні було звужено до аграрної, яку здійснювали поза часовими і просторовими параметрами конституційних норм щодо землі та її природних ресурсів як основного

національного багатства Українського народу, а також відірвано від адміністративної, фінансової, податкової, митної, природоохоронної, ресурсоощадної та інших реформ, тому сподівання на її успіх були марними. Земельна реформа не супроводжувалася комплексом робіт із державного землеустрою та землепорядкування як основного інструменту формування прогнозних задумів і розробки проєктних рішень щодо національного земле- і природокористування та соціально-економічного розвитку відповідних територій і екосистем.

Наслідки такої непрогнозованої діяльності стали відчутнішими після умовної приватизації родючих земель, фактично "розколективізації", оскільки, не створюючи збалансовані господарські одиниці, форсувалася заміна сертифікатів на земельні паї, без визначення їх в натурі, на віртуальні державні акти на право власності на земельні ділянки з подальшим

запровадженням орендних відносин. Не виправивши припущених помилок, суспільству нав'язувалася думка, що завершальним етапом такої “земельної реформи” в Україні має стати термінове запровадження ринку (обігу) земель сільськогосподарського призначення та зняття мораторію на їх купівлю-продаж, начебто в інтересах селян та з метою розвитку сільських територій [1].

На практиці взагалі не застосовувалися та не застосовуються науково обґрунтовані заходи щодо формування стійких агролісолодшафтів. Відбулася тотальна деградація та триває збезлюднення українських сіл. Не розгорнуто процес формування сімейних фермерських (селянських) господарств, подібних до тих, що успішно функціонують в Євросоюзі.

Великомасштабне корпоративне сільське господарство, яке є капіталомістким, має тенденцію до механізації праці та надає перевагу спеціалізації на кількох культурах. Це сприяє не лише зростанню безробіття на селі, але й коливанню попиту на робочу силу. Можливості працевлаштування стали ще більш обмеженими через низьку диверсифікацію економічної діяльності в сільській місцевості. Водночас підхід концентрації землекористування й експлуатації природних ресурсів спричинив значні проблеми раціонального використання та охорони ґрунтів, що позначається на їхній родючості через забруднення, деградацію та виснаження у всіх агроландшафтах без винятку, порушуючи водорегулювання і погіршуючи стан навколишнього середовища.

У такому середовищі та за таких умов Верховна Рада України в 2020 році прийняла остаточний варіант закону про так званий ринок (обіг) земель сільськогосподарського призначення як начебто об'єктів цивільних прав, який набув чинності з 1 липня 2021 року (на цій основі припинено надуманий “мораторій”). У зв'язку з цим на сьогодні багато спритних ділків вважають себе “власниками” земель сільськогосподарського призначення, оскільки конституційну сутність норм “земля, її надра, атмосферне повітря, водні та інші природні ресурси” звужено переважно до розуміння “ґрунт” (земельного ресурсу) як абсолютного джерела власного агробізнесу.

Існуючі “реформатори” вважають, що цей акт став своєрідним “завершальним” етапом здійснюваної в Україні так званої “земельної реформи”, яка реалізується шляхом паювання надуманої “колективної власності на землю”. Ринок земель офіційно стартував з 1 липня 2021 року, коли допускається набуття прав власності на земельні ділянки до 100 гектарів в “одні руки”, а з 1 січня 2024 року — до 10 000

гектарів як фізичними, так і юридичними особами України [2].

Подібний стан спостерігається і щодо інших категорій землі та її природних ресурсів. У де-юре унітарній державі домінує відомча, розрізнена монополія.

Нехтуючи імперативами проявлення права де-факто (взяття на загальнонаціональний баланс власника) основного національного багатства — власності Українського народу — та законодавчого унормування інститутів народо-владдя (ч. 1 ст. 5 КУ) і користування всіма природними об'єктами чужої власності (ч. 2 ст. 13 КУ), зокрема надрами, ґрунтами, водами, продовжують діяти прийняті Верховною Радою України ще в доконституційний період (за принципом “розділяй і володарюй”) Лісовий кодекс України від 21 січня 1994 року, Кодекс України про надра від 27 липня 1994 року, а також Водний кодекс України від 6 червня 1995 року. При цьому справжня конституційно-правова сутність “землі та її природних ресурсів” як природних об'єктів залишається поза увагою дотепер.

Зокрема, в Кодексі України про надра (ст. 4) зазначено, що надра є виключною власністю Українського народу і надаються лише в користування. Угоди або дії, які прямо чи опосередковано порушують право власності Українського народу на надра, є недійсними. Водночас вказано: “Український народ здійснює право власності на надра через Верховну Раду України, Верховну Раду Автономної Республіки Крим і місцеві ради”, що не відповідає чинним нормам Конституції України. Адже друге речення частини першої статті 13 КУ чітко й однозначно декларує: “Від імені Українського народу права власника здійснюють органи державної влади та органи місцевого самоврядування (*лише — авт.*) в межах, визначених Конституцією України”. Такі “права” в Конституції України — відсутні.

На превеликий жаль, до такого внутрішнього стану нерегульованості та парадоксів додалася неспровокована російська загарбницька війна, особливо після віроломного вторгнення 24 лютого 2022 року, яка завдала колосальних руйнівних збитків, переважно в зонах бойових дій і на окупованих територіях.

Здобуваючи перемогу над зовнішнім ворогом, який у кровопролитній війні проти України загарбує нашу землю (на сьогодні РФ окупувала Крим і частину територій Сходу та Півдня України), вбиває українців і знищує природний, економічний, науково-технічний, історико-культурний та інший капітал нації, з'являється потреба в проявленні правдивих нових знань (епістемологія) та адекватних дій

і на “внутрішньому фронті”. Головною нашою зброєю на всіх фронтах, особливо на “внутрішньому”, є повноцінна та бездоганна реалізація конституційного права власності на землю та її природні ресурси, які виступають як природні об’єкти права власності Українського народу. Це стосується твкож цінних родовищ корисних копалин, рідкісних (зокрема рідкоземельних) металів, родючих ґрунтів, прісної води, природних ландшафтів тощо — нашого основного національного багатства, яке повинно функціонувати не лише де-юре згідно з Конституцією України, а й де-факто, враховуючи глобальні позиції та об’єктивні вимоги сьогодення.

Цей посил підтверджує відсутність в Україні єдиної національної науково обґрунтованої конституційно-земельної доктрини юридичної природи землі та її природних ресурсів (стисло — землі) як природних об’єктів права власності Українського народу, що є основним національним багатством. Нова українська доктрина (теорія) має складати не лише основу (базу) аспектів правових режимів узгодженого розуміння імперативів чинної конституційної сутності когнітивного земле- та природокористування на відповідній законодавчій базі через прогнозування, проектування, організацію території (простору), управління, моніторинг і контроль, але й узгодженої системи формування та функціонування об’єктів і суб’єктів як господарюючих одиниць. Такий процес має полегшувати безпомилковий вибір варіанту формування й реалізації задуму потенційного господаря щодо створення та функціонування майбутнього господарського об’єкта, набуття та реалізації потенційним господарем прав власності на межі (ділянок, родовищ тощо) як на об’єкти цивільних прав для здійснення вмотивованого сталого раціонального і надзвичайно відповідального господарювання (природокористування). У логічному підході передбачається виправлення застарілих юридичних моделей формулювання, становлення та розвитку сучасних наукових теорій земельного, аграрного, містобудівного, геологічного, екологічного та інших галузей права з орієнтацією на євростандарти.

Вбачається, що наше розуміння засад ключових конституційно-земельних імперативів і вже здобуті нами нові знання шляхів та методів раціонального й сталого господарювання в просторі комфортної життєдайності сприятимуть поглибленому дослідженню та сутнісному обґрунтуванню на науковій основі конституційних земельних норм у системному взаємозв’язку їх проявлення із нормами-принципами Першого розділу Основного Закону України [3], що стане також каркасною основою конструювання системної земельної доктрини.

Метою статті є обґрунтування конституційних земельних імперативів у системному взаємозв’язку проявлення засадничих норм-принципів Першого розділу Основного Закону України як фундаментальних чинників існування держави та формування комфортної життєдайності у воєнний і повоєнний періоди, орієнтуючись на стандарти Євросоюзу.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

На основі аналізу наявних досліджень у сфері імплементації в реальне життя українців чинних конституційних земельних імперативів встановлено, що питання земельної реформи та врегулювання земельних відносин в Україні належить переважно до сфери аграрного землекористування. Тому більшість наукових праць щодо існуючого розуміння вітчизняними дослідниками “земельного питання” сфокусовано на врегулюванні правових та економічних відносин насамперед з позиції бізнесових інтересів в аграрному секторі економіки, а чинне конституційне земельне право розчленовано (теоретично і практично розфасовано) на земельне, аграрне, екологічне, містобудівне та інші види права.

Зважаючи на те, що наша держава обрала курс на ЄС і НАТО, надзвичайно актуальними темами стали наукові дослідження прав людини та розвитку сільських територій. Низка фундаментальних праць аналізують та узагальнюють основні положення документів із прав людини в земельних правовідносинах, зокрема щодо Декларації ООН про права селян та інших осіб, які працюють і проживають у сільській місцевості [4].

Шляхи подальшого використання “землі” в Україні в контексті узгодження інституційних рамок на шляху до євроінтеграції переважно фокусуються на аграрних ресурсах сільського господарства та сільському розвитку й отожднюються зі Спільною аграрною політикою (САП) ЄС. У цьому контексті В.Л. Качурінер у статті “Правове регулювання політики Європейського Союзу у сфері сільськогосподарського виробництва” справедливо підкреслює, що факт передання в оновлений САП компетенції з конкретизації аграрної політики на рівень країн-членів надає Україні шанс на ефективну євроінтеграцію. На наш погляд, національна аграрна політика повинна змінюватися не лише в контексті запровадження цілей САП ЄС, але й розвинути власні засади [5].

У статті О.Л. Попової та Л.Л. Панкратової “Зелена архітектура САП ЄС: орієнтири для розбудови при повоєнному відновленні України” зазначається, що засади, які використовуються

в САП ЄС та Національних стратегічних планах країн-членів ЄС, стануть для України кроком уперед у контексті узгодження інституційних рамок аграрного і сільського розвитку на шляху до євроінтеграції [6]. Проте, зважаючи на відсутність достатніх фінансових та інституційних можливостей під час війни та в ранній повоєнний період, Україна не зможе дозволити собі такий масштабний розвиток і підтримку сільського господарства та сільської місцевості, як це відбувається в ЄС. Водночас раціональними є очікування щодо фінансової допомоги та некомерційних інвестицій з боку партнерів, якщо Україна реалізоватиме не лише “зелений” курс відбудови і цивілізаційні цінності, забезпечуючи світову потребу в агропродовольстві, а й виконуватиме історичну місію збереження та становлення сталої і сильної духовно та економічно держави української нації на власній, Богом даній, землі.

Досліджуючи європейський досвід реструктуризації економіки після Другої світової війни та програми відновлення Європи, більш відомої як “План Маршалла”, І. Підоричева в статті “Післявоєнне відновлення Європи: досвід та уроки для України” стверджує, що відновлення України має розпочатися зі структурної трансформації та переходу від аграрно-сировинної економіки до індустріально-інноваційного типу. Це досягається шляхом створення сучасної високотехнологічної цифрової індустрії, а також з вирішення питання надання Україні фінансової підтримки, оскільки це є умовою забезпечення стійкості післявоєнного економічного зростання. Зі свого боку, Україна повинна забезпечити прозорість використання міжнародної допомоги, викоринити корупцію та нецільове використання коштів. Справедливо акцентується увага на першорядному значенні сильної та непохитної позиції національної еліти, її захисті національних інтересів та прав Української держави на інноваційний розвиток і членство в ЄС. [7]. На жаль, не звертається увага на потребу проявлення де-факто власності Українського народу на своє основне національне багатство як дієвий чинник до передумов викоринення корупції на “внутрішньому фронті” в самій Україні.

Відомий правник В.В. Носік, доктор юридичних наук, професор, завідувач кафедри земельного та аграрного права Навчально-наукового інституту права Київського національного університету імені Тараса Шевченка, наголошує на тому, що “восьмирічна російсько-українська війна породжує нові виклики для Українського народу як власника землі і для держави як конституційного суб’єкта з охорони землі та її природних ресурсів, оборони і захисту національного суверенітету у межах її

території. Ці виклики пов’язані з пошуком відповідей на питання, які у довоєнний період розбудови української державності у правовій доктрині, законотворчості і законотворенні, у суспільній і професійній свідомості та правосвідомості сприймалися як філософські, науково-теоретичні, абстрактні, політичні, декларативні поняття, які, на думку багатьох вчених-юристів, економістів, практиків, політиків, не мають практичного значення, а відтак не знаходили свого законодавчого вираження і практичного застосування” [8]. Він справедливо обґрунтував на сучасному етапі потребу в розробленні та впровадженні в законодавство України нової юридичної моделі земельного ладу відповідно до чинних земельних норм Конституції України.

У зв’язку з цим ми вважаємо, що на перший план виходить потреба системного аналізу, наукового пізнання й осмислення провідними українськими вченими і практиками, зокрема юристами та економістами, вже здобутих нами нових знань (науково-практичних результатів наявних досліджень і публікацій), зокрема фундаментальних положень і принципів когнітивної земельної економіки [9], які ми відкрили вперше. Також сподіваємося, що такому пізнанню сприятиме обґрунтування конституційних земельних імперативів у системному взаємозв’язку проявлення засадничих норм-принципів Першого розділу Основного Закону України.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Інформаційну основу нашого дослідження становлять Конституція України, вітчизняні та міжнародні законодавчі й нормативно-правові акти у сфері земельних відносин, економіки природокористування та суспільних відносин, а також наявні наукові статті провідних вчених України, матеріали та висновки власних наукових досліджень і практичного досвіду.

Для виконання поставлених завдань використовували такі методи досліджень: *монографічний* (опрацювання наукових публікацій і статей на шпальтах загальнонаціональної преси, які широко обговорювалися в громадянському середовищі, матеріали нормативних документів, статистичних даних); *абстрактно-логічний* (теоретичні узагальнення та формулювання висновків); *аналізу та синтезу* (обґрунтування методології системного дослідження) тощо.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Досліджуючи засадничі конституційні імперативи як декларовані чинники державності та життєдайності Українського народу, нами підтверджено, що Основний Закон України, як

і будь-якої іншої цивілізованої державотворчої нації (албанців, болгар, італійців, корейців, німців, поляків, румунів, фінів, шведів, шотландців та багатьох інших народів), є єдиним базовим законом правового регулювання суспільних (людських) відносин у процесі сталої життєдіяльності (буття) кожного громадянина окремо й усіх разом на своїй рідній землі.

Перший розділ (Загальні засади) Конституції України як республіки декларує унікальний правовий (засади) алгоритм буття, центральними чинниками якого є “людина”, “народовладдя” та “земля” (власність Українського народу на землю та її природні ресурси — основне національне багатство, що перебуває під особливою охороною держави), де владарюють громадяни України всіх національностей з єдиним громадянством на власній, Богом даній, землі (Орія — Русь — Україна), утверджуючи цілісність і неподільність території України в межах існуючого державного кордону — всього ГЕОпросторового сектору (літосфери, атмосфери і гідросфери) на планеті Земля.

Надважливою субстанцією буття (державотворення) в просторі України є український етнос (від дав.-гр. *ἔθνος* — “народ”), що означає стійке соціальне угруповання людей, яке сформувалося впродовж тривалого історичного розвитку на певній території, де люди мають власну біологічну складову (расове походження), мову, культуру, усвідомлення власної єдності та відмінності від інших етносів. Важливою умовою формування етносу вважається спільність мови та території (батьківщини) — країни предків (батьків) людини, яка протягом тривалого часу зберігає свою національну самобутність, культуру тощо.

Унікальність української нації полягає в збереженні генетичної, мовної, культурної та історичної пам’яті. Її найвідважніші представники, унаслідок варварського ставлення (грабування, захоплення, поневолення, знищення тощо) з боку деяких сусідів, особливо московитів (рашистів), були змушені емігрувати на різні континенти. Багато українців оселилося в регіонах із родючими землями та кліматом, подібним до українського (зокрема в Австралії, Аргентині, Канаді, США).

Надпотужний енергетичний норов українського етносу на предковічній землі, що пробуджувався в часи лихоліття, особливо тепер, потребує духовної систематизації, прогнозування та конструювання засад нашого історичного буття в просторі й часі та майбутнього розвитку української нації на рідній землі. Ця фундаментальна, квантово-етнічна, неповторна, духовна “Субстанція українського буття”, подібна до своєрідних Вед чи Тори, має зако-

номірно з’явитися та функціонувати як науково обґрунтована стратегічна платформа для повноцінної імплементації також засадничих конституційних норм-принципів як системи розвитку й функціонування Української держави в третьому тисячолітті.

Щоб зупинити нашу планетарну місію з визнання, проявлення, очищення та остаточного утвердження правової і суверенної Української держави на рідній землі, рашисти у відкритій загарбницькій, варварській (антилюдській) війні намагаються знищити український етнос, нашу мову, культуру та пам’ять. Проте ворогам не здолати наш праведний дух, нашу волю, правду й право!

Визнаючи загальнолюдські принципи та права, декларовані засадничі імперативи Основного Закону України утверджують монолітну (неділиму) республіку, де: “Україна є суверенна і незалежна, демократична, соціальна, правова держава” (ст. 1 КУ). Суверенітет України поширюється на всю її територію в межах існуючого кордону (ст. 2 КУ) — на весь геопростір “Національної земельної комори України” [10].

Така конструкція (алгоритм) унітарної цілісної та недоторканої держави в межах існуючого (міжнародно визнаного) кордону України (ст. 2 КУ), в якій людина, її життя і здоров’я, честь і гідність, недоторканість і безпека визнаються найвищою соціальною цінністю (ст. 3 КУ), з єдиним громадянством (ст. 4 КУ), де “народ” (усі громадяни) є носієм суверенітету і єдиним джерелом влади в Україні (ст. 5 КУ), утворює станову інтегральну систему невід’ємних (нероздільних) чинників як умов існування та функціонування суверенної і правової Української держави, оскільки “народ здійснює владу безпосередньо і через свої органи державної влади та органи місцевого самоврядування. Право визначати і змінювати конституційний лад в Україні також належить виключно народів і не може бути узурповане державою, її органами або посадовими особами” (ч. 2, 3 ст. 5 КУ). Важливо, що чинники “носій” і “джерело”, зокрема їхні “органи” державної влади та місцевого самоврядування, стосуються лише громадян України, і лише тих, які мають єдине громадянство, оскільки в такій системі (функції) передують конституційна норма-принцип “в Україні існує єдине громадянство” як основна складова функціоналу суверенності держави — республіки. Саме тому доречно двічі підкреслити те, що конституційні норми-принципи щодо будь-якої складової такої інтегральної системи не можуть мати іншого, поза конституційного, функціонального чергування, тлумачення чи застосування.

Так само, як право власності (володіння, користування і розпорядження) Українського народу на землю та її природні ресурси як на природні об'єкти (стисло — земля), що знаходяться в межах території суверенної, унітарної, цілісної та недоторканої держави Україна, є монолітними за своєю сутністю та декларуються основним національним багатством, яке перебуває під особливою охороною держави, в якій цей же народ (ці громадяни) як власник і водночас невідривно владарює (здійснює владу безпосередньо і через свої органи). Отже, діє своєрідний логічний принцип: “У кого земля — в того влада!” [11].

За таких прозорих та однозначних засадничих імперативів Першого розділу Основного Закону України як закону прямої дії, хоча не всі чинні норми, зокрема: “В Україні існує єдине громадянство” та “Носієм суверенітету і єдиним джерелом влади в Україні є народ”, реалізовані повною мірою, і з урахуванням набутих досвіду чесного і справедливого захисту та переможного наступу на фронті проти людиноненависницького ворога, а також можливостей відкритого й ефективного електронного інформаційного простору, ми вважаємо, що будь-яке маніпулювання шляхом “таємних виборів” на керівні та службові посади в органи державної влади та в органи місцевого самоврядування є нелогічним, застарілим, недієвим і навіть шкідливим. Ми переконливо обґрунтовуємо механізм як чесний, прозорий і відповідальний інструментарій “народовладдя”, що передбачає відкрите обрання (покликання) для обрання чи призначення на всі керівні та службові посади “знизу вгору”.

При цьому беззаперечним і безапеляційним головним обов'язком держави є утвердження та забезпечення прав і свобод людини та їх гарантії, що визначає зміст і спрямованість діяльності держави. Усі повноваження та обов'язки, пов'язані з людиною-громадянином, мають цілеспільний ефект, оскільки держава відповідає перед людиною-громадянином за свою діяльність (ст. 3 КУ).

На жаль, імперативи ст. 5 КУ де-факто не були повноцінно реалізовані, і вони не працюють, очікуючи на фундаментальне і фахове розкриття конституційно вмотивованих механізмів як цілісної когнітивної системи функціонування народовладдя в Українській державі “республіка” з урахуванням нашого поглибленого дослідження науково-практичних засад ключових конституційно-земельних норм в Україні у взаємозв'язку з іншими.

Нами також доведено, що майже всі наявні біди та проблеми, включно з корупцією і всездозволеністю, виникають переважно через так звані таємні демократичні вибори народних

депутатів на буцімто “партійній основі”, особливо після проголошення незалежності України. Як наслідок, у багатьох випадках наповнюються також кабінети органів державної влади (законодавчої, виконавчої та судової) й місцевого самоврядування непрофесійними людьми з низькою моральністю та відсутністю честі й гідності. Закономірно, через це простір нашої життєдіяльності, на жаль, переповнюється невіглаством, брехнею та безкарністю. Науково доведено й те, що основна відповідальність за такий стан і таку поведінку дипломованих (начебто освічених) “чиновників”, часто з науковими ступенями і науковими званнями, лежить на їхніх вчителях, викладачах, наукових керівниках, експертах і рецензентах.

Тому, декларуючи ПЕРЕМОГУ і СПРАВЕДЛИВИЙ МИР, вважаємо за необхідне, не чекаючи закінчення війни, негайно очистити “авгієві стайні” на “внутрішньому фронті”, озброївшись сформованим конституційно вмотивованим дороговказом: “Декалог українця-переможця — на рідній землі” [12].

При цьому надважливим когнітивним, прозорим і системним алгоритмом здійснення народом своєї влади на державному та місцевих рівнях через власні органи державної (республіканської) влади, що поділяється на законодавчу (законотворчу), виконавчу (урядову) та судову (суд присяжних) (ст. 6 КУ), і органи місцевого самоврядування (ст. 7 КУ) на базовому рівні та добровільно об'єднані громади в адміністративні одиниці на вищих рівнях, вважаємо доцільним застосування нового механізму — “інститут народного покликання” певних осіб (гідних людей) з єдиним громадянством на відповідні посади. Суть пропонованого нами механізму (процесу) дуже проста, відкрита, самодостатня і надто невідворотна та особистісно відповідальна — для кожного.

Відомо, що жителі одного будинку, вулиці, села чи міста, підприємства, установи, організації, товариства, як правило, знають (знатимуть) один одного “в обличчя”, а значить кожного такого претендента (свій серед своїх). Лише вони (відповідальні громадяни) можуть рекомендувати чесну та гідну людину з єдиним громадянством на відповідну “покликану” посаду. Усі претенденти на посади мають бути наперед свідомими можливої відповідальності.

Є потреба в логічному, відкритому та добровільному покликанні “знизу вгору” до спеціальних органів “народного контролю” досвідчених, незалежних, чесних і гідних людей, котрі відомі як “моральні авторитети” на відповідному рівні та матимуть вирішальне право “вето” на сумнівні законопроекти, рішення та на будь-які антиконституційні дії органів держав-

ної влади і органів місцевого самоврядування. Такі “моральні авторитети” одержуватимуть адекватну, символічну, фіксовану “народну винагороду”, не обіймаючи службових посад, діятимуть лише за покликом совісті.

Для цього законодавчо встановлюються механізми “покликати” (надавати відставку) у відкритий і прозорий спосіб, а також достроково і безапеляційно “відкликати” (знімати з посади публічно) у разі порушення будь-ким з них кодексу “чесності й гідності” або допущення будь-яких доказових зловживань, що тягнуть за собою відкрити відповідальність (в народних судах — судах присяжних) в установленому законом правопорядку.

Саме на такій науково обґрунтованій системній основі відбуватиметься проявлення “народовладдя”, формуючи відповідні органи “знизу вгору” через прозора та відповідально “покликаних” представників (слуг) народу.

Отже, покликані народом “слуги” здійснюватимуть владу через органи державної влади та місцевого самоврядування шляхом запровадження конституційно вмотивованих механізмів на *законотворчому рівні* (законодавча гілка влади), реалізації їх (забезпечення виконання законів, концепцій, програм, настанов тощо) через відповідні нормативно-правові документи Уряду на *виконавчому рівні* (виконавча гілка влади), а також функції забезпечення незалежного судочинства “іменем України”, починаючи з *місцевих “народних судів присяжних”* (судова гілка влади) й відповідного народного контролю через покликані спеціальні органи “народного контролю” як відкрити систему “самоконтролю”.

При цьому надважливо збалансувати структуру, функції та персональну відповідальність у таких органах державної влади та місцевого самоврядування, їхню чисельність і фахову вимогливість, вдосконаливши систему управління та ліквідувавши все зайве (зокрема посередництво).

Керуючись принципом верховенства права, всі покликані службовці повинні пам’ятати, що Конституція України має найвищу юридичну силу. Закони та інші нормативно-правові акти приймаються на основі Конституції України та мають відповідати їй, оскільки її норми є нормами прямої дії. Тому конституційно гарантується право громадянина України звертатися до суду для захисту своїх прав і свобод безпосередньо на підставі Конституції України (ст. 8 КУ).

Досліджуючи на науково обґрунтованій основі ключові конституційно-земельні норми в Українській державі, до прав і функціоналу яких мають відношення всі громадяни України

(від народження і до смерті) як чесні й гідні “люди” (ст. 3 КУ) всіх спеціальностей і всіх посад, включно з вчителями, військовими, священниками, фермерами, суддями, народними депутатами України, Президентом України та всіма іншими людьми, які водночас є споживачами (користувачами природних властивостей і цінностей) землі та її природних ресурсів (основного національного багатства Українського народу), ми свідомо і невід’ємно сприймаємо чергову конституційну норму-принцип (ст. 11 КУ) як надважливий чинник функціонування культурного й освіченого суспільства та спрямованої діяльності органів державної влади, а саме: “Держава сприяє консолідації та розвитку української нації, її історичної свідомості, традицій і культури, а також розвитку етнічної, культурної, мовної та релігійної самобутності всіх корінних народів і національних меншин України”.

У зв’язку з цим важливо усвідомлювати, що “корінні народи” — це представники етнонацій (кримські татари, кримчаки і караїми), які мають своє “коріння” на своїй етнічній території (в межах кордону України), але не мають своєї держави. Натомість “національні меншини” — це представники своєї етнонації, які мають свої держави, але проживають на території іншої держави (в нашому випадку — в межах кордону України).

Піклуючись про права корінних народів і національних меншин, які проживають на території України та мають лише єдине українське громадянство, Українська держава прийняла (на наш погляд, сумнівний) Закон України “Про корінні народи України” [13] в частині звуження прав на землю та її природні ресурси — лише в межах Автономної Республіки Крим (АРК) та міста Севастополя, оскільки існує лише “громадянин України”. Водночас слід пам’ятати про верховенство конституційного права в Україні і про те, що набуваючи конституційно декларовані “права”, автоматично виникають відповідно адекватні “обов’язки” і “відповідальність”. Зокрема, повноцінно діють конституційні норми-принципи: “В Україні існує єдине громадянство” (ст. 4 КУ), “В Україні визнається і діє принцип верховенства права” (ст. 8 КУ), “Державною мовою в Україні є українська мова” (ст. 10 КУ).

Часто можна почути натяки про чинність законів інших держав для своїх громадян (нацменшин) на території України та про наявні договори, підписані офіційними представниками України з представниками інших держав. Слід однозначно наголосити на тому, що до уваги можна брати лише ті міжнародні договори, згода на обов’язковість яких надана Верховною

Радою України (ст. 9 КУ). Тільки в такому разі вони (міжнародні договори) стають частиною національного законодавства України і тільки тих законів, норми яких не суперечать чинним конституційним нормам, особливо “принциповим”.

Укладення міжнародних договорів, які будь-яким чином і в будь-якій, навіть завуальованій, формі суперечать чинним нормам Конституції України, можливе лише після внесення відповідних змін до Конституції України в установленому порядку (визначеному Основним Законом України).

Для прикладу, логічно очевидним (і науково обґрунтованим) є той факт, що своєрідним “співзасновником” держави Україна і “співвласником” землі та її природних ресурсів (стисло — землі) може бути лише громадянин України, який має лише єдине громадянство України, оскільки “В Україні існує єдине громадянство” (ст. 4 КУ) як в суверенній, незалежній та унітарній державі.

Плекаючи надію на повернення етнічних українців на праматірню землю, конституційна ключова норма декларує: “Україна дбає про задоволення національно-культурних і мовних потреб українців, які проживають за межами держави” (ст. 12 КУ). Тому повернення українців на “рідну землю” і вільне відродження комфортної життєдіяльності були та залишаються споконвічною мрією. Таке добровільне й бажане повернення передбачається після остаточної перемоги над рашизмом і звільнення загарбаних (окупованих) земель.

Відповідно до Основного Закону України: “Земля, її надра, атмосферне повітря, водні та інші природні ресурси, які знаходяться в межах території України, природні ресурси її континентального шельфу, виключної (морської) економічної зони є об’єктами права власності Українського народу” (ст. 13 КУ); “Земля є основним національним багатством, що перебуває під особливою охороною держави. Право власності на землю гарантується. Це право набувається і реалізується громадянами, юридичними особами та державою виключно відповідно до закону” (ст. 14 КУ).

Таким чином, Український народ як носій суверенітету та єдине джерело влади в Україні є абсолютним власником (володарем, користувачем і розпорядником) землі, її надр, атмосферного повітря, водних та інших природних ресурсів, які знаходяться в межах території України, природних ресурсів її континентального шельфу, виключної (морської) економічної зони (всіх категорій землі), у тому числі земель агросфери (ґрунтів), що уособлюють природні об’єкти як публічного, так і матеріального пра-

ва власності Українського народу — в межах кордону України, визнаного світовим співтовариством. Природні ресурси не є об’єктами цивільних прав, тому не можуть купуватися чи продаватися тощо. Вони є лише предметом “користування”, “використання” чи “вилучення” в ринкових відносинах — на платній основі за відповідними регламентами, що встановлюються законом.

Розмежування об’єктності та суб’єктності власності на землю *проявило* законне право та стало реальною конституційною передумовою і водночас вимогою для можливого не тільки свідомого “*набуття і реалізації*” (ч. 2 ст. 14 КУ) прав власності на конкретні земельні ділянки (родовища) громадянами, юридичними особами та державою як ключова мотивація до одержання власної вигоди в процесі раціонального користування (господарювання) природним(и) ресурсом(ами), що знаходяться в межах певної ділянки (родовища) і є об’єктом(и) чужої і водночас спільної власності, але й *утвердило* цілковиту відповідальність за їх стан і повноцінне збереження та охорону природних якостей та властивостей ресурсів і екосистем.

Саме ця ключова умова — “лише користуватися природними об’єктами”, а не “володіти” і не “розпоряджатися” ними, дає підстави стверджувати про відсутність конституційного права володіти та розпоряджатися чужою власністю. Згідно зі ст. 3 Основного Закону, людина є основною соціальною цінністю в державі. Оскільки ч. 2 ст. 5 Конституції України встановлює спеціальний статус Українського народу як суб’єкта конституційно-правових відносин та єдиного носія публічної влади, ця конституційна норма-принцип дозволяє розглядати Український народ як бенефіціара всіх ресурсів Української держави. Саме цього підходу конституціонодавець дотримується в межах ст. 13–14 Основного Закону, де встановлює (надає) спеціальний правовий статус Українському народові (спеціальному суб’єкту конституційно-правових відносин) право власності на природні ресурси.

Вказана норма Основного Закону також закріплює “від імені Українського народу” управління відповідними ресурсами органами державної влади та місцевого самоврядування. Це здійснюється через призму установчого мандату, який Український народ надає відповідним органам публічної влади через виборчі процедури. Важливим є праксеологічне розуміння взаємозв’язку між ст. 13 і 14 Конституції України. Згідно з ч. 1 ст. 14 Конституції України: “Земля є основним національним багатством, що перебуває під особливою охороною держави”. Відповідно до ч. 2 ст. 14 Конституції України:

“Право власності на землю гарантується. Це право набувається і реалізується громадянами, юридичними особами та державою виключно відповідно до закону”. Особлива державна охорона землі спрямована на захист національного суверенітету та забезпечення економічного добробуту Українського народу. Набуття і реалізації права власності відповідно до закону означає, що закон встановлює режими набуття і реалізації права власності лише на земельні ділянки (межі) як на об’єкти цивільних прав та користування в таких межах землею та її природними ресурсами як природним об’єктом (об’єктами) громадянами, юридичними особами та державою (суб’єктами природокористування державної власності). Однак це “набуття” та “використання” жодним чином не може змінювати право власності Українського народу на землю та її природні ресурси як на природні об’єкти, оскільки Український народ вже став (за результатами референдуму 1991 року) де-юре і де-факто абсолютним власником. Тому “набуття і реалізація” народу не стосується.

Не слід забувати, особливо фахівцям у галузі землекористування і земельних відносин, що для здійснення користування землею та її природними ресурсами існує сакральне слово “межа”, до якої можна здійснювати користування будь-якою, зокрема чужою, власністю, а за межею — ні! Замкнутий контур межі уособлює ділянку, яка перебуває у власності (приватній, комунальній чи державній) і є об’єктом цивільних прав, що дає право володіти, користуватися і розпоряджатися лише земельною ділянкою як власною нерухомістю (продавати чи купувати) або здавати її в оренду для здійснення в її межах відповідного природокористування.

До речі, Земельний кодекс України (ст. 78, 79–1), не посилаючись на конституційну норму (ст. 13) щодо права власності Українського народу на землю та її природні ресурси як на природні об’єкти, справедливо визначає: “Право власності на землю — це право володіти, користуватися і розпоряджатися земельними ділянками”; “Земельна ділянка — це частина земної поверхні з установленими межами, певним місцем розташування, з визначеними щодо неї правами”; “Формування земельної ділянки полягає у визначенні земельної ділянки як об’єкта цивільних прав”; “Формування земельної ділянки передбачає визначення її площі, меж та внесення інформації про неї до Державного земельного кадастру”.

Аксіомою є й те, що набуття прав власності на земельні ділянки як на об’єкти нерухомості, зокрема, шляхом безоплатної передачі через земельні паї, які теоретично і практично можуть бути предметом купівлі-продажу, не можна

ототожнювати з правом власності Українського народу на землю та її природні ресурси як на природні об’єкти, які не підлягають відчуженню будь-ким, на користь будь-кого і в будь-який спосіб. Це означало б, що в процесі купівлі-продажу ділянок допускалося б позбавлення прав власності Українського народу на еквівалентну площу території держави [14].

При цьому власник ділянки має одержувати прибуток від такого об’єкта на рівні не нижчому за банківську ставку. Втім, варто повторити, що в будь-якому разі кожен з них (власник чи орендар земельної ділянки) має право лише користуватися природними об’єктами права власності, відповідно до спеціального закону, який ще має бути прийнятий. Такий користувач має повною мірою сплачувати повноцінний земельний податок (відповідну рентну плату) за користування природними об’єктами, а в разі зміни категорії земель (їх цільового призначення) як природного об’єкта — відшкодовувати ще й втрати, наприклад, сільськогосподарського чи лісгосподарського виробництва.

У зв’язку з цим норми частини третьої статті 13 Конституції України декларують: “Власність (Українського народу — авт.) зобов’язує (власників ділянок і користувачів, в тому числі родовищ — авт.). Власність не повинна використовуватися на шкоду людині і суспільству” (ч. 3 ст. 13 КУ), оскільки всім громадянам (Українському народу) не потрібно набувати право власності на землю та її природні ресурси як на природні об’єкти. Це право (володіння, користування і розпорядження) вже конституційно надане всім громадянам України — одночасно з набуттям незалежності Українською державою, схваленої на Всеукраїнському референдумі 1 грудня 1991 року, та з моменту прийняття Конституції України 28 червня 1996 року [15].

На цій системній основі частина четверта статті 13 КУ як норма прямої дії декларує: “Держава забезпечує захист прав усіх суб’єктів права власності і господарювання (різними громадянами як суб’єктами користування природними об’єктами (господарювання) в межах земельної ділянки чи родовища — авт.), соціальну спрямованість економіки. Усі суб’єкти права власності (на земельні ділянки чи права користування родовищами — авт.) рівні перед законом” (ч. 2 ст. 14 КУ). Ми вважаємо, що саме в такий спосіб розкриваються цілі й шляхи справжньої земельно-ресурсної реформи для молодшої Української держави — через формування громадянами своїх власних (приватних) чи (через свої об’єднання) рівноправних конкурентоспроможних суб’єктів господарювання, які одночасно виступатимуть власниками зе-

мельних ділянок (користувачами родовищ), які уособлюють господарські об'єкти, здійснюючи в таких межах раціональне і законне земле- та природокористування, забезпечуючи сталий розвиток території. Для цього необхідно створити відповідну систему державного захисту прав усіх суб'єктів права власності та господарювання із системним практичним функціоналом.

Саме цьому сприяє головна передумова як вимога взаємозалежності величин (розміру) цінності й вартості конкретної земельної ділянки ("межі") як ключового об'єкта цивільних прав з усіма їхніми правовідносинами (умовами, обов'язками, відповідальністю), особливо в процесі "набуття і реалізації" ділянки (землі), у співвідношенні з відповідною величиною (розміром) цінності й вартості природних об'єктів права власності Українського народу. Доведено, що така величина (розмір) конкретного об'єкта цивільних прав не може дорівнювати чи перевищувати відповідну величину (розмір) природних об'єктів (тіла), які знаходяться в межах геопростору цієї земельної ділянки. Важливо, що найменше пропорційне відношення цієї закономірності сягає пропорцій за законом золотого перетину відрізка, а саме 0.381 та 0.618.

Наші науково-теоретичні обґрунтування і практичні переконання дозволили зробити надважливий висновок про те, що декларований тандем "власності і господарювання" (ч. 4 ст. 13 КУ) стосується всіх напрямів діяльності (рільництва, садівництва, житлового, промислового та громадського будівництва, лісівництва, транспорту, зв'язку, енергетики, гірничо-видобувної промисловості, оборони, водно-господарської, природно-заповідної, природоохоронної, оздоровчої, рекреаційної, історико-культурної та ін.). Кожен вид діяльності (господарювання) має свої специфічні особливості та цільову належність до конкретного природного ресурсу як природного об'єкта, оскільки формується і функціонує в конкретному земельно-територіальному просторі й часовому вимірі, за конкретних умов суспільно-економічних відносин, з урахуванням соціальних, екологічних, історичних та інших інтересів і прав суспільства й громадянина як фізичної особи зокрема.

При цьому особливого комплексного і системного законодавчого та нормативно-правового моделювання й конструювання — з урахуванням законів живої і неживої природи та суспільства — потребують регуляторні земельні відносини і природокористування як однозначні правила поведінки всіх учасників щодо збереження, охорони і відтворення животворних ґрунтів, водних та лісових ресурсів, фауни, флори й мікробіоти, що функціонують в агро- і

лісоекосистемах. В алгоритмі таких відносин вагому частку становлять природні багатства (своєрідний "контрольний пакет акцій"), які є базовим ресурсом агросфери та основним генератором непозиченого капіталу нації, виконуючи надважливу функцію для розвитку Української держави та її громадян як співвласників таких природних об'єктів (ресурсів).

Ключ до практичних дії приховано в синхронному проведенні саме державного (на замовлення власника "капіталу нації") землеустрою та землевпорядкування на **національному, регіональних, районних** і, що надважливо та першочергово, на рівні всіх територій рад **базового рівня** (як у межах, так і за межами населених пунктів). Особливого творчого та фахового підходу до впорядкування (реанімації) потребують усі території, де відбувалися (відбуваються) воєнні дії. При цьому надзвичайно мудру та однозначно прогнозовану позицію має зайняти архітектурно-планувальний і землевпорядно-проектний науково обґрунтований підхід як процес виваженої трансформації поселенської мережі та інфраструктури в сільській місцевості, відновлюючи природні агро- і лісоландшафти. Найвагомішим складовим прийомом має стати прозорий і публічно доступний пошук варіантів щодо проектування та формування науково обґрунтованих за змістом, формою і розміром (диференційовано на всій території України) приватних сімейних фермерських та селянських господарств (родових та сімейних маєтків, що створюються молодими українськими сім'ями переважно без найманих працівників). Такі господарства мають логічно вписуватися в ландшафти й утворювати каркасну просторово-організаційну основу функціонування комфортного простору життєдіяльності. Водночас ці господарства повинні базуватися на національних традиціях і відповідати європейським стандартам.

Першочергову особисту **пріоритетну участь** у трансформації, розбудові та становленні таких нових приватних господарських одиниць, а також в усіх інших галузях господарювання й розвитку інфраструктури на всій території України **мають мати учасники бойових дій та їхні сім'ї і близькі родичі, набуваючи** повноцінних одноосібних (разом із сім'єю) **прав власності та господарювання на вигідних умовах**. Безапеляційно забезпечувати таку вимогу **зобов'язана держава** (її органи), яку захищають **ГЕРОЇ УКРАЇНИ**, оскільки частина четверта статті 13 Конституції України як норма-принцип однозначно імперативно декларує: "Держава забезпечує захист прав усіх суб'єктів права власності і господарювання, соціальну спрямованість економіки. Усі суб'єкти

права власності (громадяни, юридичні особи та держава — ті, котрі набувають та реалізують право на земельні ділянки — авт.) рівні перед законом”.

При цьому необхідно імперативно наголосити, що **держава** (Український народ — з “контрольним пакетом акцій”) **зобов’язана** за участю всіх своїх органів (законодавчої, виконавчої та судової влади) у відкритій діяльності за участю “четвертої влади” — журналістів — безапеляційно **забезпечити таку пріоритетність**.

Геноцидна війна РФ проти України та завдані збитки, переважно етнічним українцям, прирівнюються до катастрофи планетарного масштабу. Тому збереження генофонду Українського народу є обов’язком не лише Української держави (ст. 16 КУ), але й усього цивілізованого людства. Звичайно, довгоочікувана перемога українців разом із мудрими людьми — лідерами світу, у загарбницькій війні, покарання злочинців агресора, репарації та компенсації збитків, завданих РФ неспровокованою війною, сприятимуть “лікуванню”.

Проте, щоб перемогти ворога та залікувати таку жахливу планетарну рану, спричинену тоталітарним геноцидом волелюбного Українського народу, потрібно насамперед орієнтуватися на власні можливості, підкріплені конституційно-правовими нормами як чинниками “сили і обов’язку” держави. До рішучих спільних дій на зовнішніх фронтах держава на чолі з Президентом України як гарантом конституційних прав зобов’язана в конституційний спосіб негайно проявити верховенство конституційного права на “внутрішньому фронті”.

Першочерговою потребою залишається вимога повноцінної імплементації головних конституційних норм-принципів, починаючи з 28 червня 1996 року — дня прийняття Конституції України, і дотепер, щодо реального (практичного) відкритого і незабюрократизованого функціонування механізмів здійснення прав власності Українського народу на владу і на землю [11].

На такій реальній основі необхідно інтегрувати концептуальні науково обґрунтовані засади конституційно вмотивованої системи когнітивної земельної економіки природокористування в усьому геопросторі “Національної земельної комори України” [10]. Враховуючи особливості фактичного стану наслідків людиноненависницької війни та окупації територій РФ в Україні, доцільно починати з простору педосфери як простору життєдіяльності, що складатиме логічне науково обґрунтоване підґрунтя для розроблення Урядом України пакету проєктів загальнонаціональних концепцій і програм.

Водночас розробляються, утверджуються і реалізуються всі законодавчі та нормативно-правові акти для формування у повоєнний період когнітивної системи безпеки, становлення і розвитку всіх суспільних відносин, зорієнтованих на найвищі стандарти Євросоюзу. У такій системі природокористування, де повноцінно реалізується право власності Українського народу (всіх громадян) на землю, жорстко і однозначно діють (мають діяти) конституційні імперативи: “Власність зобов’язує. Власність не повинна використовуватися на шкоду людині і суспільству” (ч. 3 ст. 13 КУ).

Ця вимога, що передбачає “не завдання шкоди людині і суспільству”, стосується всіх громадян як співзасновників держави та співвласників і всіх органів державної влади та місцевого самоврядування, де працюватимуть саме такі громадяни. Тому, декларуючи в статті 15 своєрідну “нейтральність держави до суспільного життя”, наголошується на свободі політичної діяльності, а саме: “Суспільне життя в Україні ґрунтується на засадах політичної, економічної та ідеологічної багатоманітності. Жодна ідеологія не може визнаватися державою як обов’язкова. Цензура заборонена. Держава гарантує свободу політичної діяльності, не забороненої Конституцією і законами України” (ст. 15 КУ).

Проте такі права і свободи мають розглядатися лише в системному зв’язку з іншими нормами-принципами Першого розділу Конституції України.

Надважливим обов’язком держави також декларується забезпечення екологічної безпеки та підтримання екологічної рівноваги на території України, подолання наслідків Чорнобильської катастрофи — катастрофи планетарного масштабу, збереження генофонду Українського народу (ст. 16 КУ).

Перебуваючи понад десять років у стані захисту від тероризму та загарбницької геноцидної війни, з них четвертий рік — під інтенсивною воєнною агресією расизму на всій території України, висловлюючи вдячність відповідальним і дружнім народам світу, які надають допомогу зброєю, фінансами, медичними засобами та іншими ресурсами для виживання і стримування ворога, ми мусимо констатувати недовіру нинішнього міжнародного правопорядку (особливо ООН) щодо захисту прав людини і забезпечення декларованих гарантій “непорушності кордонів”. При цьому головним і першочерговим завданням для Українського народу (держави) залишається вистояти, вижити, звільнити окуповані ворогом території, повернути біженців і полонених, відбудувати зруйновані міста та села, відновити життє-

діяльність і багато інших аспектів забезпечення мирного співіснування народів світу.

Такий загальнонародний і державний підхід віддзеркалює конституційні норми-принципи (ст. 17 КУ), згідно з якими: “Захист суверенітету і територіальної цілісності України, забезпечення її економічної та інформаційної безпеки є найважливішими функціями держави, справою всього Українського народу.

Оборона України, захист її суверенітету, територіальної цілісності і недоторканності покладаються на Збройні Сили України. Забезпечення державної безпеки і захист державного кордону України покладаються на відповідні військові формування та правоохоронні органи держави, організація і порядок діяльності яких визначаються законом”.

Також де-юре цією ж статтею 17 КУ декларується важлива норма-принцип, згідно з якою: “Держава забезпечує соціальний захист громадян України, які перебувають на службі у Збройних Силах України та в інших військових формуваннях, а також членів їхніх сімей”.

На території України забороняється створення і функціонування будь-яких збройних формувань, не передбачених законом. На території України не допускається розташування іноземних військових баз (ст. 17 КУ).

Зовнішньополітична діяльність України спрямована на забезпечення її національних інтересів і безпеки шляхом підтримання мирного і взаємовигідного співробітництва з членами міжнародного співтовариства за загально визнаними принципами і нормами міжнародного права (ст. 18 КУ).

Правовий порядок в Україні ґрунтується на засадах, відповідно до яких ніхто не може бути примушений робити те, що не передбачено законодавством. Органи державної влади та органи місцевого самоврядування, їх посадові особи зобов'язані діяти лише на підставі, в межах повноважень та у спосіб, що передбачені Конституцією та законами України (ст. 19 КУ).

Державними символами України є Державний Прапор України, Державний Герб України і Державний Гімн України. Столицею України є місто Київ (ст. 20 КУ).

Усвідомлено, що засадничі норми-принципи Першого розділу Конституції України є базовими за своєю сутністю та є імперативами (дороговказами) для досягнення комфортного простору чесної й гідної життєдіяльності в суверенній державі. Вони стосуються всіх громадян, особливо військових та їхніх сімей, зокрема полеглих, інвалідів, резервістів та інших захисників Вітчизни (в тилу і на фронті).

Важливо, щоб люди знали без жодних сумнівів конституційно віддзеркалену правду, аби

діяти відповідно до імперативів Основного Закону України як закону прямої дії, що стосуються всіх “діячів” — від “рядового” до Верховного Головнокомандувача Збройних Сил України.

Досліджуючи й моделюючи будь-які соціально-правові та соціально-економічні відносини в просторі життєдіяльності громадян нашої держави, неможливо оминати саме “людину” (особистість) як безпосереднього учасника й заінтересованого суб'єкта таких відносин в Україні. Особливе місце посідає ставлення держави (влади) та її органів (законодавчих, виконавчих і судових) до людських прав і свобод, що є головним обов'язком держави (ст. 3 КУ).

У досягненні цієї мети виступає саме головний і незамінний чинник як прямий обов'язок держави перед людиною-громадянином, яким є “надання” (одержання від самого початку розвитку дитини) правдивих і повноцінних знань та вмінь усім підліткам, учням і студентам, які повинні ставати життєздатними, здоровими, чесними і гідними людьми-громадянами. Доведено, що користуватися чи піддаватися штучному інтелекту (ШІ) або іншим “розумним” спокусам доцільно і корисно вже освіченим, чесним і гідним людям, які особисто відчують силу українського конституційного права на землю і на владу. Таким чином, природно функціонує взаємозалежність як конституційний чинник: “Немає землі — немає людей — немає держави”. Своєю чергою “держави відповідає перед людиною за свою діяльність”.

Водночас вважаємо, що серед першочергових кроків органів державної влади, за безпосередньої участі Президента України — глави держави і гаранта конституційного правопорядку в країні, має стати невідкладне, без очікування завершення війни, системне введення в чинне конституційне поле України здійснюваної дотепер так званої “земельної реформи”, що стане реальною передумовою для комплексного проявлення (на системній основі взаємодії норм-принципів Першого розділу КУ) імперативів правових та економіко-соціальних засад чинних земельних норм Конституції України як норм прямої дії.

ВИСНОВКИ

Перебуваючи в стані екзистенційної війни, обґрунтовуючи конституційно вмотивовані земельні імперативи в системному взаємозв'язку проявлення засадничих норм-принципів Першого розділу Основного Закону України як фундаментальних чинників існування держави та формування комфортної життєдіяльності у повоєнний період, ми дійшли логічного алгоритму: “Немає землі — немає людей — немає держави”.

Конституційно сконструйована де-юре імперативна монолітність України, за якої Україна є суверенною і незалежною, демократичною, соціальною, правовою республікою як унітарна, цілісна і недоторканна держава, в якій людина, її життя і здоров'я, честь і гідність, недоторканість і безпека визнаються найвищою соціальною цінністю, де Український народ (усі громадяни — лише з єдиним громадянством) є абсолютним власником землі та її природних ресурсів як природних об'єктів і носієм суверенітету та єдиним джерелом влади в Україні, здійснюючи владу безпосередньо і через органи державної влади та місцевого самоврядування, закономірно уособлює також функціонально-правовий і соціально-економічний принцип: “У кого земля — у того влада!”.

Надпотужний енергетичний норов українського етносу на предковій землі, який пробуджується, особливо в часи лихоліття, вимагає систематизації, прогнозування та конструювання засад нашого історичного буття в просторі й часі та майбутнього розвитку української нації на рідній землі. Така фундаментальна, етнічна, неповторна, духовна “Субстанція українського буття”, подібна до своєрідних Вед чи Тори, має закономірно з'явитися як науково обґрунтована стратегічна платформа для повноцінної імплементації засадних конституційних норм, що підживлюватиме синергетичне функціонування системи когнітивної земельної економіки та сприятиме розвитку Української держави в третьому тисячолітті.

Щоб загальмувати закономірну планетарну місію українців з проявлення, очищення та остаточного утвердження правової суверенної Української держави на рідній землі, рашисти в гібридній варварській війні намагаються загартувати нашу землю, знищувати український етнос, нашу мову, культуру, пам'ять. Проте ворогам не здолати наш праведний предковий дух, нашу волю, правду і право!

Враховуючи набутий досвід чесного і справедливого ведення захисту та переможного наступу на фронті, поборюючи людиноненависницького ворога, а також можливості прозорого і безпечного спілкування, управління та контролю в електронно-інформаційному просторі, вбачається доцільним впровадити в Україні також чесний і відповідальний інструментарій “народовладдя” шляхом відкритого обрання (покликання) чи бути обраним (покликаним) на всі керівні та службові посади в органах державної влади та місцевого самоврядування “знизу вгору”. При цьому надважливо якісно збалансувати кількість і чисельність структур та посад, вдосконаливши систему управління

і ліквідувавши все зайве, особливо надумане посередництво.

Встановлено, що особливого комплексного і системного законодавчого та нормативно-правового моделювання і конструювання, з урахуванням законів живої і неживої природи та суспільства, потребують регуляторні земельні відносини і природокористування як однозначні правила поведінки всіх учасників щодо збереження, охорони та відтворення животворних ґрунтів, водних та лісових ресурсів, фауни, флори та мікробіоти, що функціонують в агро- і лісо-екосистемах. В алгоритмі таких відносин вагому частку впливу становлять природні багатства (своєрідний “контрольний пакет акцій”), тому економіко-правова перевага власника (Українського народу) є незаперечною (законним прийомом) у проектуванні та формуванні нових приватних господарських об'єктів і суб'єктів, зокрема сімейних фермерських і селянських господарств (родових, сімейних маєтків, створюваних молодими українськими сім'ями переважно без найманих працівників), які логічно вписуватимуться в ландшафти та складатимуть каркасну просторово-організаційну основу функціонування комфортного простору життєдіяльності.

Зважаючи на пріоритетність прав учасників бойових дій та їхніх сімей і близьких родичів у повоєнній відбудові захищеної держави, обґрунтованою і доведеною є вимога безперешкодного формування нових власних приватних сімейних фермерських, селянських та інших господарств такою категорією людей на вигідних умовах як конституційно вмотивованою, оскільки частина четверта статті 13 Конституції України однозначно зобов'язує “державу” (її законодавчі, виконавчі і судові органи) захищати права усіх суб'єктів права власності і господарювання, особливо захисників держави. Цій пріоритетності як безпрецедентному механізму сприятиме також “контрольний пакет акцій” у відкритому діалозі та за участі “четвертої влади” — журналістів.

У досягненні цієї мети виступає головний і незамінний чинник як прямий обов'язок держави перед людиною-громадянином, яким (обов'язком) є “надання” (отримання від самого початку розвитку дитини) правдивих і повноцінних знань та вмінь усім підліткам, учням і студентам, які мають ставати життєздатними, здоровими, чесними та гідними людьми-громадянами. Доведено, що користуватися чи піддаватися впливу штучного інтелекту (ШІ) чи інших “розумних спокус” доцільно і корисно лише освіченим, чесним і гідним людям, які свідомо відчули в собі силу українського конституційного права на землю і на владу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ковалів О.І. Звершення земельної реформи в Україні: нова парадигма. Монографія. Київ: ДІА, 2016. 416 с.
2. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо обігу земель сільськогосподарського призначення: Закон України від 31 березня 2020 року. *Відомості Верховної Ради України*. 2020. № 20, ст. 142.
3. Конституція України. *Відомості Верховної Ради України*. 1996. № 30.
4. Шакур В.І., Гейєць В.М., Бородіна О.М. Забезпечення прав людини в земельних правовідносинах: соціально-економічні та правові основи. *Журнал Національної академії правових наук України*. 2022. Вип. 29, № 1. С. 59–69. URL: <https://visnyk.kh.ua/uk/article/read/zabezpechennya-prav-lyudini-v-zemelnikh-pravovidnosinakh-sotsioekonomichni-pravovi-zasadi> (дата звернення: 15.01.2025).
5. Качурінер В.Л. Правове регулювання політики Європейського Союзу у сфері сільськогосподарського виробництва. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-331-6-13>
6. Попова О.Л., Панкратова Л.Л. Зелена архітектура САП ЄС: орієнтири для розбудови при повоєнному відновленні України. *Економіка України*. 2023. № 8. С. 78–96. DOI: <https://doi.org/10.15407/economyukr.2023.08.078>
7. Підоричева І.Ю. Післявоєнне відновлення Європи: досвід та уроки для України. *Журнал європейської економіки*. 2022. Вип. 21. С. 170–187. DOI: <https://doi.org/10.35774/jee2022.02.170>
8. Носік В.В. Захист права власності на землю як основне національне багатство Українського народу: виклики воєнного стану та проблеми їх подолання. *Міжнародно-правова оцінка російської воєнної агресії в Україні та захист фундаментальних прав людини: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції* (м. Київ, 16 липня 2022 р.). Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Асоціація українських правників. Київ: “Видавництво Людмила”, 2022. С. 79–83.
9. 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 (дата звернення: 12.01.2025).
10. Ковалів О.І. Повноваження ресурсами приростають. *Урядовий кур’єр*. 08 лип. 2014. С. 7. URL: <https://ukurier.gov.ua/uk/articles/povnovazhennya-resursami-prirostayut/> (дата звернення: 15.01.2025).
11. Ковалів О.І. У кого земля — в того влада! *Урядовий кур’єр*. 02 лютого 2022. № 20. С. 4. URL: <https://ukurier.gov.ua/uk/articles/u-kogo-zemlya-v-togo-vlada/> (дата звернення: 15.01.2025).
12. Ковалів О.І. Декалог українця-переможця — на рідній землі. URL: https://drive.google.com/file/d/1aB8RKsRZHNr9o5AN8hHL_zy38rBsg0bK/view?usp=drive_link
13. Про корінні народи України: Закон України від 1 липня 2021 року № 1616-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1616-20> (дата звернення: 15.01.2025).
14. Ковалів О.І. Земельний диявол. Як зняти прокляття із земельної реформи. *Дзеркало тижня*. 23–30 верес. 2017. № 35. С. 11. URL: https://dt.ua/macrolevel/zemelniy-diyavol-yak-znyati-proklyattya-iz-zemelnoyi-reformi-254918_.html. (дата звернення: 15.01.2025).
15. Шакур В.І., Ковалів О.І. Економіко-правове проявлення декларованої власності Українського народу на основне національне багатство. *Філософські та методологічні проблеми права*. 2024. № 2 (28). С. 7–23. DOI: <https://doi.org/10.33270/02242802.7>

FUNDAMENTAL CONSTITUTIONAL IMPERATIVES AS FACTORS OF STATESHIP AND VIABILITY ON UKRAINIAN LAND

Kovaliv O.

Doctor of Economic Sciences, Chief Researcher

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)

e-mail: okovaliv@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4908-7963>

The absence in Ukraine of a single nationwide scientifically substantiated constitutional-land doctrine of the legal nature of the land and its natural resources (short for land) as natural objects of property rights of the Ukrainian people, which are the main national wealth, requires a coordinated understanding of the essence and system of manifestation of these norms in connection with other imperatives of the fundamental norms-principles of the Constitution of Ukraine. The purpose of the article is to substantiate the constitutional land imperatives in the systemic relationship of the manifestation of the fundamental norms-principles of the First Section of the Fundamental Law of Ukraine as fundamental factors of the existence of the state and the formation of comfortable life in the war and post-war periods, focusing on the standards of the European Union. The super-powerful energy instinct of the Ukrainian ethnos on the ancestral land requires the formation of the “Substance of Ukrainian Being”, in the form of a kind of Vedas or Torah. It is envisaged to introduce an honest, transparent and responsible toolkit of “people’s power” through open election (calling) to all management and service positions “from the bottom up”. The economic and legal algorithm of the priority right of participants in hostilities and their families and close relatives to the unhindered formation of new private family farms, peasant and other farms on favorable terms is revealed. It is proved that in achieving a comfortable life as a citizen, the duty of the state is to provide true and full knowledge of the fundamental constitutional imperatives and the skills to implement them — to all adolescents, pupils and students who must become viable, healthy, honest and worthy citizens.

It has been proven that using or succumbing to artificial intelligence (AI) or other “intelligent temptations” is advisable and beneficial only for educated, honest, and worthy people who will personally experience the power of the constitutional right to land and power.

Keywords: Constitution of Ukraine, land, democracy, law, ethnicity, natural resources, man, system, life.

REFERENCES

1. Kovaliv, O.I. (2016). The accomplishment of land reform in Ukraine: a new paradigm. Kyiv: DIA.
2. Law of Ukraine No. 552-IX “On Amendments to Certain Legislative Acts of Ukraine Regarding the Circulation of Agricultural Land”. (2020, March). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/552-20#Text>
3. Constitution of Ukraine. (1996, July) Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254%D0%BA/96-%D0%B2%D1%80#Text>
4. Shakun, V.I., Heiets, V.M., & Borodina, O.M. (2022). Ensuring human rights in land legal relations: socio-economic and legal foundations. *Journal of the National Academy of Legal Sciences of Ukraine*, 29 (1), C. 59–69. doi: [https://doi.org/10.37635/jnalsu.29\(1\).2022.59-69](https://doi.org/10.37635/jnalsu.29(1).2022.59-69)
5. Kachuriner, V.L. (2021). Legal regulation of the European Union policy in the field of agricultural production. doi: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-331-6-13>
6. Popova, O.L., & Pankratova, L.L. (2023). Green architecture of CAP of the EU: landmarks for development during the post-war reconstruction of Ukraine. *Economy of Ukraine*, 8, 78–96. doi: <https://doi.org/10.15407/economyukr.2023.08.078>
7. Pidorycheva, I.Yu. (2022). Post-war recovery of Europe: experience and lessons for Ukraine. *Journal of European Economy*, 21 (2), 170–187. doi: <https://doi.org/10.35774/jee2022.02.170>
8. Nosik, V.V. (2022). Protection of land ownership as the main national wealth of the Ukrainian people: challenges of martial law and problems of overcoming them. In *International legal assessment of Russian military aggression in Ukraine and protection of fundamental human rights: Materials of the International scientific and practical conference* (pp. 79–83) / Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukrainian Bar Association. Kyiv: Liudmyla Publishing House.
9. Kovaliv, O.I. (2021). “Cognitive land economy” — the main key to the accomplishment of land reform in Ukraine as a new paradigm. *Efficient economy*, 6. Retrieved from: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/6_2021/10.pdf
10. Kovaliv, O.I. (2014). Resource powers are increasing. *Government Courier*, 7. Retrieved from <https://ukurier.gov.ua/uk/articles/povnovazhennya-resursami-prirostayut/>
11. Kovaliv, O.I. (2022). Whoever has the land has the power! *Government Courier*, 4. Retrieved from <https://ukurier.gov.ua/uk/articles/u-kogo-zemlya-v-togo-vlada/>
12. Kovaliv, O.I. (2024). Decalogue of a winning ukrainian — on his own land. Retrieved from https://drive.google.com/file/d/1aB8RKsRZHNr9o5AN8hHL_zy38rBsg0bK/view?usp=drive_link
13. Law of Ukraine No. 1616-IX “About the indigenous peoples of Ukraine”. (2021, July). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1616-20#Text>
14. Kovaliv, O.I. (2017). The Land Devil. How to Lift the Curse from Land Reform. *Mirror of the Week*, 11. Retrieved from https://dt.ua/macrolevel/zemelniy-diyavol-yak-znyati-proklyattya-iz-zemelnoyi-reformi-254918_.html
15. Shakun, V.V., & Kovaliv, O.I. (2024). Economic and legal manifestation of the declared ownership of the Ukrainian people to the main national wealth. *Philosophical and methodological problems of law*, 2, 7–23. doi: <https://doi.org/10.33270/02242802.7>

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

КОВАЛІВ Олександр Іванович, доктор економічних наук, старший науковий співробітник, заслужений працівник сільського господарства України, головний науковий співробітник, Інститут агроекології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, 03143, Україна; e-mail: okovaliv@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4908-7963>).

СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ РИНКУ ОРГАНІЧНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВІЙНИ

О.І. Дребот

доктор економічних наук, професор, академік НААН

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

e-mail: drebot_oksana@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2681-1074>**О.В. Мельников**

аспірант

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

e-mail: alexej.mln@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3710-9152>

У статті досліджено проблеми та перспективи розвитку ринку органічної сільськогосподарської продукції України в умовах війни. Проаналізовано сучасний стан ринку органічної сільськогосподарської продукції за 2021–2023 рр. Розглянуто вплив війни на органічне сільське господарство, зокрема опрацьовано динаміку кількості органічних операторів і площі органічних угідь. Проаналізовано експорт сільськогосподарської продукції за 2021–2023 рр. Встановлено, що основними проблемами та викликами для органічного ринку України на початку війни були знищення об'єктів інфраструктури та ланцюгів постачання, пошкодження органічних полів унаслідок бойових дій, зменшення попиту на органічну продукцію, недосконалість органічного законодавства. Окреслено заходи, спрямовані на відновлення втрачених позицій, серед яких ключовими є впровадження органічного законодавства України в повному обсязі та початок роботи двох державних реєстрів у сфері органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції. Визначено завдання, які необхідно реалізувати для подальшого розвитку органічного сільськогосподарського виробництва в Україні. Висвітлено значення властивостей ґрунту в органічному виробництві, оскільки саме вони сприяють забезпеченню сільськогосподарських культур водою та поживними речовинами, а також засвоєнню рослинами сонячної енергії. Їхня системна дія дозволяє ефективно використовувати верхній родючий шар ґрунту, в якому ростуть рослини. Загалом, актуальність теми зумовлена необхідністю адаптації виробників органічної сільськогосподарської продукції до умов війни.

Ключові слова: органічне сільське господарство, конкурентоспроможність, маркування, аналіз, експорт, родючий ґрунт, сонячна енергія.

.....

ВСТУП

На сьогодні внаслідок військових дій Україна втратила позиції на зовнішньому ринку органічної продукції, який розвивався в попередні роки швидкими темпами. Також постраждав і внутрішній ринок органічної сільськогосподарської продукції. На відміну від зовнішнього, він був слаборозвиненим і потребував підтримки ще до повномасштабного вторгнення. Війна поглибила кризу та знизила конкурентоспроможність органічних виробників. Відбулося падіння купівельної спроможності населення та, як наслідок, зменшення попиту на органічну продукцію. Багато органічних ферм опинилися в зонах бойових дій або на окупованих територіях, що призвело до втрати доступу до цих земель та їх руйнування. Через це відбулося скорочення виробництва органічної продукції, ускладнення логістики та експортних операцій.

Незважаючи на це, органічне сільське господарство має значний потенціал для відновлення та розвитку навіть в таких важких умовах. Україна прагне досягти більшої частки органічного виробництва на ринку в найближчому майбутньому. Про це свідчить Постанова Кабінету Міністрів України “Про затвердження Національної економічної стратегії на період до 2030 року” [1]. Національною економічною стратегією на період до 2030 року офіційно визначено цілі щодо збільшення органічних площ до 3% від загальної площі сільськогосподарських земель в Україні та збільшення експорту органічних продуктів до 1 мільярда доларів США до 2030 року, а також впровадження органічного законодавства України в повному обсязі в 2023 році та початок роботи двох державних реєстрів у сфері органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції.

Метою дослідження є детальний аналіз сучасного стану виробництва та споживання органічних продуктів в Україні, а також визначення особливостей функціонування, проблем і перспектив розвитку ринку органічної продукції в умовах війни.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Проблеми та перспективи розвитку ринку органічної продукції розглядали як вітчизняні, так і зарубіжні вчені, серед яких С. Амонс, В. Артиш, О. Бородіна, І. Городняк, В. Грановська, С. Мамалига, Є. Милованов, О. Хаєцька, Т. Чайка, В. Шлапак та інші. В їхніх наукових працях розкрито сутність ринку органічної продукції, визначено та оцінено обсяг цього ринку, розглянуто перспективи його розвитку. Незважаючи на ґрунтовні дослідження, проведені науковцями, ці питання потребують подальшого комплексного вивчення та переосмислення з урахуванням важких реалій сьогодення.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У процесі написання статті використовувалися науково-теоретичні, монографічні та аналітичні методи. Вивчалися та аналізувалися актуальні наукові праці вітчизняних і закордонних вчених, а також статистичні дані з офіційних джерел.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Аналіз ринку станом на 2022 рік. Органічне сільське господарство має великий виробничий та організаційний потенціал. Органічне землеробство сьогодні є не лише світовим трендом, а й економічно доцільним видом гос-

подарської діяльності. У світі екологічно чиста органічна продукція має вищу ціну реалізації, ніж виготовлена за традиційними технологіями. Тому світовий ринок виробництва органічної продукції демонструє стійку тенденцію до зростання. За результатами 2022 року він сягнув майже 135 млрд євро, а приріст становив майже 9% порівняно з 2021 роком. Площі, відведені під органічну продукцію, сягали 96,4 млн га, що на 26,6%, або на 20,3 млн га, більше порівняно з 2021 роком [2]. Цей розвиток зумовлений постійним зростанням попиту на харчові продукти та непродовольчі товари, виготовлені без застосування штучних хімічних речовин, що не шкодять здоров'ю людей і навколишньому середовищу.

До початку повномасштабного вторгнення в Україні спостерігалася позитивна динаміка збільшення площ сільськогосподарських земель під органічне сільське господарство. Через війну кількість земель під органіку скоротилася на 37%. Станом на 31 грудня 2022 року загальна площа сільськогосподарських угідь, зайнятих під органічним виробництвом та в перехідному періоді, становила 263 619 га, зокрема площа з органічним статусом — 246 126 га [3] (рис. 1).

Майже на 36% за обсягом (6 280 т) та на 48% за вартістю (приблизно 17 млн дол. США) скоротилися внутрішні продажі української органічної продукції в 2022 році порівняно з 2021 роком [5]. Приблизно 120 000 га сертифікованих земель було втрачено: частково через забруднення після бойових дій, зокрема в Київській, Сумській, Чернігівській, Харківській, Херсонській, Запорізькій областях, та через окупацію в Херсонській та Запорізькій областях. Якщо подивитися на зменшення площ по регіонах, то можна побачити, що найбільше падіння спостерігається в Львівській області — мінус 79,7%.

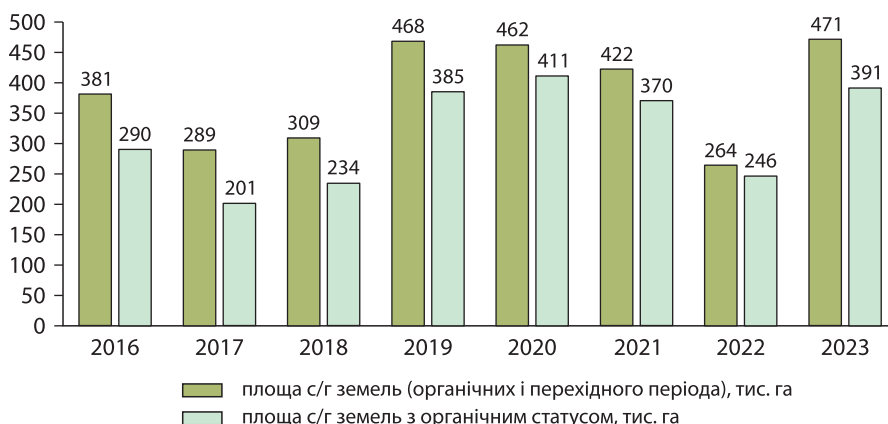


Рис. 1. Загальна площа сільськогосподарських земель, зайнятих під органічне виробництво, тис. га, 2016–2023 рр.

Джерело: [4].



Рис. 2. Кількість органічних операторів в Україні, 2016–2023 рр.*

Джерело: [4].

Примітка: * дані за 2016–2018 рр. зібрані за стандартами, еквівалентними органічному законодавству ЄС; за 2019–2023 рр. — за стандартами, еквівалентними органічному законодавству ЄС та США (NOP).

Тернопільська область, яка була лідером серед областей України в 2021 році з 61,5 тис. га, у 2022 році налічувала всього 2,08 тис. га, що є падінням на 96,6%. Черкаська область знизилася площі на 92,8%. Це найбільші втрати. Серед інших областей варто назвати такі: Київська — мінус 3,1%, Житомирська — мінус 4,3%, Рівненська — мінус 7,2%, Кіровоградська — мінус 9,6%.

Майже 30% українських органічних операторів призупинили свою діяльність [6]. Як видно з рис. 2, станом на 2021 рік в Україні нараховувалося 528 операторів ринку органічної продукції, з яких 418 були виробниками сільськогосподарської продукції. Для порівняння, в 2022 році їхня кількість зменшилася до 462 та 380 відповідно. Таке падіння стало наслідком цілої низки проблем, що виникли через повномасштабну війну, серед яких головними були такі:

- зруйнована інфраструктура та пошкодження органічних полів через бойові дії;
- знищення об'єктів інфраструктури та ланцюгів постачання;
- значне зростання цін на добрива, паливо та логістику;
- брак робочої сили через мобілізацію та евакуацію жінок;
- низька купівельна спроможність населення та, як наслідок, зменшення попиту на органічну продукцію.

Разом зі скороченням виробництва органічної сільськогосподарської продукції відбулося також зниження споживання органічної продукції власного виробництва на внутрішньому ринку, яке й до війни було на дуже низькому

рівні — в середньому майже 11,5% виробленої органічної продукції залишалося для споживання на внутрішньому ринку, решта йшла на експорт. У 2022 році цей показник зменшився до 7,3%. Обсяги споживання органічної продукції в 2022 році становили 6 280 тонн, що на 35,8% менше порівняно з 9 780 тонн у 2021 році (табл. 1). У доларовому еквіваленті падіння становило 47,9% — з 33 млн дол. США до 17,2 млн дол. США. Для порівняння, в країнах ЄС показник споживання в 2022 році становив 48,2 млрд дол. США, або 107,3 дол. США на одну людину.

Ці дані свідчать про суттєве зменшення споживання органічної продукції в скрутні часи, що стало наслідком зниження купівельної спроможності населення через різке падіння доходів і, відповідно, зменшення попиту на органічну продукцію, зокрема через переміщення значної кількості українців до інших областей чи за кордон та порушення ланцюгів постачання через зруйновану інфраструктуру. Навіть розуміючи переваги органічних продуктів, люди не мають можливості їх купувати. Звідси виникає ще одна проблема — експортоорієнтовані товаровиробники, які не зацікавлені в запровадженні повного циклу “виробництво — переробка — реалізація” [8; 9].

Аналіз ринку в 2023 році: початок відновлення. Незважаючи на війну, органічний ринок у 2023 році почав відновлюватися швидкими темпами порівняно з 2022 роком. За даними оперативного моніторингу Міністерства аграрної політики та продовольства України, зібраними від органів іноземної сертифікації, які сертифікували органічне виробництво та обіг органічних продуктів в Україні, площа

Таблиця 1

Обсяги споживання та експорту органічної продукції власного виробництва, 2018–2023 рр.

Роки	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Спожита органічна продукція, тонн	6 700	7 350	8 778	9 780	6 280	7 257
Еквівалент, млн дол. США	21	24	26	33	17,2	27
Експортована органічна продукція, тонн	390 000	469 000	332 000	261 000	245 600	189 000
Еквівалент, млн дол. США	157	189	204	222	219	139
Разом, внутрішній + зовнішній ринки, млн дол. США	178	213	230	255	236	166
Частка експортованої органічної продукції, %	88,2	88,7	88,7	87,1	92,7	83,7
Частка спожитої власної органічної продукції на внутрішньому ринку, %	11,8	11,3	11,3	12,9	7,3	16,3

Джерело: [7].

сільськогосподарських земель під органічним виробництвом у 2023 році та в перехідному періоді становила 471 176 га. Зокрема, площа з органічним статусом становила 390 923 га, що вже перевищило довоєнний показник на 10,37%. Загальна кількість операторів становила 481, зокрема 383 сільськогосподарських виробники, що на 8,9% та 8,3% відповідно менше, ніж у 2021 році [4].

Таке зростання відбулося завдяки впровадженню органічного законодавства України в повному обсязі та початку роботи двох державних реєстрів у сфері органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції. У травні 2023 року Національне агентство з акредитації України видало перший сертифікат сертифікаційному органу ТОВ “Органік Стандарт”. У червні того ж року Міністерство аграрної політики та продовольства України зареєструвало компанію в Державному реєстрі органів сертифікації у сфері органічного виробництва. Це надало компанії право розпочати сертифікацію органічного виробництва та обігу відповідно до українського законодавства. 17 серпня 2023 року було відкрито Державний реєстр операторів, які здійснюють виробництво продукції відповідно до вимог законодавства у сфері органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції [2].

Рішення ЄС про скасування ввізних мит на українську продукцію, що експортується до ЄС, стало вирішальним для сприяння експорту органічної продукції з України. Крім того, вперше з 2015 року Україна була виключена зі списку країн, до яких застосовуються додаткові заходи контролю щодо органічної продукції, яка імпортується до ЄС. Це значно спростило процес експорту органічної продукції, оскільки

зменшує витрати на додаткові перевірки, відбір зразків та аналіз [2].

Незважаючи на ці позитивні кроки, поки не відбулося збільшення продажу органічної продукції на зовнішньому ринку. Якщо в 2022 році обсяг продажу на зовнішньому ринку майже не змінився порівняно з 2021 роком, то в 2023 році було поставлено всього 189 000 тонн продукції на загальну суму 139 млн дол. США, що на 22,8% та 36,5% менше, ніж у 2022 році [7; 10]. Однак цей показник має відкладений ефект — у 2022 році органічні виробники продавали ще вирощену частину продукції врожаю 2021 року. Тому, на нашу думку, показники експорту органічної продукції в 2024 році мають збільшитися.

Якщо аналізувати ринок органічної сільськогосподарської продукції ЄС, то, відповідно до звіту Єврокомісії, Україна займає п'яте місце серед найбільших постачальників органічної агропродовольчої продукції до ЄС з-поміж 125 країн. У 2023 році частка української органічної продукції в загальному обсязі імпорту до ЄС становила 7%. Для порівняння, в 2022 році Україна займала 3-тє місце, що становило 8% від загального обсягу імпорту до ЄС.

Україна є ключовим постачальником органічних зернових та олійних культур, а з 2023 року — також фруктів та ягід (табл. 2, рис. 3). Ці категорії становлять значну частину імпорту з України до ЄС, забезпечуючи стабільність і різноманіття органічної продукції на європейському ринку.

Негативною динамікою експорту продукції стала концентрація зовнішніх продажів органічної продукції в одному регіоні. Так, 99% експорту органічної продукції в 2023 році припадало на країни Європи [8], з яких 92% — на ринок ЄС.

Таблиця 2

Динаміка постачання органічних зернових та олійних культур до країн ЄС за 2021–2023 рр.

Назва продукції	2021		2022		2023	
	тис. тонн	млн дол. США	тис. тонн	млн дол. США	тис. тонн	млн дол. США
Кукурудза	80,0	22,0	95,7	27,3	68,4	19,3
Соя	65,0	59,0	33,7	33,0	44,2	35,4
Пшениця	29,0	14,3	26,3	8,4	14,3	4,4
Чорниця заморожена	9,0	19,0	7,8	25,3	7,5	16,1
Ріпак	12,0	10,5	5,2	3,6	4,3	4,3
Олія соняшникова	10,5	24,9	18,1	43,3	4,8	7,5
Макуха соняшникова	14,0	9,1	13,2	10,1	11,7	10,4
Соняшник	4,0	2,7	13,0	9,7	7,2	5,1
Інша продукція	36,5	61,1	27,4	57,2	26,6	36,0
Разом	260,0	222,0	240,0	218,0	189,0	139,0

Джерело: [10].

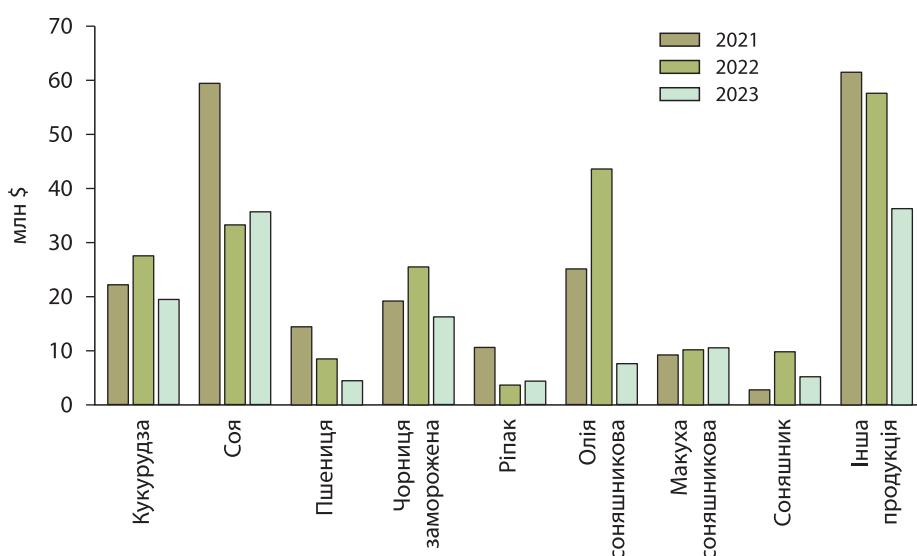


Рис. 3. Динаміка постачання органічних зернових та олійних культур до країн ЄС за 2021–2023 рр. Джерело: [10].

Для порівняння, в 2021 році показник експорту до країн Європи становив 82%, а доля Північної Америки — 17%, що відповідало еквіваленту 38 млн дол. США. Тому одним із головних завдань на майбутнє має бути відновлення втрачених позицій і вихід на нові ринки збуту (Північна Америка, Азія, Африка тощо).

Заслугує на увагу адаптація органічного виробництва в умовах війни з огляду на географічний простір, що має характеризуватись якісними ґрунтовими показниками та екологічним станом. Провідну роль тут відіграє ґрунт, який забезпечує живлення сільськогосподарських культур в органічному вироб-

ництві водою, сполуками хімічних елементів і сприяє покращенню засвоєння сонячної енергії у формі біомаси органічної продукції. Це забезпечує високу ефективність у гармонізації еколого-економічних і соціальних цінностей у виробництві органічної продукції. Крім того, альтернативні підходи в технології органічного виробництва спрямовані на розвиток нових напрямів, пов'язаних із біодинамічними, біологічними, мікробіологічними та іншими системами для подолання наслідків війни. Водночас ці компоненти є критичними для забезпечення потреби людей у харчових продуктах і створенні матеріальних та духовних благ.

Органічне виробництво — це важливий елемент природокористування в агроєкосистемах. Його складність та узгодженість є результатом створення якісних компонентів людиною в процесі виробництва відповідно до її потреб. Найхарактерніша риса цього процесу — здатність адаптуватися до змінюваних сучасних вимог, що закладені в основі виробництва органічної продукції з урахуванням міжнародних стандартів і вимог внутрішнього споживача. Змінюються умови виробництва, структура його підпорядкованості, а також виникають нові проблеми, що потребують адаптації.

Через свої особливості органічне виробництво завжди було і є найбільш вразливим до суспільних негараздів, природних чинників, різних надзвичайних подій, катаклізмів тощо. У нинішньому тисячолітті насамперед це стосується проблем глобального потепління, збереження родючості ґрунтів, забезпечення екологічно безпечного та ощадливого ведення органічної діяльності. Особливо гострими є поточні виклики сучасного стану вітчизняного аграрного сектору економіки, передусім пов'язані з війною в Україні [11].

Для подальшого розвитку органічного сільськогосподарського виробництва в Україні та його адаптації до нових умов необхідно вирішити такі завдання:

- державна допомога фермерським господарствам та виробникам органічної продукції з використання міжнародного досвіду (субсидії, дотації, доступ до кредитів), особливо тим, хто постраждав від бойових дій, зокрема, на відновлення пошкоджених ґрунтів та їх повернення в органічний статус;
- зниження витрат на експертизу та сертифікацію ділянок селянських і фермерських господарств;
- створення сприятливих умов для залучення інвестицій в органічне сільське господарство;
- маркетингова підтримка виробників та увага до пропаганди здорового способу життя і проблем культури харчування;
- підвищення обізнаності населення щодо органічної продукції;

- організація співпраці наукових установ з виробниками органічної продукції (круглі столи, конференції, дні поля, семінари тощо);
- забезпечення впровадження новітніх технологій у виробництво органічної сільськогосподарської продукції як при переході до органічного виробництва для мінімізації збитків, так і при органічному землеробстві для підвищення продуктивності виробництва органічної сільськогосподарської продукції.

Останній пункт має особливе значення, оскільки проблеми перехідного періоду, зокрема зниження врожайності (до 30–50%) в перші роки переходу та великі витрати на відновлення природної родючості ґрунту, відштовхують виробників від переходу на органічне виробництво. Наукові установи та вчені мають стати тим локомотивом, який покаже шлях до підвищення прибутковості господарств при переході до органічного сільськогосподарського виробництва.

ВИСНОВКИ

Отже, незважаючи на війну, ринок органічної сільськогосподарської продукції почав відновлюватися швидкими темпами, хоча ще не досяг довоєнних показників. Про це свідчить як падіння обсягів споживання органічної сільськогосподарської продукції на внутрішньому ринку, так і зниження експортних показників. Однією з головних проблем є низька купівельна спроможність населення, що залишає товаровиробників орієнтованими на експорт. Окрім того, відсутність державної допомоги не стимулює сільськогосподарських виробників переходити на органічне виробництво.

Подальший розвиток органічного виробництва в Україні збільшить перспективи експорту сільськогосподарської продукції, покращить екологічну ситуацію в країні та сприятиме зростанню ВВП і доходів домогосподарств.

Для збільшення попиту на органічну продукцію необхідно на внутрішньому ринку впроваджувати ефективну маркетингову політику, стимулювати розвиток за підтримки держави та організовувати органічне виробництво відповідно до міжнародних вимог і стандартів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про затвердження Національної економічної стратегії на період до 2030 року: Постанова Кабінету Міністрів України від 03.03.2021 року № 179. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/179-2021-%D0%BF#Text> (дата звернення: 12.01.2025).
2. Хаєцька О.П., Удалов Д.М. Сучасні аспекти розвитку органічного сільського господарства України в умовах війни. *Економіка та суспільство*. 2024. Випуск 65. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-65-107>
3. Площа сільськогосподарських угідь в Україні з органічним статусом — 246126 га. *Агроперспектива*. 2024. URL: <https://www.agroperspectiva.com/ru/news/190826> (дата звернення: 12.01.2025).
4. Площі під органічним виробництвом 2016–2023. *OrganicInfo*. URL: <https://organicinfo.ua/infographics/organic-land-2016-2023/> (дата звернення: 13.01.2025).

5. Внутрішній ринок органічної продукції в Україні, 2022 рік. *OrganicInfo*. URL: <https://organicinfo.ua/infographics/ua-organic-market-overview-2022/> (дата звернення: 12.01.2025).
6. Аналіз українського органічного сектору. 8 місяців від початку повномасштабної війни в Україні. Жовтень 2022 року. Проведений ДУ “Офіс з розвитку підприємництва та експорту”, національним проектом Дія. Бізнес та ін. 39 с. URL: https://organicinfo.ua/wp-content/uploads/2022/11/Ukrainian-Organic-Sector-Analysis_Oct2022_UA.pdf (дата звернення: 13.01.2025).
7. Продажі органічної продукції за 2016–2023: зовнішній ринок. *OrganicInfo*. URL: <https://organicinfo.ua/infographics/export-market-2016-2023/> (дата звернення: 13.01.2025).
8. Мамалига С.В., Шуляк О.В. Розвиток ринку органічної продукції в Україні. *Трансформаційна динаміка розвитку агропромислового виробництва*: збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції. (м. Вінниця, 25–26 квітня 2013). ВНАУ, 2013. С. 162–165.
9. Мамалига С.В. Маркетингове забезпечення ринку органічної продукції в Україні. *Трансформаційна динаміка розвитку агропромислового виробництва*: збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції (м. Вінниця, 7–8 травня 2015 р.). ВНАУ, 2015. С. 59–63.
10. Експорт української органічної продукції (2023 рік, огляд). *OrganicInfo*. URL: <https://organicinfo.ua/infographics/ua-organic-export-2023/> (дата звернення: 13.01.2025).
11. Гадзало Я.М. Вітчизняне сільське господарство в сучасних умовах: виклики та шляхи їх подолання. Доповідь на сесії Загальних зборів Національної академії аграрних наук України 29 листопада 2023 р. К.: ННЦ “Інститут аграрної економіки”, 2023. 58 с.

THE STATE AND PROSPECTS OF THE DEVELOPMENT OF THE MARKET OF ORGANIC AGRICULTURAL PRODUCTS IN UKRAINE IN THE CONTEXT OF WAR

Drebot O.

Doctor of Economics Sciences, Professor, Academician of NAAS
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: drebot_oksana@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2681-1074>

Melnykov O.

Postgraduate student
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: alexej.mln@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3710-9152>

The article explores the problems and prospects for the development of the Ukrainian organic agricultural market in the context of war. The current state of the organic agricultural market for 2021–2023 is analyzed. The impact of the war on organic agriculture is considered, in particular, the dynamics of the number of organic operators and the area of organic land is analyzed. The export of agricultural products for 2021–2023 is analyzed. It is established that the main problems and challenges for the organic market of Ukraine at the beginning of the war were the destruction of infrastructure and supply chains, damage to organic fields as a result of hostilities, a decrease in demand for organic products, and imperfect organic legislation. The authors outline measures aimed at restoring the lost positions, among which the key ones are the full implementation of the organic legislation of Ukraine and the launch of two state registers in the field of organic production, circulation and labeling of organic products. The tasks that need to be implemented for the further development of organic agricultural production in Ukraine are identified. The article highlights the importance of soil properties in organic production, as they contribute to the supply of water and nutrients to crops, as well as to the absorption of solar energy by plants. Their systemic effect allows for the efficient use of the top fertile layer of soil in which plants grow. In general, the relevance of the topic is due to the need for organic agricultural producers to adapt to the conditions of war.

Keywords: organic agriculture, competitiveness, labeling, analysis, export, fertile soil, solar energy.

REFERENCES

1. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 179 “Approval of the National Economic Strategy for the period up to 2030”. (2021, March). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/179-2021-%D0%BF#Text>
2. Khaietska, O.P., Udalov, D.M. (2024). Modern aspects of the development of organic agriculture in Ukraine during the war. *Economy and society*, 65. doi: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-65-107>
3. The area of agricultural land in Ukraine with organic status is 246126 hectares. *Agroperspective*. (2024). Retrieved from <https://www.agroperspectiva.com/ru/news/190826>
4. Areas under organic production. *OrganicInfo*. 2016–2023. (n.d.). Retrieved from <https://organicinfo.ua/infographics/organic-land-2016-2023/>
5. Domestic market of organic products in Ukraine. *OrganicInfo*. 2022. (n.d.). Retrieved from <https://organicinfo.ua/infographics/ua-organic-market-overview-2022/>
6. Analysis of the Ukrainian organic sector. 8 months since the beginning of the full-scale war in Ukraine. (2022, October). The SE “Office for Entrepreneurship and Export Development”, the national project Diya. Business and

- others. Retrieved from https://organicinfo.ua/wp-content/uploads/2022/11/Ukrainian-Organic-Sector-Analysis_Oct2022_UA.pdf
7. Sales of organic products for 2016–2023: foreign market. (n.d.). *OrganicInfo*. Retrieved from <https://organicinfo.ua/infographics/export-market-2016-2023/>
 8. Mamalyha, S.V., & Shuliak, O.V. (2013). Development of the organic market in Ukraine. In *Transformational dynamics of agro-industrial production development*: collection of materials of the International scientific and practical conference (pp. 162–165). Vinnytsia: VNAU.
 9. Mamalyha, S.V. (2015). Marketing support of the organic market in Ukraine. In *Transformational dynamics of agro-industrial production development*: collection of materials of the International scientific and practical conference (pp. 59–63). Vinnytsia: VNAU.
 10. Exports of Ukrainian organic products. *OrganicInfo*. (2023). Retrieved from <https://organicinfo.ua/infographics/ua-organic-export-2023/>
 11. Hadzalo, Ya.M. (2023). Domestic agriculture in modern conditions: challenges and ways to overcome. Report at the session of the General Meeting of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

ДРЕБОТ Оксана Іванівна, доктор економічних наук, професор, академік НААН, директор, Інститут агроекології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна, 03143; e-mail: drebot_oksana@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2681-1074>).

МЕЛЬНИКОВ Олексій Васильович, аспірант, Інститут агроекології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна, 03143; e-mail: alexej.mln@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3710-9152>).

Новини

Новини

Новини • Новини • Новини

12 українських громад візьмуть участь у проєкті з планування кліматичної нейтральності SUN4Ukraine. Серед цих громад — Вінниця, Дніпро, Звягель, Калусь, Київ, Конотоп, Миколаїв, Нововолинськ, Первомайськ, Харків, Чернігів, Чернівці. Ці міста були обрані з-поміж 105 громад, які подали заявки на участь у проєкті SUN4Ukraine, що має на меті досягнення кліматичної нейтральності не пізніше 2050 року.

Через SUN4Ukraine ми можемо передати цінний досвід Місії міст щодо впровадження, управління та фінансування кліматичних заходів і трансформації міст. Стала мережа кліматично нейтральних міст України (SUN4Ukraine) — це чотирирічний проєкт, який за дорученням Європейської комісії долучає українські міста до Місії ЄС для міст. SUN4Ukraine покликаний підтримувати українські міста на шляху до кліматичної нейтральності. Забезпечуючи технічну підтримку та можливості для підвищення спроможності, адаптовані до конкретних особливостей громад, SUN4Ukraine допомагає громадам розробляти та інтегрувати Плани кліматичної нейтральності у свої стратегії відновлення. Проєкт також сприяє обміну знаннями, об'єднуючи українські міста в пари з іншими містами, що беруть участь у Місії ЄС з кліматично нейтральних та розумних міст.

СУПУТНИКОВИЙ ІНФОРМАЦІЙНИЙ РЕСУРС — СУЧАСНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ АГРОСФЕРИ УКРАЇНИ

О.Г. Тараріко

доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН
Інститут агроєкології і природокористування НААН (Київ, Україна)
e-mail: tarariko@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5132-0157>

О.С. Дем'янюк

доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН
Інститут агроєкології і природокористування НААН (Київ, Україна)
e-mail: demolena@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4134-9853>

Т.В. Ільєнко

кандидат сільськогосподарських наук
Інститут агроєкології і природокористування НААН (Київ, Україна)
e-mail: tilienko@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5406-5449>

М.О. Солоха

доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
ННЦ “Інститут ґрунтознавства і агрохімії ім. О.Н. Соколовського” НААН (Харків, Україна)
e-mail: solomax@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1860-0819>

П.В. Лиховид

доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН
e-mail: pavel.likhovid@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0314-7644>

Агроєкосистеми України зазнають посиленого впливу кліматичних змін і воєнних дій, що призводить до зростання ризиків деградації земель, опустелювання та виснаження ґрунтів у всіх природно-кліматичних зонах країни. За цих умов ключового значення набуває система агроєкологічного моніторингу, невід'ємною складовою якої є супутникові спостереження, що забезпечують як ретроспективний аналіз, так і оперативне відстеження просторово-часового поширення негативних явищ. Це створює підґрунтя для вдосконалення інформаційного забезпечення управління природними та виробничими процесами у сфері сільського господарства та природокористування. У статті за матеріалами звітної доповіді члена-кореспондента НААН О.С. Дем'янюк представлено результати досліджень, виконаних у межах програми Національної академії аграрних наук “Агрокосмос” (“Супутниковий агроєкологічний моніторинг, управління агроресурсами та прогнозування впливу змін клімату на продуктивність агроєкосистем”), спрямованої на розробку науково-методичного забезпечення використання даних супутникового моніторингу для вирішення екологічних проблем. Обґрунтовано та визначено супутникові індикатори ризиків впливу змін клімату і воєнних дій на агроєкосистеми. За ретроспективним аналізом динаміки цих індикаторів за 40-річний період було встановлено чіткі тенденції кліматичних змін та їхній вплив на агроєкосистеми в східній частині Лісостепу, а також проведено їх апробацію для моніторингу негативних явищ в агроландшафтах унаслідок підриву Каховської ГЕС. Встановлено ідентифікатори впливу воєнних дій на ґрунтовий покрив за супутниковою інформацією; за ними створено відповідні картосхеми на базі ГІС з оцінкою ступеня впливу на ґрунтові ресурси Харківської області. Для вдосконалення інформаційного забезпечення агроєкологічного моніторингу, зокрема щодо проблеми поширення процесів опустелювання та деградації земель, розроблено структуру бази даних відповідного інформаційно-аналітичного вебсайту. За опублікованими джерелами та проведеними дослідженнями доведено високу перспективність використання даних аерокосмічного моніторингу агроєкосистем для ідентифікації посівів сільськогосподарських культур, їх класифікації та картування, зокрема за вегетаційним індексом NDVI, а також для виконання сучасного динамічного агроєкологічного районування сільськогосподарських земель за ступенем придатності до вирощування різних сільськогосподарських культур з огляду на біологічні вимоги.

Ключові слова: агроєкосистема, дистанційне зондування, база даних, зміни клімату, ідентифікатори впливу воєнних дій, агроєкологічне районування, картування.

ВСТУП

В умовах інтенсивного антропогенного навантаження на агро- та екосистеми актуальним для України є раціональне й безпечне використання природних ресурсів, особливо в контексті змін клімату та наслідків військової агресії. У багатьох країнах активно розвиваються наукові й технологічні підходи до використання в системі супутникового моніторингу даних для оцінювання впливу господарської діяльності і кліматичних змін на сільське господарство та екосистеми, охоплюючи процеси опустелювання, деградації земель і втрату біорізноманіття.

З метою формування цілісної та послідовної державної політики у сфері змін клімату з урахуванням повоєнної відбудови України розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30 травня 2024 р. № 483-р. схвалено Стратегію формування та реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2035 року [1]. Наголошено на відсутності системного підходу до створення наукового підґрунтя для формування та реалізації державної політики у сфері змін клімату, важливою частиною якої є їх моніторинг і вплив на аграрне виробництво та продовольчу безпеку. В Операційному плані заходів із реалізації у 2024–2026 рр. Стратегії передбачено проведення оцінки ризиків і вразливості сільського господарства до змін клімату (Ціль 3, п. 22) [2]. Але вирішення цього питання потребує подальшого вдосконалення системи агроєкологічного моніторингу з використанням сучасного інформаційного потенціалу супутникових даних. Актуальним у цьому контексті є також виконання розпорядження Кабінету Міністрів України від 25 листопада 2024 р. “Про Стратегію сільського господарства та сільських територій на період до 2030 р. у рамках спільної політики ЄС”, що також вимагає більш досконалого інформаційного забезпечення.

Ключове значення в цьому відіграє вдосконалення інформаційного забезпечення управління природними й виробничими процесами, зокрема, у сфері сільського господарства та природокористування. Оперативне отримання просторової інформації про стан аграрного виробництва на конкретній території в певний період часу є складним завданням для традиційних наземних методів і потребує використання сучасних супутникових технологій. В умовах кліматичних змін і посилення інтенсифікації аграрного виробництва зростає значення ретроспективної та оперативної супутникової інформації як невід’ємного елемента системи агроєкологічного моніторингу. Нині важко уявити оцінювання впливу змін клімату на сільськогосподарську діяльність та природне середовище загалом без використання супутникових даних.

Це своєю чергою вимагає кадрового забезпечення, вдосконалення науково-методичних основ отримання, обробки та використання супутникових даних, а також забезпечення їх своєчасного доступу до виробничих і управлінських структур різних рівнів.

Для вдосконалення науково-методичних засад інформаційного забезпечення галузі сільського господарства та системи агроєкологічного моніторингу, які є необхідними компонентами безпечного природокористування, досягнення кліматичної нейтральності агроєкосистем, нейтрального рівня деградації земель, а також більш широкого залучення супутникових даних в аграрне виробництво, в Національній академії аграрних наук України виконуються фундаментальні та прикладні дослідження в межах Програми наукових досліджень 07 “Супутниковий агроєкологічний моніторинг, управління агресурсами та прогнозування впливу змін клімату на продуктивність агроєкосистем” (“Агрокосмос”). У виконанні програми беруть участь три наукові установи НААН: Інститут агроєкології і природокористування (головна наукова установа), Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства та ННЦ “Інститут ґрунтознавства і агрохімії ім. О.Н. Соколовського”. Наукові дослідження виконують 24 особи, зокрема 11 докторів наук і 8 кандидатів наук.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Зміна клімату є однією з найгостріших глобальних проблем планети Земля. Вона спричиняє перебудову глобальних процесів переносу тепла й вологи на всіх континентах, призводячи до різкого зростання кількості кризових явищ. Тому актуальним є оцінювання впливу теперішніх і прогнозованих кліматичних змін на сільськогосподарське виробництво та природні екосистеми, що дасть змогу вчасно реагувати й вживати належні адаптаційні заходи. Моніторинг впливу кліматичних змін в агросфері складно здійснювати виключно традиційними наземними методами, оскільки вони не дають змоги отримувати оперативну просторову інформацію. Для всеохоплюючого спостереження необхідно залучати сучасні технології дистанційного зондування. Досягнення космічної науки та техніки принесли нові можливості для такого моніторингу, які дозволяють отримувати оперативну просторову інформацію в часі та просторі на різних рівнях — від локального до глобального.

Наразі кілька десятків супутникових систем спостереження за Землею з високим просторовим розрізненням їхніх даних здійснюють

космічну зйомку в навколоземному просторі в різних спектральних діапазонах. Їх значна кількість і, відповідно, обсяг інформації дають змогу отримувати дані фактично на безперервній основі. Тому актуальним є використання цього інформаційного ресурсу для визначення темпів змін клімату та їхнього впливу на агро-екосистеми, процеси опустелювання та прояв кризових явищ із метою прийняття обґрунтованих управлінських рішень, корегування агротехнологій та природокористування. Нині вже багато років реалізуються Програма глобального спостереження Землі (*Global Earth Observation System of Systems*, GEOSS) [3] та Європейська програма глобального моніторингу довкілля і безпеки (*Global Monitoring for Environment and Security*, GMES), яка нині отримала назву Copernicus [4].

В сучасних умовах, окрім змін клімату та їхнього впливу на агресурси, на території України на ситуацію впливає також потужний чинник — наслідки воєнних дій, під час яких спостерігається масштабний негативний вплив на аграрне виробництво не тільки внаслідок пошкодження інфраструктури, а й через знищення або пошкодження ґрунтів [5–8]. Оскільки через бойові дії доступ для проведення наземної оцінки є досить небезпечним завданням, актуальним стало залучення сучасних засобів ДЗЗ/ГІС, які є невід'ємною складовою моніторингових наукових досліджень. Важливим у цьому контексті є використання супутникових індикаторів для оцінки впливу змін клімату на агроекосистеми, а також наслідків ведення воєнних дій на агресурси та розвиток деградаційних процесів, зокрема на території інтенсивного ведення аграрного виробництва в зоні Лісостепу.

Таким чином, наявна велика кількість даних різних супутникових систем дозволяє отримувати інформацію про біосферні та кліматичні процеси практично на безперервній основі. Дистанційне спостереження за Землею з космосу розвивається дуже динамічно, і в найближчі роки та навіть місяці планується запуск нових супутникових систем, зокрема систем Sentinel програми Copernicus Європейського космічного агентства [9]. Copernicus — це програма Європейського Союзу зі спостереження за Землею, яка розглядає нашу планету та її навколишнє середовище на користь усіх європейських громадян. Сучасний розвиток космічних технологій вимагає розробки нових методів і програм. Новітня супутникова програма Європейського космічного агентства Copernicus відкрила нові можливості в застосуванні даних ДЗЗ для моніторингу трансформації агроекосистем в умовах змін клімату. Місія Copernicus має шість

головних тематичних напрямів: земля, море, атмосфера, кліматичні зміни, надзвичайні ситуації та безпека [10]. Важливим у цьому контексті є те, що здебільшого ця інформація є загальнодоступною та безкоштовною і може використовуватися для наукових моніторингових досліджень, виробничої діяльності, управління та оцінювання впливу змін клімату на агресурси та сільське господарство.

Показники впливу змін клімату на агресурси було систематизовано в такі основні групи індикаторів, які можуть бути визначені за допомогою інформації з супутників:

- *кліматичні показники*: температура, опади, запас вологи в ґрунті, зокрема спектральні індекси температурних умов, умов зволоження, водний індекс;
- *показники стану рослинності*: вегетаційні індекси, проективне покриття, біомаса, площа листової поверхні;
- *показники деградації земель*: площинна та яружна ерозія, вміст гумусу, ознаки опустелювання, засолення зрошуваних земель тощо;
- *структура та агроекологічний стан агроландшафтів*, зокрема індекси ландшафтного різноманіття, зміна наземного покриття. Одним з основних індикаторів є LULCC (*Land Use / Land Cover Changes* — зміни землекористування / земного покриття) (рис. 1).

На прикладі зони Лісостепу показано, що для моніторингу кліматичних змін і впливу воєнних дій на агроекосистеми застосування сучасних технологій ДЗЗ та геоінформаційних систем є важливим інструментом удосконалення управління агресурсами та адаптації агроекосистем до змін клімату, покращення інформаційно-консультаційної підтримки аграрного виробництва на різних рівнях управління, що сприятиме сталому розвитку агроекосистем і сільської економіки. Зокрема, за здійсненим ретроспективним аналізом динаміки цих індикаторів за 40-річний період встановлено чіткі тенденції кліматичних змін та їхній вплив на агроекосистеми в Східному Лісостепу на прикладі Харківської і Полтавської областей. Спостерігається досить стрімке зростання температури наземного покриття за вегетаційний період останніх 20 років порівняно з попереднім. Якщо порівняти температуру вегетаційного періоду першого десятиріччя з останнім, четвертим, то побачимо, що вона підвищилася в Східному Лісостепу з 17,5–17,8 до 20,4–21,0°C, тобто на 2,9–3,2°C (рис. 2). Якщо потепління буде продовжуватися таким же темпом, то в наступному десятиріччі можна очікувати подальше стрімке підвищення температури вегетаційного періоду, що потребуватиме вже зараз розробки заходів



Рис. 1. Супутникові індикатори впливу змін і наслідків воєнних дій на агресурси Лісостепу
Джерело: розроблено авторами.

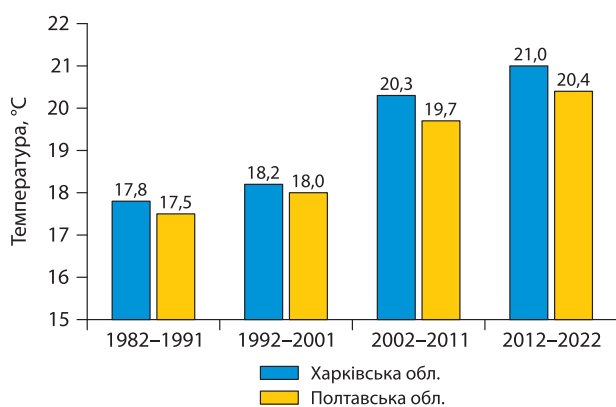


Рис. 2. Динаміка температури вегетаційного періоду по десятирічних циклах на території Полтавської та Харківської областей, °C. Середня температура наземного покриття за вегетаційний період по десятиріччях

Джерело: побудовано авторами за супутниковими даними NOAA's National Environmental Satellite Data Information Services.

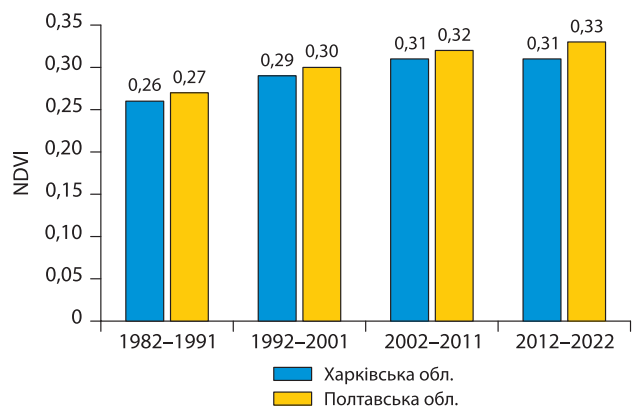


Рис. 3. Динаміка NDVI вегетаційного періоду на території Харківської та Полтавської областей по десятирічних циклах

Джерело: побудовано авторами за супутниковими даними NOAA's National Environmental Satellite Data Information Services (<http://www.star.nesdis.noaa.gov/smcd/emb/vci/VN/>).

з адаптації сільського господарства регіону до такого екстремального потепління.

Як дистанційний індикатор реакції рослинного покриття на кліматичні зміни було використано нормалізований різницевий вегетаційний індекс (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) [11], який показує, що загалом потепління протягом 40 років позитивно впливало на стан рослинності за NDVI, темп якого останнім часом дещо уповільнився (рис. 3).

Одним із найважливіших чинників впливу зміни клімату на агресурси є кількість опадів у середньому за рік та їх інтенсивність. Загалом,

спостерігається тренд зниження середньомісячної кількості опадів, однак у Харківській і Полтавській областях — зростання їх кількості за останні 3 роки (рис. 4).

Значне потепління вегетаційного періоду внаслідок змін клімату сприяло розширенню площ під такими просапними культурами, як кукурудза та соняшник, які можуть ефективно використовувати додатковий тепловий ресурс, а також підвищенню врожайності зернових (рис. 5).

Встановлено, що при визначенні впливу змін клімату на агроєкосистеми ефективним

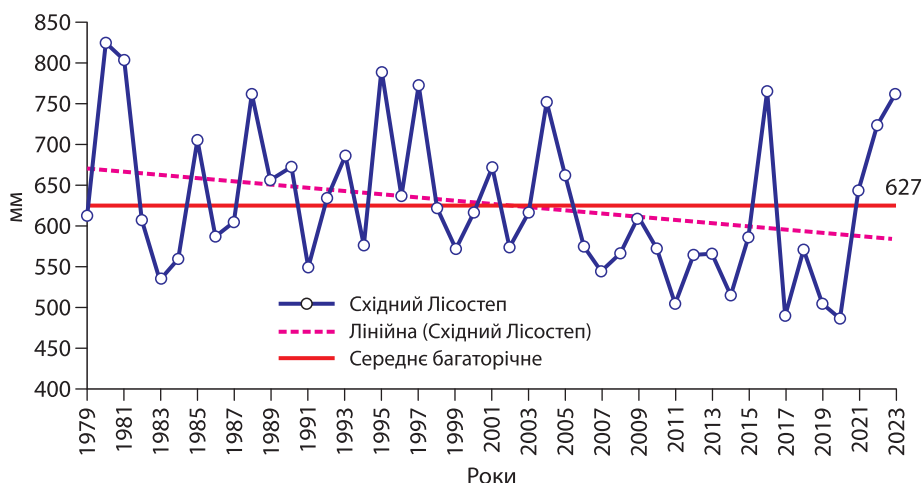


Рис. 4. Динаміка середньорічної кількості опадів протягом 1979–2023 рр., мм

Джерело: побудовано авторами за даними ERA5 ECMWF/Copernicus Climate Change Service (https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/ECMWF_ERA5_MONTHLY#description).

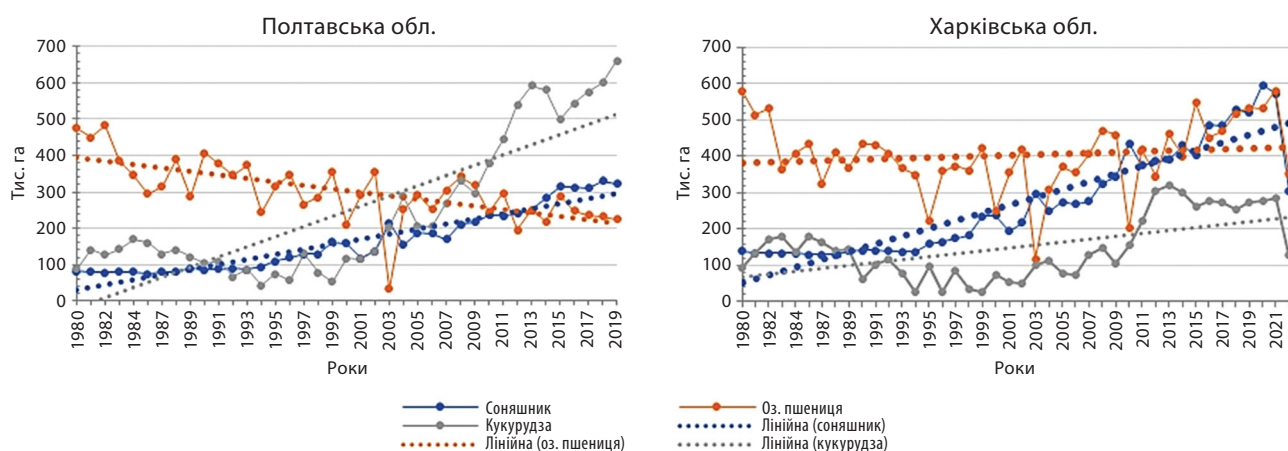


Рис. 5. Динаміка посівних площ кукурудзи, сояшника та озимої пшениці

Джерело: побудовано авторами за даними Державної служби статистики України.

є використання індикаторів NDVI, TCI, VCI і VHI. Зокрема, при оцінці стану рослинності використовується індекс вегетаційних умов VCI як функція NDVI, що показує його тижневе відхилення від середньобаторічного та тісно корелює з умовами зволоження. Визначено, що середні значення індексу VCI за вегетаційний період не виходять за межі сприятливих значень, що відповідає задовільним умовам зволоження, за винятком посушливих 1982–1988 років. Індекс температурних умов TCI характеризує щотижневі відхилення температури наземного покриву від середньої багаторічної за сезонний цикл, що пов'язане зі змінами погодних умов. Таким чином, він показує вплив зміни температурних умов на розвиток рослинності, а також його вклад у виникнення посушливих

явищ. За проведенням аналізом динаміки цього індексу випливає, що за 40-річний період спостерігався загальний тренд зниження індексу TCI, а його значення відповідає стресовим температурним умовам або близьким до них починаючи з 2007 року в Харківській області, що можна пояснити значним підвищенням середньої температури за вегетаційний період порівняно з середньою багаторічною за цей період. Індекс стану рослинності VHI як комбінація індексів VCI та TCI використовується для оцінки формування врожаю. Індеси нижче 40 вказують на стрес рослинності, де можна очікувати втрати врожаю сільськогосподарських культур, а значення вище 60 — на здорову рослинність і прогнозування гарного врожаю. За значеннями цього індексу протягом 1982–2022 рр.

можна констатувати задовільний стан рослинності. Однак у 2010 та 2019 рр. у Харківській області цей показник був близьким до критичного, що можна пояснити значним підвищенням середньої за вегетаційний період температури. Отже, отримана ретроспективна та оперативна інформація є важливою в процесі розроблення стратегії, планування та заходів з адаптації до змін клімату шляхом удосконалення структури агроландшафтів і систем землекористування, структури посівних площ і сівозмін.

Одним із важливих елементів дистанційного моніторингу агроландшафтів, зокрема розповсюдження процесів деградації земель, є проведення оцінювання впливу воєнних дій на ґрунтовий покрив України, що зумовлено необхідністю забезпечення продовольством понад 400 мільйонів осіб у країнах, які наразі забезпечує Україна. Після початку воєнних дій ґрунтовий покрив України зазнав і продовжує зазнавати безпрецедентний вплив. Зважаючи на те, що воєнні дії тривають, а більшість деокупованої території заміновано, використання супутникових даних стає пріоритетним для проведення наукових досліджень і подальшого оцінювання. Станом на 2024 рік в Україні створено низку нормативних документів для оцінки шкоди, зокрема Постанову Кабінету Міністрів України від 20 березня 2022 року № 326 “Про затвердження Порядку визначення шкоди та збитків, завданих Україні внаслідок збройної агресії Російської Федерації” [12]. Одним із розділів методики оцінки збитків (розділ III) передбачено, серед іншого, використання даних дистанційного зондування Землі. Використання космічних знімків передбачається також Наказом Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України № 414 від 05 жовтня 2022 року (пункт 8) [13]. Отже, визначено пріоритетний напрям використання даних, але ще не створено відповідної методології.

Обмежений доступ до об'єктів дослідження в зонах конфлікту може бути компенсований завдяки дистанційному зондуванню, що дозволяє успішно проводити моніторинг розвитку воєнних дій [14]. Дистанційний моніторинг використовувався для вирішення різних наукових задач і завдань в умовах бойових дій: моніторинг водних ресурсів та інфраструктури [15] та моніторинг земельного покриття в умовах війни за допомогою машинного навчання [16; 17].

Опис впливу воєнних дій на ґрунтовий покрив на основі супутникових даних наразі відсутній. Він має визначальне значення як база при оцінюванні через невизначеність і відсутність супутникових даних під час світових війн. Через це введено поняття ідентифікаторів військового впливу на ґрунтовий покрив або

будь-якого антропогенного впливу на ґрунтовий покрив, що став аномальним після початку воєнних дій 24 лютого 2022 року. У результаті досліджень проведено систематизацію даних щодо встановлених фактів впливу на ґрунтові ресурси трьох районів Харківської області. Зокрема, було встановлено та наведено перелік ідентифікаторів впливу воєнних дій на ґрунтовий покрив за супутниковою інформацією. Серед основних ідентифікаторів впливу: фізичний вплив (вирви різного походження, ущільнення ґрунту на сільськогосподарських землях України, вивертання ґрунту внаслідок будівництва споруд оборонного характеру тощо), антропогенний вплив (спалення врожаю, стан рослинності на сільськогосподарських землях), додавання аномальних для сільськогосподарських земель об'єктів (бетонних укриттів, конусних пірамід “зуби дракона”). Використання високоякісних супутникових знімків дозволяє встановити хімічний вплив на ґрунтовий покрив унаслідок підризу різного роду бронетехніки на сільськогосподарських землях, що є найбільш токсичним для ґрунтового покриття.

Для отримання вихідної інформації використано вебсайт Європейського космічного агентства: <https://browser.dataspace.copernicus.eu/>. За допомогою його інструментарію підбиралися парні супутникові знімки для аналізу, проводилася ідентифікація різного виду впливу на ґрунтовий покрив, оцінка ступеня впливу, визначалися прямі та дотичні ідентифікатори впливу [18].

Для оцінки втрати врожаю, хімічного та абіотичного впливів було використано супутникові знімки з просторовою здатністю 1 м на піксель, а також знімки з просторовою роздільною здатністю 10 м на піксель з Європейського космічного агентства. Тематичну інформацію отримували за допомогою мануального геокодування з вебсайту: <https://ukr.warspotting.net>.

Отже, в результаті проведених досліджень було встановлено:

1. *Фізична деградація* на супутникових знімках може ідентифікуватися протягом трьох місяців у разі короткочасного впливу. До неї належать військові польові дороги на сільськогосподарських полях. Ознаками такої деградації на сільськогосподарських полях є ниткоподібні лінії, які були відсутні до початку воєнних дій.

2. *Механічна деградація* на супутникових знімках має аномальні кольорові ознаки (округлі форми — кратери) або витягнуті й ламані аморфні структури на ґрунтовому покритті (траншеї особового складу, рови тощо). Для достовірної оцінки її слід проводити якомога раніше. За експертною оцінкою, це потрібно

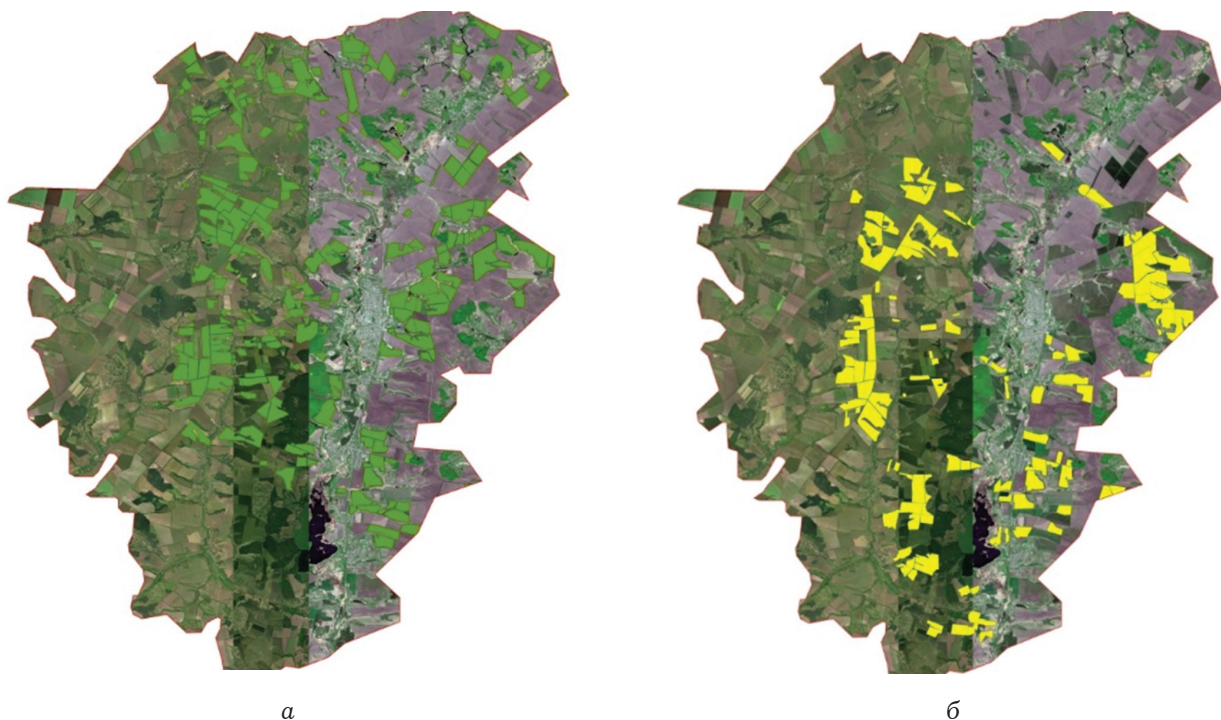


Рис. 6. Кількість посівів озимих у 2022 (а — зелений колір) та 2023 (б — жовтий колір) роках Золочівської громади Богодухівського району Харківської області

Джерело: розроблено авторами.

робити не пізніше ніж через пів року (6 місяців) після початку змін, інакше їх ідентифікація буде ускладнена через “маскування” останніх польовою рослинністю.

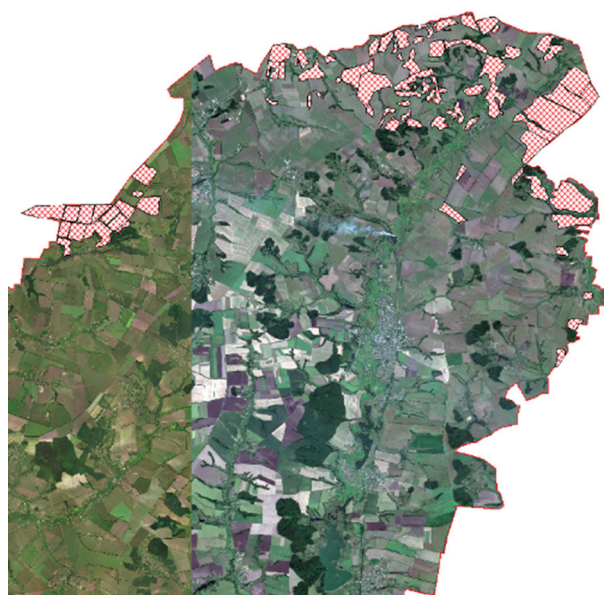


Рис. 7. Абіотичний вплив на території Богодухівської та Золочівської громад станом на вересень 2023 р.

Джерело: розроблено авторами.

3. *Абіотичний вплив* ідентифікується як різка зміна кольору рослин (решток рослин) до інтенсивного чорного на полі. Поступово абіотичний вплив змінює колір на світліший після розкладання залишків згоряння, тому ідентифікація може відбуватися від кількох тижнів до місяця від моменту впливу.

4. *Хімічний вплив* ідентифікується у разі потрапляння горіння техніки на супутникові дані, що має випадковий характер. Це супроводжується появою чорного та білого диму на знімку різкою зміною кольору останнього на чорний. Згідно з результатами лабораторних аналізів, він вважається найбільш суттєвим для ґрунтового покриття та токсичним [19]. Тривалість впливу досі не визначена.

За проведеним оверлейним аналізом різночасових супутникових знімків було створено картосхеми впливу воєнних дій на ґрунтовий покрив Богодухівського, Дергачівського, Харківського та Чугуївського районів Харківської області, зокрема втрати врожаю (рис. 6), абіотичний вплив (рис. 7) і хімічний вплив (рис. 8).

У результаті досліджень було систематизовано основні види впливу на ґрунтовий покрив об'єктів дослідження та підраховано за адміністративними районами Харківської області, зокрема для Чугуївського району (табл. 1).

Отримані дані свідчать про збільшення навантаження на ґрунтовий покрив об'єктів дослідження впродовж 2023 р. У 2024 р. до цього ще додалися морфологічні зміни практично на всій території Харківської області внаслідок початку побудови захисних споруд, ровів, бліндажів, РОП, ВОПів тощо. Тобто за останні два роки на території Харківської області відбувається зростання навантаження на ґрунтовий покрив, що підтверджується отриманими фактичними даними супутникових знімків. За ступенем впливу, безумовно, переважає саме хімічний вплив як найбільш тривалий у часі та токсичний для ґрунту.

Однією з екологічних проблем є погіршення стану вологозабезпеченості сільськогосподарських культур унаслідок зростаючої аридизації кліматичних умов на тлі аномально високих температур, що особливо спостерігається впродовж останніх років, зокрема в зоні Степу. У межах України ця зона охоплює південні та південно-східні області, які значно постраждали внаслідок збройної агресії Росії проти України. Надзвичайно гостро постало питання вологозабезпечення Херсонської, Дніпропетровської та Запорізької областей після підриву греблі Каховської ГЕС та подальшого висихання Каховського водосховища.

За даними Міністерства аграрної політики та продовольства України, через підри्व Каховської ГЕС було зупинено водопостачання 31 системи зрошення полів у Дніпропетровській, Херсонській і Запорізькій областях. Лише 13 зрошувальних систем функціонують на право-

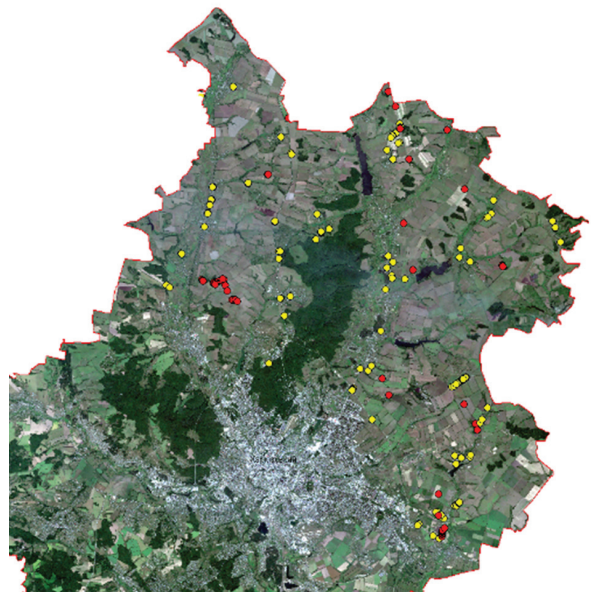


Рис. 8. Класифікація впливу уламків бронетехніки на ґрунтовий покрив Харківського району Харківської області станом на вересень 2023 р. (червоні кола — найбільший вплив, жовті кола — помірний вплив на ґрунтовий покрив)

Джерело: розроблено авторами.

му березі Дніпра. Унаслідок підриву ГЕС без води залишилося 94% зрошувальних систем у Херсонській, 74% — у Запорізькій і 30% — у Дніпропетровській областях. Руїнація Каховської ГЕС призвела до затоплень, пошкоджень і повної зупинки функціонування меліоративної

Таблиця 1

Систематизація різних видів впливу на ґрунтовий покрив деяких адміністративних районів Харківської області

Назва району	Назва об'єднаної територіальної громади	Хімічний вплив — кількість уламків техніки, одиниць	Абіотичний вплив — 2022/2023 р., площа, га	Втрати врожаю — 2022/2023, площа, га
Чугуївський	Вовчанська	42	4,68±0,37 / 6121,46±66,4	26518,59±48,32 / 0
	Старосалтівська	1	3,38±0,33 / 1195,1±131,9	6940±48,23 / 0
	Чугуївська	—	—	—
	Печенізька	10	—	7435±40,48 / 39,1
	Малинівська	—	242±0,26 / 242,5±26,5	4301,94±61,12
	Новопокровська	—	—	—
	Слобожанська	—	—	—
	Чкаловська	24	4,96±0,4 / 5354,3±77,4	11900±67,4 / 3029±80,1
	Усього	77	37,3±0,31 / 12913,5±83,1	138475±50,36 / 3068±79,31

Джерело: сформовано авторами за результатами власних досліджень.

інфраструктури в районах, прилеглих до Каховського водосховища.

Моніторинг процесів поширення кризових явищ та їхніх наслідків неможливо забезпечити лише традиційними наземними методами без отримання оперативної просторової інформації на регіональному та загальнодержавному рівнях. Сучасним інструментом для такого моніторингу й оцінювання є супутниковий інформаційний ресурс, за допомогою якого можна отримати інформацію щодо кліматичних показників, стану рослинності та показників деградації земель, у тому числі внаслідок воєнних дій.

Аналіз світового досвіду оцінки стану рослинного покриву методами ДЗЗ свідчить про можливість оперативно ідентифікувати та діагностувати посушливі явища й процеси опустелювання за супутниковими даними, зокрема, за спектральними вегетаційними індексами [20].

Наявність великої кількості даних із різних супутникових систем дозволяє отримувати інформацію про біосферні та кліматичні процеси практично на безперервній основі. Європейське космічне агентство створило зручну класифікацію наборів даних датчиків, доступних місії Copernicus, що визначаються за типом місії та просторовою роздільною здатністю.

Обґрунтовано, що найбільш оптимальним є поєднання систем низької та середньої роздільної здатності (радіометр AVHRR метеосупутників серії NOAA, багатозональний сканер MODIS супутника Terra, супутник Landsat) і систем високої роздільної здатності (SPOT,

RapidEye, Sentinel-2 та ін.), а також мікрохвильових датчиків, таких як Soil Moisture Active Passive (SMAP), Soil Moisture and Ocean Salinity (SMOS) та Sentinel-1, для здійснення оперативного агроекологічного моніторингу на різних просторових рівнях — як на великих площах, так і на локальному рівні.

Серед численних доступних індексів дослідження стану агоресурсів спираються переважно на 25 вегетаційних індексів. Визначено, що індикаторами стану вологозабезпечення рослинності є NDVI, NDWI та їх лінійна комбінація, а також індекс температурного режиму, оскільки зростання температури листя є одним із показників критичного вологовмісту рослин і передвісником початку посухи.

Було проведено апробацію використання супутникових індикаторів на пілотній території зони затоплення Каховської ГЕС та хронологічно порівняно стан агоресурсів до її руйнування — у серпні 2022 р. — і після — у серпні 2024 р. За радіолокаційними знімками Sentinel-1 спостерігається майже повне висихання Каховського водосховища, що призвело до погіршення стану агоресурсів, зокрема щодо вологозабезпечення. Порівняння супутникових знімків Sentinel-2 території Херсонської області за 22 серпня 2022 р. (до підриву Каховської ГЕС) і 23 серпня 2024 р. (після підриву) свідчить про значне поширення посушливих явищ (значення $NDMI < 0$) на території обраних районів Херсонської області, зокрема в межах Каховської зрошувальної системи та громад Костянтинівської, Любимівської та Тавричанської (рис. 9).

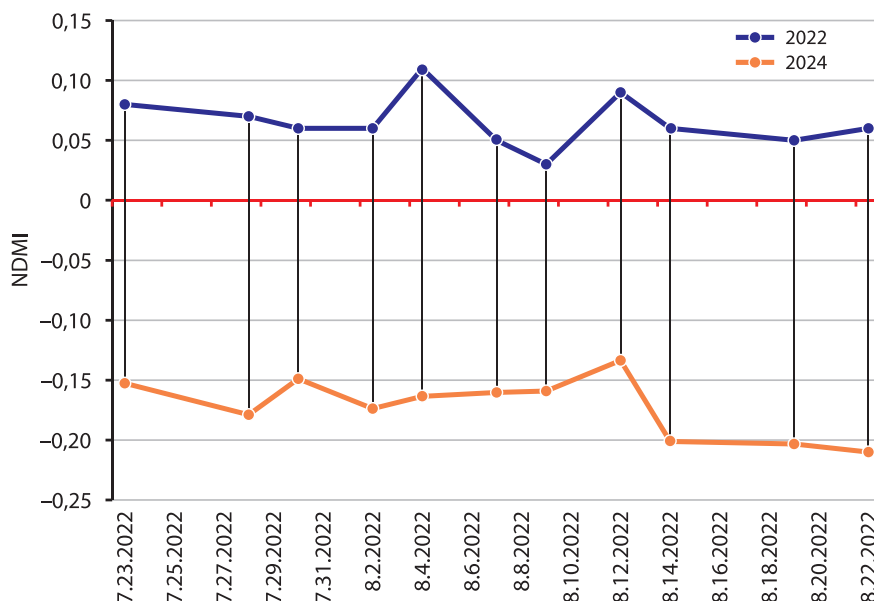


Рис. 9. Динаміка NDMI у серпні 2022 та 2024 рр.

Джерело: побудовано авторами за супутниковими даними Sentinel-2.

Руйнація Каховського водосховища і, як наслідок, системи зрошення призвела до погіршення стану рослинності, що спостерігається за індексом NDVI на території громад Костянтинівської, Любимівської та Тавричанської. Середнє значення за серпень 2022 р. становило 0,48, на противагу 0,24 — у серпні 2024 р.

Комбінований вплив кліматичних змін і воєнних дій на агроєкосистеми України спричиняє інтенсифікацію процесів деградації та опустелювання земель, а також виснаження ґрунтової родючості. Ці процеси набули глобального масштабу в усіх природно-кліматичних зонах протягом останніх десятиліть. Опустелювання як критична екологічна проблема впливає на життєдіяльність мільйонів людей у світовому масштабі. Конференція ООН щодо боротьби з опустелюванням (далі — КБО), проведена в 1977 році, заклала фундамент для систематичної протидії цим процесам через розробку комплексного плану дій. Пріоритетним завданням КБО визначено запобігання подальшому опустелюванню та деградації земель. Ключову роль у реалізації положень КБО відіграє моніторинг поширення цих процесів, зокрема із застосуванням супутникових даних, методологія використання яких зазнала значного розвитку протягом останніх трьох десятиліть [21].

Ефективне вирішення цих проблем на локальному та регіональному рівнях потребує отримання об'єктивної інформації щодо їхнього просторового поширення. Інформаційно-аналітичні вебресурси стають важливим інструментом підвищення обізнаності, стимулювання досліджень та розробки ефективних рішень. Функціональність таких ресурсів забезпечується раціонально структурованими базами даних (далі — БД), що оптимізують процеси зберігання, доступу та аналізу інформації про опустелювання.

На основі комплексного аналізу та систематизації світових і вітчизняних спеціалізованих інформаційних ресурсів було розроблено концепцію БД пілотної версії інформаційно-аналітичного вебсайту “Агрокосмос”. Концепція базується на таких фундаментальних наукових принципах:

- *інтеграція даних* (об'єднання розрізнених даних у цілісну систему);
- *цілісність даних* (забезпечення відповідності інформації реальному стану предметної сфери);
- *незалежність даних* (автономність прикладних програм від структури збережених даних);
- *мінімізація надлишковості* (унікальність кожного елемента в БД);
- *зв'язність* (відображення взаємозалежностей між об'єктами предметної сфери через систему логічних зв'язків).

Визначено типологію та специфікацію даних для наповнення БД вебсайту “Агрокосмос” щодо просторового поширення процесів опустелювання та посушливих явищ. Систематизовано джерела інформації, охоплюючи ресурси Конвенції ООН про боротьбу з опустелюванням, FAO, базу даних GLASOD про глобальний стан ґрунтів, супутникові дані NASA та ESA, програму Copernicus тощо.

Структура БД сформована з 40 основних сутностей, кожна з яких представлена відповідною таблицею з визначеними атрибутами (приклад наведено в табл. 2).

Таблиця 2

Сутність “Заходи”

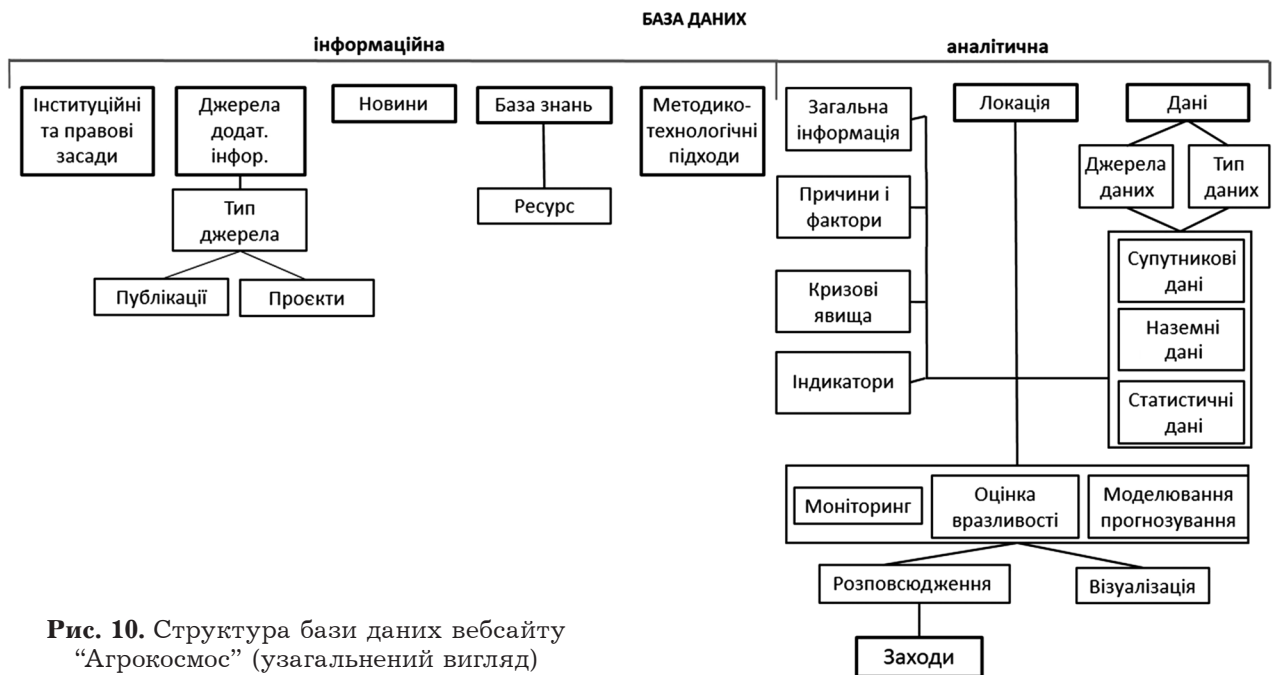
Назва поля	Формат даних
ID_заходу	int
Назва заходу	String text
Опис	Long string text
Рекомендації	Long string text
ID_типу заходу	int
Дата початку	Data
Дата закінчення	Data
ID_локації	int

Джерело: створено авторами.

Між сутностями встановлено систему логічних зв'язків. Узагальнену структуру бази даних візуалізовано на рис. 10.

Отже, розроблення та впровадження системи комплексного супутникового моніторингу забезпечує ефективне відстеження змін в агроєкосистемах України, враховуючи наслідки впливу кліматичних змін, воєнних дій і техногенних катастроф, що є критично важливим для оцінки стану земельних ресурсів та прийняття своєчасних управлінських рішень.

Сучасні зміни клімату є одним із найбільших викликів, з якими стикається людство. Метеорологічні зміни призводять до різких змін умов навколишнього середовища, що своєю чергою створює передумови для зміни природного біорізноманіття та придатності екосистем як середовища проживання видів. Ці зміни зачепили не тільки глобальну кліматологію, але й істотно вплинули на локальні агрометеорологічні умови низки територій, зокрема й України. Тому на сучасному етапі використання розроблених кілька десятиліть тому картограм географічного районування культурних і дикорослих рослин уже втратило наукову актуальність. Отже, перегляд сучасного агрокліматичного та агроєкологічного районування сільськогосподарських культур в Україні є нагальним питанням, над



вирішенням якого працюють фахівці різних наукових галузей: сільського господарства, екології, географії тощо. Існують різні методологічні підходи до агроекологічного районування територій. Утім, зважаючи на тенденції до цифрової трансформації науки та можливості сучасних інтегративних геоінформаційних систем і засобів супутникового моніторингу, актуальним є питання розробки методології оцінки агро-екологічного районування саме на основі даних аерокосмічної зйомки.

Крім того, важливою проблематикою сучасної аграрної науки є застосування даних супутникового моніторингу для автоматизованого розпізнавання сільськогосподарських культур і видів сільськогосподарських угідь для їх наступного картування та вивчення географічної компоненти структури посівних площ. Це є цінним інструментом економетричного аналізу стану АПК, прогнозування продуктивності сільськогосподарських угідь та забезпечення продовольчої безпеки, динаміки ринку продукції рослинництва, ефективності використання природних ресурсів (передусім земельних і водних) тощо. Потрібно не тільки розробити методологію та алгоритми такої класифікації, але й надати відповідний практичний інструментарій для ефективного використання розробок, тобто створити готовий програмний продукт, який дозволить застосувати теоретичні напрацювання на практиці.

В Інституті кліматично орієнтованого сільського господарства проаналізовано та об-

ґрунтовано можливості, особливості й методи використання даних дистанційного зондування Землі для проведення агроекологічного районування, класифікаційного аналізу та картування сільськогосподарських земель. Методами дискримінантного аналізу розроблено математичні моделі розпізнавання та класифікації основних сільськогосподарських культур України, а також модель ідентифікації зрошуваних і неpolивних земель. За аналізом внутрішньосезонної динаміки росту та розвитку основних стратегічних сільськогосподарських культур України, а саме кукурудзи на зерно, сої, соняшнику, пшениці, ячменю, ріпаку, люцерни, цукрових буряків і рису, було доведено можливість використання їх моделі NDVI для розпізнавання та картування посівів. Дослідження проводилося з використанням історичних даних NDVI, розрахованих на основі зведених безхмарних, вільних від атмосферних спотворень знімків супутників Landsat-8 і Sentinel-2 із просторовою роздільною здатністю 250 м. За річною внутрішньосезонною динамікою значень NDVI встановлено закономірності зміни індексу за фазами росту та розвитку досліджуваних культур (рис. 11) та визначено його придатність для їх ідентифікації та потенційного застосування в системах картування посівів. Було визначено, що велике значення для успішного розпізнавання пізніх ярих культур мають найпізніші етапи їх розвитку, а саме передзбиральний період (переважно етапи, які охоплюють період від початку стиглості до повної стиглості)

Супутниковий інформаційний ресурс — сучасний потенціал для вирішення екологічних проблем агросфери України

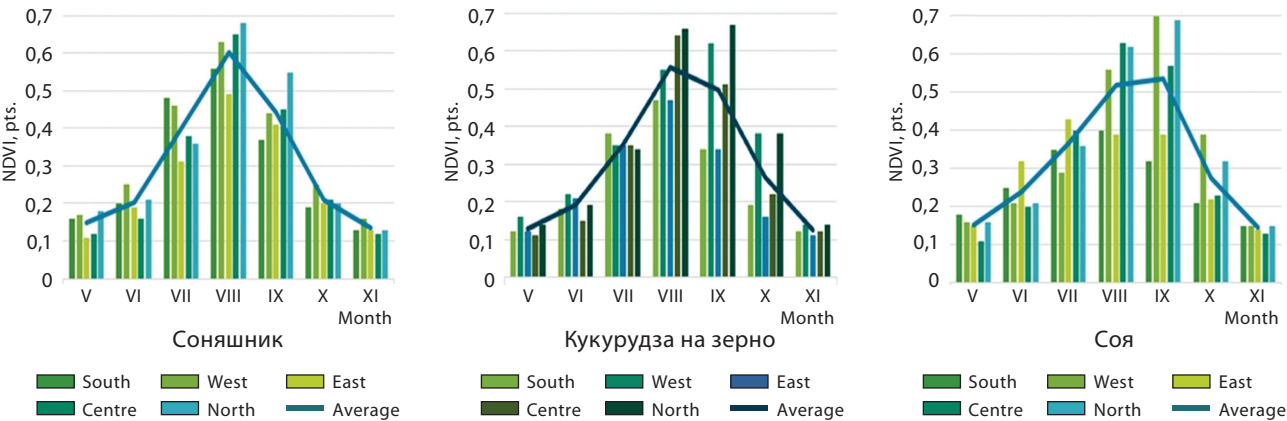


Рис. 11. Динаміка NDVI протягом вегетаційного періоду залежно від зони вирощування
Джерело: побудовано авторами за супутниковими даними.

[22–24]. Таким чином, серпневі значення NDVI є основним предиктором для автоматизованого розрізнення соняшнику, кукурудзи та сої, вирощуваних у неполивних умовах України.

За результатами виконання наукової роботи з розробки методології дистанційного розпізнавання посівів різних видів сільськогосподарських культур і меліорованих земель було розроблено програмний продукт — HTML-додаток Agroland Classifier для розпізнавання посівів сільськогосподарських культур і мелі-

орованих земель за сезонною динамікою величини супутникового нормалізованого диференційного вегетаційного індексу, який ґрунтується на комплексі алгоритмів машинного навчання, таких як дискримінантний лінійний аналіз і логістична регресія (парна та множинна). Dodatok Agroland Classifier, на який отримано авторське свідоцтво [25], наразі не має аналогів в Україні.

На основі даних аерокосмічної зйомки запропоновано інноваційну комплексну методо-



Величина АЕЗІ		Придатність сільськогосподарських земель для вирощування сільськогосподарських культур
	0–20%	Непридатні
	21–30%	Малопридатні (слабоокультурені землі)
	31–40%	Умовно придатні
	41–60%	Придатні
	61–75%	Оптимальні
	>75%	Ідеальні умови (сумнівність достовірності розрахунку)

Рис. 12. Картування придатності незрошуваних сільськогосподарських угідь зони Степу України для вирощування основних сільськогосподарських культур

Джерело: створено авторами.

логію агроекологічного районування територій із залученням розробленого індексу AEZI, виконано районування та картування зрошуваних і богарних сільськогосподарських земель зони Степу України за ступенем їх придатності до вирощування культурних рослин. Індекс агроекологічного районування (AEZI) — це ефективний інструмент оцінювання придатності сільськогосподарських угідь для вирощування різних культур на основі показників дистанційного зондування: NDVI, NDWI та NRI. Комплексний підхід до оцінки умов вирощування конкретної культури, що охоплює загальний стан рослинності (NDVI), водозабезпеченість (NDWI) та доступність азоту (NRI), забезпечує достовірне визначення придатності території. Це дозволяє приймати обґрунтовані рішення щодо політики використання сільськогосподарських угідь, структури орних земель і сівозмін [26]. За результатами науково-дослідної роботи розроблено методологію агроекологічного районування сільськогосподарських культур із застосуванням інтегративного комплексу супутникових індексів; запропоновано сучасне агроекологічне районування стратегічних сільськогосподарських культур у зоні Степу України на основі даних дистанційного зондування Землі; створено картограми та інформаційну базу даних із географічним компонентом щодо районування основних сільськогосподарських культур у зоні Степу України (див. рис. 12). Отримані відповідні результати розрахунків занесено в створену географічну базу даних Agroecological zoning of the steppe zone of Ukraine v.1.00, розроблену в середовищі Microsoft Access 365, яка може бути використана в науково-практичних цілях для встановлення оптимальних зон вирощування основних сільськогосподарських культур Півдня України [27].

Застосування даних аерокосмічного моніторингу відкриває нові можливості для дистанційної ідентифікації зрошуваних земель, що є важливим для оцінки реального масштабу впровадження зрошувальних меліорацій, контролю за станом зрошуваних сільськогосподарських угідь, їх географічної локалізації та прив'язки з метою наступного картування, а також оптимізації використання водних ресурсів.

ВИСНОВКИ

Застосування сучасних інформаційних технологій ДЗЗ/ГІС та глобального позиціонування є ефективним інструментом для оперативного супутникового моніторингу агроландшафтів, прогнозування впливу змін клімату та воєнних дій на агресурси та системи землекористування.

У результаті розробки наукового забезпечення супутникового моніторингу деградаційних процесів в агроландшафтах, виявлення екологічних ризиків і прогнозування продуктивності сільськогосподарських культур визначено та обґрунтовано супутникові системи й індикатори стану агресурсів для моніторингу негативних явищ, ризиків впливу змін клімату та воєнних дій на агроекосистеми, проведено систематизацію різних видів впливу воєнних дій на ґрунтовий покрив і встановлено відповідні ідентифікатори. Створено структуру бази даних інформаційно-аналітичного сайту “Агрокосмос” щодо просторового поширення процесів опустелювання та посушливих явищ, визначено типи даних, вимоги до них та джерела їх отримання. Розроблено методологію та алгоритми застосування даних дистанційного зондування Землі, програмне забезпечення для автоматизації розпізнавання сільськогосподарських культур і меліорованих земель за результатами математико-статистичної обробки вхідних даних супутникового моніторингу, а також методологію агроекологічного районування сільськогосподарських земель за ступенем їх придатності до вирощування різних за біологічними вимогами сільськогосподарських культур із використанням даних аерокосмічного моніторингу. Створено програмні продукти: мультиплатформний додаток Agroland Classifier та географічну базу даних Agroecological Zoning of the Steppe Zone of Ukraine, на які отримані свідоцтва про авторське право.

Отже, ефективне застосування даних аерокосмічного моніторингу в сучасній аграрній науці та практиці сприятиме поліпшенню раціонального використання агрокліматичного потенціалу України, стабільному виробництву якісної продукції рослинництва та забезпеченню продовольчої безпеки держави.

ЛІТЕРАТУРА

1. Стратегія формування та реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2035 року: схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30 травня 2024 р. № 483-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/483-2024-%D1%80#n16> (дата звернення: 10.09.2024).
2. Операційний план заходів з реалізації у 2024–2026 роках Стратегії формування та реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2035 року: затверджено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30 травня 2024 р. № 483-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/483-2024-%D1%80#n178> (дата звернення: 10.09.2024).
3. GEOS Platform — Data knowledge. *European Space Agency*. 26 Nov. 2019. URL: <https://earth.esa.int/eogateway/success-story/geos-platform-data-knowledge> (accessed: 13.01.2025).

4. About Copernicus. The Earth Observation component of the EU Space Programme. URL: <https://www.copernicus.eu/en/about-copernicus> (accessed: 13.01.2025).
5. Коломієць Л.П., Шевченко І.П., Повидало В.М., Терещенко О.М., Шквир І.М. Заходи з відновлення земель сільськогосподарського призначення порушених унаслідок воєнних дій. *Вісник аграрної науки*. 2023. № 10. С. 55–61. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202310-08>
6. Вплив війни росії проти України на стан українських ґрунтів. Результати аналізу / О. Голубцов, Л. Сорокіна, А. Сплодитель, С. Чумаченко. Київ: ГО “Центр екологічних ініціатив “Екодія””, 2023. 32 с.
7. Балюк С.А., Медведєв В.В., Воротинцева Л.І., Шимель В.В. Сучасні проблеми деградації ґрунтів і заходи щодо досягнення нейтрального її рівня. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 8. С. 5–11. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201708-01>
8. Стан і завдання забезпечення управління ґрунтовими ресурсами на етапі збройної агресії та післявоєнного відновлення: монографія; за ред. С.А. Балюка, А.В. Кучера. Київ: Аграрна наука, 2023. 168 с. DOI: <https://doi.org/10.31073/978-966-540-590-0>
9. Climate Indicators. The Copernicus Climate Change Service. URL: <https://climate.copernicus.eu/climate-indicators> (accessed: 13.02.2025).
10. Global Climate Observation System. URL: <https://gcos.wmo.int/en/home> (accessed: 13.01.2025).
11. Tarariko O.H., Cruse R.M., Iliencko T.V., Kuchma T.L., Kozlova A.O., Andereiev A.A., Yatsiuk, M.V., Velychko V.A. Impact of climate changes on aggroresources of Ukrainian Polissia based on geospatial data. *Agricultural Science and Practice*. 2024. Vol. 11. No. 2. P. 3–29. DOI: <https://doi.org/10.15407/agrisp11.02.003>
12. Про затвердження Порядку визначення шкоди та збитків завданих Україні внаслідок збройної агресії Російської Федерації: Постанова Кабінету Міністрів України від 20 березня 2022 року № 326. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/326-2022-%D0%BF#Text> (дата звернення: 10.09.2024).
13. Про затвердження Методики визначення розміру шкоди, завданої землі, ґрунтам внаслідок надзвичайних ситуацій та/або збройної агресії та бойових дій під час дії воєнного стану: Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 04.04.2022 року № 167. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0406-22#Text> (дата звернення: 10.09.2024).
14. Bennett M.M., Van Den Hoek J., Zhao B., Prishchepov A.V. Improving satellite monitoring of armed conflicts. *Earth's Future*. 2022. Vol. 10, Iss. 9. 2022.e2022EF002904. DOI: <https://doi.org/10.1029/2022EF002904>
15. Shumilova O., Tockner K., Sukhodolov A., Khilchevskiy V., De Meester L., Stepanenko S. et al. Impact of the Russia–Ukraine armed conflict on water resources and water infrastructure. *Nat. Sustain*. 2023. No. 6 (5). P. 578–586. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41893-023-01068-x>
16. Mhanna S., Halloran L.J., Zwahlen F., Asaad A.H., Brunner P., Using machine learning and remote sensing to track land use/land cover changes due to armed conflict. *Sci. Total Environ*. 2023. 898. 165600. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.165600>
17. Vasiliev D., Sherstiuk D. Military Operations as a Factor of Soil and Agricultural Environment Destruction in Ukraine. *Kobe Gacuin Economic Papers*. 2024. Vol. 56, No. 1–2. P. 63–72. URL: <https://cir.nii.ac.jp/crid/1520020076785439360> (accessed: 13.01.2025).
18. Солоха С.О., Коньшин Р.В., Дегтярьов В.В. Ідентифікатори впливу воєнних дій на ґрунтовий покрив за супутниковими даними. *Таврійський науковий вісник*. 2024. Вип. 137. С. 235–244. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.29>
19. Solokha M., Demyanyuk O., Symochko L., Mazur S., Vynokurova N., Sementsova K., Mariychuk R. Soil Degradation and Contamination Due to Armed Conflict in Ukraine. *Land*. 2024. Vol. 13, No. 10. 1614. DOI: <https://doi.org/10.3390/land13101614>
20. Shen X., Cao L., Yang B., Xu Z., Wang G. Estimation of Forest Structural Attributes Using Spectral Indices and Point Clouds from UAS-Based Multispectral and RGB Imageries. *Remote Sens*. 2019. Vol. 11, No. 7. 800. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs11070800>
21. Васильєв Д.П., Ільєнко Т.В. Моніторинг процесів опустелювання за супутниковими даними: досвід та перспективи. *Агроекологічний журнал*. 2024. № 3 С. 82–93. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2024.311183>
22. Лиховид П.В., Грановська Л.М. Класифікація зрошуваних і незрошуваних посівів пшениці озимої, кукурудзи, сої та соняшнику на основі даних аерокосмічного моніторингу. *Таврійський науковий вісник*. 2024. № 136 (2). С. 3–9. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.1>
23. Лиховид П.В. Нормалізований диференційний вегетаційний індекс як маркер ідентифікації озимих культур у системах автоматизованого картування посівів. *Аграрні інновації*. 2024. № 23. С. 98–104. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.23.14>
24. Lykhovyd P., Averchev O., Vozhehova R., Avercheva N., Bidnyna I., Kozyriev V., Shablia O., Marchenko T., Leliavska L., Haydash O., Hetman M., Piliarska O. Supervised machine learning in crop recognition through remote sensing: A case study for Ukrainian croplands. *Modern Phytomorphology*. 2024. Vol. 18. P. 183–187. DOI: [10.5281/zenodo.200121](https://doi.org/10.5281/zenodo.200121)
25. Комп'ютерна програма “Agroland Classifier”: Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 129162 від 20.08.2024 / П.В. Лиховид.
26. Lykhovyd P., Vozhehova R., Hranovska L., Bidnyna I., Shablia O., Kokoiko V., Koblai S., Solomonov R., Kulidzhanov E., Hnylytskyi Ye. Implementation of agroecological zoning index to map the suitability of agricultural lands of the Steppe zone of Ukraine for the cultivation of major crops. *Modern Phytomorphology*. 2024. Vol. 18. P. 41–46. DOI: [10.5281/zenodo.200121](https://doi.org/10.5281/zenodo.200121)
27. База даних “Agroecological Zoning of the Steppe Zone of Ukraine”: Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 127094 від 05.06.2024 / П.В. Лиховид.

SATELLITE INFORMATION RESOURCE — MODERN POTENTIAL FOR SOLVING ECOLOGICAL PROBLEMS OF UKRAINE'S AGROSPHERE

Tarariko O.

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of NAAS
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: tarariko@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5132-0157>

Demyanyuk O.

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Corresponding Member of NAAS
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: demolena@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4134-9853>

Iliencko T.

Candidate of Agricultural Sciences
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: tilienko@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5406-5449>

Solokha M.

Doctor of Agricultural Sciences, Senior Researcher
NSC "Institute of Soil Science and Agrochemistry named after O.N. Sokolovsky" of NAAS
(Kharkiv, Ukraine)
e-mail: solomax@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1860-0819>

Lykhovyd P.

Doctor of Agricultural Sciences, Senior Researcher
Institute of Climate-Smart Agriculture of NAAS (Odesa, Ukraine)
e-mail: pavel.likhovid@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0314-7644>

Agroecosystems of Ukraine are experiencing increased impact from climate change and military actions, leading to growing risks of land degradation, desertification, and soil depletion in all natural-climatic zones of the country. Under these conditions, the system of agroecological monitoring becomes crucial, with satellite observations being an integral component that provides both retrospective analysis and operational tracking of the spatial-temporal distribution of negative phenomena. This creates a foundation for improving information support for managing natural and production processes in agriculture and environmental management. The article, based on the report by Corresponding Member of NAAS O.S. Demyanyuk, presents research results conducted within the framework of the National Academy of Agrarian Sciences program "Agrocosmos" ("Satellite agroecological monitoring, agrosresource management, and forecasting the impact of climate change on agroecosystem productivity"), aimed at developing scientific and methodological support for using satellite monitoring data to solve environmental problems. Satellite indicators of climate change risks and military actions on agroecosystems have been substantiated and identified. Through retrospective analysis of these indicators' dynamics over a 40-year period, clear trends of climate change and their impact on agroecosystems in the eastern part of the Forest-Steppe were established, and these indicators were tested for monitoring negative phenomena in agricultural landscapes due to the destruction of the Kakhovka Hydroelectric Power Plant. Identifiers of military actions' impact on soil cover based on satellite information were established; corresponding map schemes were created using GIS with an assessment of the degree of impact on soil resources in Kharkiv region. To improve information support for agroecological monitoring, particularly regarding the problem of desertification and land degradation processes, the structure of a database for a corresponding information-analytical website has been developed. Based on published sources and conducted research, the high potential of aerospace monitoring data for agroecosystems has been proven for identification of agricultural crops, their classification and mapping, particularly using the vegetation index NDVI, as well as for performing modern dynamic agroecological zoning of agricultural lands according to their suitability for growing agricultural crops with different biological requirements using aerospace monitoring data.

Keywords: agroecosystem, remote sensing, database, climate change, military action impact identifiers, agroecological zoning, mapping.

REFERENCES

1. Strategy for the formation and implementation of state policy in the field of climate change for the period until 2035. (2024, May). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/483-2024-%D1%80#n16>
2. Operational plan of measures for the implementation in 2024-2026 of the Strategy for the formation and implementation of state policy in the field of climate change for the period until 2035. (2024, May). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/483-2024-%D1%80#n178>
3. GEOSS Platform Data Knowledge. (2019). Retrieved from <https://earth.esa.int/eogateway/success-story/geoss-platform-data-knowledge>

4. Copernicus Programme. (n.d.). Retrieved from <https://www.copernicus.eu/en/about-copernicus>
5. Kolomiets, L.P., Shevchenko, I.P., Povydal, V.M., Tereshchenko, O.M., & Shkvyr, I.M. (2023). Measures for the restoration of agricultural lands affected by military actions. *Bulletin of Agricultural Science*, 10, 55–65. doi: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202310-08>
6. Holubtsov, O., Sorokina, L., Splodytel, A., & Chumachenko, S. (2023). Impact of Russia's war against Ukraine on the state of Ukrainian soils. Analysis results. Kyiv: NGO 'Centre for Environmental Initiatives "Eco-diia"".
7. Baliuk, S.A., Medvediev, V.V., Vorotyntseva, L.I., & Shymel, V.V. (2017). Modern problems of soil degradation and measures to achieve its neutral level. *Bulletin of Agricultural Science*, 8, 5–11. doi: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201708-01>
8. Baliuk, S.A., & Kucher, A.V. (Eds.). (2023). Status and tasks of ensuring soil resource management at the stage of armed aggression and post-war recovery: monograph. Kyiv: Ahrarna nauka. doi: <https://doi.org/10.31073/978-966-540-590-0>
9. Climate Indicators. The Copernicus Climate Change Service. (n.d.). Retrieved from <https://climate.copernicus.eu/climate-indicators>
10. Global Climate Observing System. (n.d.). Retrieved from <https://gcos.wmo.int/en/home>
11. Tarariko, O.H., Cruse, R.M., Iliencko, T.V., Kuchma, T.L., Kozlova, A.O., Andereiev, A.A., Yatsiuk, M.V., & Velychko, V.A. (2024). Impact of climate changes on agrosources of Ukrainian Polissia based on geospatial data. *Agricultural Science and Practice*, 11 (2), 3–29. doi: <https://doi.org/10.15407/agrisp11.02.003>
12. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 326 "On approval of the Procedure for determining harm and damage caused to Ukraine as a result of armed aggression by the Russian Federation". (2022, March). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/326-2022-%D0%BF#Text>
13. Order of the Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine No. 167 "On approval of the Methodology for determining the amount of damage caused to land, soils as a result of emergencies and/or armed aggression and hostilities during martial law". (2022, April). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0406-22#Text>
14. Bennett, M.M., Van Den Hoek, J., Zhao, B., & Prishchepov, A.V. (2022). Improving satellite monitoring of armed conflicts. *Earth's Future*, 10 (9), e2022EF002904. doi: <https://doi.org/10.1029/2022EF002904>
15. Shumilova, O., Tockner, K., Sukhodolov, A., Khilchevskyi, V., De Meester, L., Stepanenko, S., et al. (2023). Impact of the Russia-Ukraine armed conflict on water resources and water infrastructure. *Nature Sustainability*, 6 (5), 578–586. doi: <https://doi.org/10.1038/s41893-023-01068-x>
16. Mhanna, S., Halloran, L.J., Zwahlen, F., Asaad, A.H., & Brunner, P. (2023). Using machine learning and remote sensing to track land use/land cover changes due to armed conflict. *Science of The Total Environment*, 898, 165600. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.165600>
17. Vasiliev, D., & Sherstiuk, D. (2024). Military Operations as a Factor of Soil and Agricultural Environment Destruction in Ukraine. *Kobe Gacuin Economic Papers*, 56 (1–2), 63–72. Retrieved from <https://cir.nii.ac.jp/crid/1520020076785439360>
18. Solokha, S.O., Konshyn, R.V., & Dehtiarov, V.V. (2024). Identifiers of the impact of military operations on soil cover according to satellite data. *Taurian Scientific Bulletin*, 137, 235–244. doi: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.29>
19. Solokha, M., Demyanyuk, O., Symochko, L., Mazur, S., Vynokurova, N., Sementsova, K., & Mariychuk, R. (2024). Soil Degradation and Contamination Due to Armed Conflict in Ukraine. *Land*, 13 (10), 1614. doi: <https://doi.org/10.3390/land13101614>
20. Shen, X., Cao, L., Yang, B., Xu, Z., & Wang, G. (2019). Estimation of Forest Structural Attributes Using Spectral Indices and Point Clouds from UAS-Based Multispectral and RGB Imageries. *Remote Sensing*, 11, 800. doi: <https://doi.org/10.3390/rs11070800>
21. Vasiliev, D.P., & Iliencko, T.V. (2024). Monitoring of desertification processes using satellite data: experience and prospects. *Agroecological Journal*, 3, 82–93. doi: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2024.311183>
22. Lykhovyd, P.V., & Hranovska, L.M. (2024). Classification of irrigated and non-irrigated crops of winter wheat, corn, soybeans and sunflower based on aerospace monitoring data. *Taurian Scientific Bulletin*, 136 (2), 3–9. doi: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.1>
23. Lykhovyd, P.V. (2024). Normalized difference vegetation index as a marker for identification of winter crops in automated crop mapping systems. *Agrarian Innovations*, 23, 98–104. doi: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.23.14>
24. Lykhovyd, P., Vozhehova, R., Bidnyna, I., Shablia, O., Averchev, O., Avercheva, N., Kozyriev, V., Marchenko, T., Leliavska, L., Haydash, O., Hetman, M., & Piliarska, O. (2024). Supervised machine learning in crop recognition through remote sensing: A case study for Ukrainian croplands. *Modern Phytomorphology*, 18, 183–187. doi: [10.5281/zenodo.200121](https://zenodo.200121) (10.5281/zenodo.2024-18-PDFNo.)
25. Lykhovyd, P.V. (2024). Computer program "Agroland Classifier". Certificate of copyright registration for the work No. 129162.
26. Lykhovyd, P., Vozhehova, R., Hranovska, L., Bidnyna, I., Shablia, O., Kokoiko, V., Koblai, S., Solomonov, R., Kulidzhanov, E., & Hnylytskyi, Ye. (2024). Implementation of agroecological zoning index to map the suitability of agricultural lands of the Steppe zone of Ukraine for the cultivation of major crops. *Modern Phytomorphology*, 18, 41–46. doi: [10.5281/zenodo.200121](https://zenodo.200121)
27. Lykhovyd, P.V. (2024). Database "Agroecological Zoning of the Steppe Zone of Ukraine". Certificate of copyright registration for the work No. 127094.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

ТАРАРІКО Олександр Григорович, доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН, лауреат Державної премії України, заслужений діяч науки і техніки України, головний науковий співробітник, Інститут агроєкології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна, 03143; e-mail: tarariko@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5132-0157>).

ДЕМ'ЯНЮК Олена Сергіївна, доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН, заступник директора з наукової роботи, Інститут агроєкології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна, 03143; e-mail: demolena@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4134-9853>).

ІЛЬЄНКО Тетяна Володимирівна, кандидат сільськогосподарських наук, завідувач лабораторії, Інститут агроєкології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна, 03143; e-mail: tilienko@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5406-5449>).

СОЛОХА Максим Олександрович, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, завідувач лабораторії, ННЦ "Інститут ґрунтознавства і агрохімії ім. О.Н. Соколовського" НААН (вул. Михайла Семенка, 4, м. Харків, Україна, 61024; e-mail: solomax@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1860-0819>).

ЛИХОВИД Павло Володимирович, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН (вул. Маяцька дорога, 24, смт Хлібодарське, Одеський район, Одеська область, Україна, 67667; e-mail: pavel.likhovid@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0314-7644>).

НОВИНИ

НОВИНИ

НОВИНИ • НОВИНИ • НОВИНИ

Більше 80% українських торфовищ вже осушені і продовжують осушуватись. Торфовища займають лише 3% усієї земної поверхні і при цьому утримують п'яту частину усього CO₂ на Землі. Вони утримують вдвічі більше CO₂, ніж усі ліси світу, площа яких у 10 разів більша, ніж площа торфовищ. Більше 80% українських торфовищ вже осушені і продовжують безконтрольно осушуватись. За приблизними оцінками — це 35 млн тонн вуглецю на рік, що робить Україну одним з лідерів Європи за обсягами викидів від осушених боліт. І, разом з тим, визначає великий потенціал України у боротьбі з кліматичною кризою. Обводнені торфовища — стратегічний природний щит України: торфовища створюють природну систему захисту України від кліматичних катастроф — посух та повеней, адже за принципом губки торфові болота накопичують надлишок води та віддають її річкам у засушливий період; обводнення торфовищ запобігає масштабним пожежам, які щорічно загрожують життю та здоров'ю українців; торфові болота є нирками річок — стан торфовищ визначає якість і наявність питної води на декілька поколінь.

Природоохоронні організації наполягають на необхідності розробити та ухвалити передбачену Земельним кодексом України Постанову «Про особливості правового режиму використання земель під торфовищами та можливі види їх цільового призначення».

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ ЕКОЛОГІЧНИХ ЛАНДШАФТНИХ ПРОСТОРІВ

Н.А. Зінчук

кандидат педагогічних наук, доцент

*Відкритий міжнародний університет розвитку людини “Україна” (м. Київ, Україна)
e-mail: znamail2020@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9888-0410>***В.О. Мовчан**

кандидат біологічних наук, доцент

*Відкритий міжнародний університет розвитку людини “Україна” (м. Київ, Україна)
e-mail: greendragoness16@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2063-2729>*

У статті сфокусовано увагу на використанні комп'ютерних технологій фахівцями у сфері екології та екологічного ландшафтного проектування територій. Доведено, що володіння різноманітними програмами дає змогу таким фахівцям ефективніше виконувати професійні завдання. Навички роботи з графічними редакторами відкривають перед екологами та ландшафтними дизайнерами широкі можливості для впровадження інновацій і створення екологічних проектів, що сприяє розвитку фахових компетентностей. Установлено, що розвиток цифрових навичок і вміння користуватися програмами є невід'ємною складовою сучасної освіти, яка забезпечує конкурентоздатність на ринку праці та сприяє особистісному й професійному зростанню. Доведено важливість володіння комп'ютерними програмами для фахівців з екодизайну, які створюють гармонійні та функціональні простори, покращують якість життя людей, враховують екологічні аспекти, сприяючи збереженню біорізноманіття та створенню зелених зон у містах; проєктують парки, сади та інші громадські простори, що сприяють відпочинку та соціалізації людей, створюють унікальні ландшафти, які відображають індивідуальність і стиль власників приватних ділянок. Досліджено, що програма Adobe Photoshop є одним із найпотужніших графічних редакторів для еколога та ландшафтного дизайнера, оскільки вона дозволяє створювати реалістичні візуалізації проєктів, що допомагає споживачам інформації краще зрозуміти концепцію. Встановлено, що за допомогою цієї програми можна редагувати фотографії ділянок, додаючи елементи ландшафтного дизайну, змінюючи кольори та текстури, а також створювати колажі. Photoshop дозволяє візуалізувати, як виглядатиме екологічний простір у різні пори року та в різний час доби, що допомагає замовникам зробити обґрунтований вибір. Крім того, за допомогою програми можна створювати детальні плани озеленення, макети для презентацій та портфоліо, а також додавати текстові пояснення та анотації до зображень. Усе це дозволяє екологу та ландшафтному дизайнеру створювати ефектні візуалізації, що вигідно виділяють їхні роботи серед конкурентів і допомагають залучити нових клієнтів.

Ключові слова: цифрові навички, графічний редактор, програма Adobe Photoshop, екологічний ландшафтний дизайн.

ВСТУП

У Законі України “Про охорону навколишнього природного середовища” є положення про представлення екологічної інформації в аудіо-візуальній формі [1]. Це може бути, зокрема, змодельована інформація про стан навколишнього природного середовища з використанням програмного забезпечення, в тому числі й графічних редакторів. Сучасні комп'ютерні програми дозволяють екологам та ландшафтним дизайнерам створювати детальні 3D-моделі ландшафтів, що допомагає візуалізувати проєкти та оцінити їхній вплив на довкілля. Використання програм для аналізу даних дає змогу

фахівцям обробляти великі обсяги інформації про стан екосистем, прогнозувати зміни та розробляти ефективні стратегії збереження природи. Програми для моделювання екосистем дозволяють досліджувати взаємозв'язки між різними компонентами природи та прогнозувати наслідки людської діяльності на довкілля. Тому вміння працювати з сучасними комп'ютерними програмами підвищує конкурентоздатність згаданих фахівців на ринку праці та дає їм змогу ефективніше вирішувати складні екологічні завдання.

Метою роботи є охарактеризувати можливості використання сучасного програмного

забезпечення для моделювання екологічних об'єктів.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Про необхідність використання сучасних комп'ютерних технологій фахівцями-екологами йдеться в багатьох вітчизняних і закордонних джерелах. Дослідники Ю. Пархоменко, О. Медведєва, Д. Богатирьов, В. Босько, О. Кислун [2], О. Рудь, Т. Січко [3], Л. Даценко, С. Тітова, М. Дубницька [4], В. Скиба, М. Ганчук, Е. Аюбова [5], М. Вокер [6], Л. Горошкова, Д. Маслов [7], А. Коваленко [8] вказують на необхідність оволодіння сучасними технологіями, адже “використання інформаційних технологій може значно покращити управління екологічними процесами та сприяти збереженню навколишнього середовища для майбутніх поколінь” [2], а також “інформаційні технології є інструментом для моніторингу, аналізу та управління екологічними процесами” [3]. У дослідженні О. Григорян наголошується на використанні сучасних інноваційних технологій, які “впливають на окремі чинники мікросередовища, що викликають зміни у всіх галузях” [9]. Загалом, інноваційні технології в екології дозволяють оперативно виявляти проблеми та вживати заходів для їх вирішення, а також сприяти формуванню екологічно стійкого середовища, а саме “забезпечувати збереження природних ресурсів, зменшення негативного впливу на довкілля та здоров'я людей, а також допомагатиме відновленню біорізноманіття та гарантуванню екологічно чистої продукції” [10, с. 25].

У контексті нашого дослідження концептуальними є розробки вітчизняних і закордонних авторів з екологічного моделювання просторів. У роботах П. Войтківа, Є. Іванова [11], Л. Лук'янової [12], О. Ракоїда, А. Клепка, В. Бондаря [13], Л. Янковської, Р. Яворівського, С. Сверстюк [14], О. Волошкіної [15], Т. Пасічник [16], В. Джеарі, Т. Дюерті, Е. Фултон [17], М. Коменда, Д. Шварца [18] наголошується, що метод моделювання в екологічних дослідженнях дозволяє прогнозувати зміни в екосистемах під впливом різних чинників, таких як кліматичні зміни або забруднення. Він допомагає зрозуміти складні взаємозв'язки між організмами та їхнім середовищем, що є важливим для розробки стратегій збереження природи. Завдяки моделюванню вчені можуть оцінювати ефективність природоохоронних заходів та ухвалювати обґрунтовані рішення для сталого розвитку.

Також є низка наукових досліджень із використання методу екологічного моделювання за допомогою комп'ютерних програм. Як зазначено в спільній монографії за ред. Н. Балик, де

науковці досліджували проблему комп'ютерного моделювання в екології, “моделі виступають як “спільна мова”, за допомогою якої може бути описано кожне унікальне явище, і відносні властивості таких явищ стають більш зрозумілими. Модель може служити зразком “ідеального об'єкту” або ідеальної поведінки, при порівнянні з якою можна оцінювати і вимірювати реальні об'єкти і процеси” [19, с. 75].

Про необхідність набуття навичок комп'ютерної графіки сучасними екологами йдеться в дослідженні В. Ковальчук і К. Близнюк, де компетенції, набуті в процесі вивчення “комп'ютерної графіки, дають широкі можливості для візуалізації потрібної інформації засобами графічного моделювання” [20, с. 14].

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження виконано у Відкритому міжнародному університеті розвитку людини “Україна” в межах набуття здобувачами освіти кваліфікаційного рівня “магістр” спеціальностей “Екологія” (освітньо-професійна програма “Конструктивна екологія та пермакультура”) та “Садово-паркове господарство” (освітньо-професійна програма “Терапевтичне садівництво”).

При написанні статті були використані методи системного аналізу, дані наукових досліджень останнього десятиріччя, вітчизняної та закордонної практики візуалізації даних екологічного моделювання, результати праксиметричного аналізу набуття важливих професійних навичок екологами й дизайнерами екологічних просторів.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Однією з програм, що надає можливість швидко створити реалістичні візуалізації та наочність екологічних ландшафтних проєктів, є програма Adobe Photoshop. Зазначимо насамперед, що це потужний графічний редактор, розроблений компанією Adobe Systems, випущений у 1990 році, і з тих часів він став стандартом у галузі обробки природних зображень, у тому числі на екологічну тематику.

Традиційно Photoshop використовується для редагування фотографій, створення графічного дизайну, вебдизайну та 3D-графіки, але може бути і швидким засобом візуалізації та аналізу зображень земної поверхні, рослинності та водних об'єктів, підвищуючи обізнаність громадськості про екологічні проблеми. Перевагами цієї програми є широкий набір інструментів, гнучкість у роботі та можливість створення складних композицій, зокрема бота-

нічних. Photoshop підтримує роботу з растровою графікою, що дозволяє детально редагувати зображення, має інструменти для ретушування, корекції кольору, створення колажів тощо. Екологи та ландшафтні дизайнери використовують Photoshop також для постобробки креслень і рендерів, створених в інших програмах.

За допомогою Photoshop можна редагувати фотографії природних територій, додаючи елементи ландшафтного дизайну. Це означає, що ландшафтний дизайнер може взяти фотографію порожньої ділянки та додати віртуальні дерева, кущі та квіти, щоб показати, як виглядатиме майбутній простір. Крім того, за допомогою Photoshop можна змінити текстуру покриття доріжок і майданчиків, додавши каміння, бруківку або гравій, щоб обрати найкращий варіант. Фахівець з екодизайну може додати віртуальний водний об'єкт або кам'янисту композицію на зображенні ділянки, щоб показати, як виглядатиме оновлене середовище. Також можна змінити освітлення на зображенні, щоб показати, як виглядатиме зелений простір у різні часи доби або за різного освітлення. І що дуже важливо — екодизайнер може створити колаж, об'єднавши фотографії різних елементів ландшафту, щоб продемонструвати загальну концепцію проєкту.

Наступне завдання, яке можна вирішити за допомогою програми Photoshop, — створення колажів, що демонструють концепцію проєкту. При цьому основні можливості програми стосуються:

- об'єднання зображень існуючого природного середовища із зображеннями майбутніх доданих елементів дизайну;
- демонстрації різних варіантів навколишнього середовища та розташування елементів ландшафту всередині функціональних зон;
- створення колажів, що показують, як виглядатиме зелений простір у різні пори року або в різний час доби, або як зміниться інсоляція після реалізації проєкту;
- демонстрації, як різні матеріали та текстури будуть виглядати в контексті конкретного ландшафтного простору.

Екологи разом із ландшафтними дизайнерами використовують Photoshop для створення детальних планів озеленення, додаючи на зображення конкретні види рослин, їхні пропорційні розміри та розташування в зонах саду. Програма дає змогу створювати плани з точним масштабом, що дозволяє візуалізувати реальні розміри середовища та елементів озеленення. На плани можна додавати умовні позначення та легенди, що полегшують розуміння екологічного проєкту. Основною перевагою є робота з шарами створеного файлу, що дозволяє ві-

дображати різні етапи озеленення або різні варіанти дизайну.

Фахівці також використовують навички роботи в програмі Photoshop для формування презентацій і власного портфоліо, а саме:

- створюють візуально привабливі слайди презентацій, демонструючи свої проєкти та концепції оновленого навколишнього середовища;
- здійснюють постобробку своїх креслень (ескізів), щоб створити професійне портфоліо, яке відображає їхні навички та стиль.

Можливості ретуші ландшафтних зображень — ще одна велика перевага зазначеної програми. Дизайнери можуть усувати недоліки з ботанічних зображень, такі як плями, пошкодження листя або гілок. Програма коригує кольори та тони фотографій рослин, щоб вони виглядали більш яскравими та привабливими, а також текстуру та освітлення фотографій матеріалів для більшої реалістичності. Потім із ретушованих ландшафтних зображень можна створити колаж рослин і матеріалів, щоб продемонструвати концепцію проєкту.

А ще в програмі є інструменти для додавання до фотографій природних ефектів, таких як туман, дощ або сніг. Наприклад, можна створити ефект туману, використовуючи фільтри розмиття та налаштування прозорості, щоб додати глибину та атмосферу зображенню. Також можна додати ефект дощу, використовуючи пензлі та фільтри, щоб створити краплі дощу та розмиття на поверхнях. Ці ефекти допомагають показати, як виглядатиме ландшафт за різних погодних умов, і дозволяють клієнтам краще уявити кінцевий результат.

Завдяки Photoshop можна легко змінювати фон та оточення ландшафту. Спочатку екодизайнер відкриває у Photoshop зображення або візуалізацію ділянки, яку потрібно змінити. Потім, за допомогою інструментів виділення, дизайнер відокремлює об'єкти ландшафту, які потрібно зберегти, від фону. Після цього фон видаляється або замінюється на інше зображення, яке відповідає концепції проєкту. Далі дизайнер може додати нові елементи оточення, такі як небо, дерева, гори або будівлі, використовуючи шари та інструменти трансформації. Наприкінці дизайнер корегує кольори, освітлення та тіні, щоб нове оточення гармонійно поєднувалося з оригінальним ландшафтом.

У ландшафтних зображеннях, як і в реальному світі, об'єкти на різній відстані від глядача виглядають по-різному: ближні — чіткі, а дальні — розмиті. Photoshop дозволяє імітувати цей ефект, застосовуючи розмиття до дальніх об'єктів і зберігаючи чіткість ближніх. Глибина різкості визначає, яка частина зображення залишається у фокусі, а яка розмивається. Змі-

нюючи глибину різкості у Photoshop, можна виділити певні елементи ландшафту, наприклад, квіти на передньому плані, і розмити фон. Завдяки цьому ландшафтне зображення набуває об'єму та реалістичності, створюючи враження, що глядач знаходиться в цьому місці.

ВИСНОВКИ

Отже, екологічний ландшафтний дизайн вимагає не лише творчого бачення, але й високого рівня візуалізації проєктів, що робить Photoshop незамінним інструментом для май-

бутніх фахівців. Навчання роботи з Photoshop дозволяє фахівцям освоїти техніки створення реалістичних візуалізацій, що підвищує їхню конкурентоспроможність на ринку праці та ефективно презентувати свої ідеї клієнтам, демонструючи детальні проєкти з урахуванням усіх нюансів. Включення Photoshop до навчальної програми в закладах освіти сприяє формуванню комплексних навичок, необхідних для успішної кар'єри в галузі екологічного ландшафтного дизайну, де візуалізація відіграє ключову роль.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 25.01.1991 № 1264-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text> (дата звернення: 25.01.2025).
2. Пархоменко Ю.М., Медведєва О.В., Богатирьов Д.В., Босько В.В., Кислун О.А. Використання інформаційних технологій в екології та процесах охорони навколишнього середовища. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. 2024. № 9 (40). С. 3–13. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9\(40\).1.3-13](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9(40).1.3-13)
3. Рудь О.С., Січко Т.В. Роль інформаційних технологій у вирішенні екологічних проблем. *Комп'ютерні технології обробки даних: матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції*. Вінниця, 2023. С. 156–158. URL: <https://jktod.donnu.edu.ua/article/view/16240/16136> (дата звернення: 25.01.2025).
4. Даценко Л., Тітова С., Дубницька М. Використання інформаційних технологій для захисту довкілля в Україні: проблеми та виклики. *Інформаційні технології у сфері захисту довкілля: матеріали IV Всеукр. наук.-практ. конф., м. Львів: Національний університет “Львівська політехніка”, 2024. С. 5–15. URL: http://elar.tsatu.edu.ua/bitstream/123456789/17797/1/konf_%20Lviv_2024_.pdf (дата звернення: 25.01.2025).*
5. Скиба В.П., Ганчук М.М., Аюбова Е.М. Інформаційні технології у сфері захисту довкілля: колективна монографія. Львів, 2024. 184 с.
6. Walker M. Digital ecology: how technology is changing the ecological and wildlife sciences. UK, Sheffield: Sicklebrook Publishing, 2025.
7. Горошкова Л., Маслов Д. Роль інформаційних технологій у дослідженні впливу війни на стан навколишнього середовища. *Актуальні проблеми формальної і неформальної освіти з моніторингу довкілля та заповідної справи: збірник тез доповідей III Міжнародної Інтернет-конференції (м. Харків, 26 квітня 2024 року)*. Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2024. С. 101.
8. Коваленко А. Проблеми використання інформаційних технологій для захисту довкілля в Україні. *Інформаційні технології та суспільство*. 2022. № 4 (6). С. 22–26. DOI: <https://doi.org/10.32689/maup.it.2022.4.3>
9. Григорян О.О. Сукупність елементів управління інноваційною діяльністю. *Агроекологічний журнал*. 2022. № 4. С. 53–65. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2022.273249>
10. Височанська М.Я., Зубченко В.В. Еколого-економічні основи збалансованості розвитку садівництва України. *Агроекологічний журнал*. 2023. № 3. С. 18–29. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2023.287760>
11. Войтків П., Іванов Є. Методи геоecологічних досліджень. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2022. 107 с.
12. Лук'янова Л. Основи екології. Методика екологізації фахових дисциплін. Київ: ТОВ “ДСК-Центр”, 2016. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/705655/1/%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BA%D0%B0.pdf> (дата звернення: 25.01.2025).
13. Ракоїд О.О., Клепко А.В., Бондарь В.І. Загальна екологія. Київ: НУБІП, 2023. URL: <https://www.tkfk.te.ua/wp-content/uploads/2024/02/%D0%A0%D0%BA%D0%BE%D1%97%D0%B4-%D0%9E.%D0%9E.%D0%97%D0%B0%D0%B3%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0-%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F.pdf> (дата звернення: 25.01.2025).
14. Янковська Л., Яворівський Р., Сверстюк С. Наукові підходи до моделювання екологічних систем і процесів. *Цифрова економіка як фактор інновацій та сталого розвитку суспільства: матеріали IV Міжн. наук.-практ. конф. (м. Тернопіль, 7–8 грудня 2023)*. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, 2023. С. 198–200. URL: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/44207/2/DEFISDS_2023_Yankovska_L-Scientific_approaches_198-200.pdf (дата звернення: 25.01.2025).
15. Волошкіна О.С. Методологія і методи наукових досліджень. Київ: КНУБА, 2013. 44 с.
16. Пасічник Т.В. Моделювання та прогнозування стану довкілля. Львів: “Магнолія 2006”, 2025. 200 с.
17. Geary W.L., Bode M., Doherty T.S., Fulton E.A. et al. A guide to ecosystem models and their environmental applications. *Nature Ecology & Evolution*. 2020. No. 4 (11). P. 1459–1471. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41559-020-01298-8>
18. Komenda M., Schwarz D. Visual Analytics in Environmental Research: A Survey on Challenges, Methods and Available Tools. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*. 2013. No. 413. P. 618–629. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-642-41151-9_58
19. Балик Н.Р. Вибрані питання комп'ютерного моделювання процесів і явищ. Тернопіль: Видавництво “Підручники і посібники”, 2022. 272 с.

20. Ковальчук В.В., Близнюк К.П. Використання інженерної і комп'ютерної графіки при підготовці фахівців з екології транспортної інфраструктури. *Екологічні науки*. 2023. № 1 (46). С. 12–15. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.1-46.2>

FEATURES OF THE USE OF COMPUTER TECHNOLOGIES IN MODELING ECOLOGICAL LANDSCAPE SPACES

Zinchuk N.

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor
Open International University of Human Development “Ukraine” (Kyiv, Ukraine)
e-mail: znamail2020@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9888-0410>

Movchan V.

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
Open International University of Human Development “Ukraine” (Kyiv, Ukraine)
e-mail: greendragoness16@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2063-2729>

The article focuses on the use of computer technologies by specialists in the field of ecology and ecological landscape design of territories. It has been proven that the possession of a variety of programs allows such specialists to perform professional tasks more effectively. The skills of using graphic editors open up wide opportunities for environmentalists and landscape designers to innovate and create environmental projects, which is important for the development of professional competencies. We have established that the development of digital skills and mastery of programs is also an integral part of modern education, which ensures competitiveness in the labor market and contributes to personal and professional growth. The importance of owning computer programs of ecodesign specialists who create harmonious and functional spaces, improve the quality of life of people, take into account environmental aspects, contributing to the conservation of biodiversity and the creation of green areas in cities has been proven; design parks, gardens and other public spaces that promote recreation and socialization of people, create unique landscapes that reflect the individuality and style of owners of private plots. It has been researched that Adobe Photoshop is one of the most powerful graphic editors for environmentalists and landscape designers, as it allows you to create realistic visualizations of projects, which helps consumers of information to better understand the concept. It has been established that with this application it is possible to edit photos of plots, adding landscaping elements, changing colors and textures, as well as creating collages. Photoshop allows you to visualize what an eco-friendly space will look like at different times of the year and at different times of the day, which helps customers make informed choices. In addition, you can use the program to create detailed landscaping plans, layouts for presentations and portfolios, as well as add text explanations and annotations to images. All this allows the environmentalist and landscape designer to create spectacular visualizations that favorably distinguish their work from competitors and help attract new customers.

Keywords: digital skills, graphic editor, Adobe Photoshop program, ecological landscape design.

REFERENCES

1. Law of Ukraine No. 1264-XII “On Environmental Protection”. (1991, June). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text>
2. Parkhomenko, Yu.M., Medvedeva, O.V., Bogatyryov, D.V., Bosko, V.V., & Kyslun, O.A. (2024). Using of information technologies in ecology and processes of environmental protection. *Central Ukrainian Scientific Bulletin. Technical Sciences*, 9 (40), 3–13. doi: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9\(40\).1.3-13](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9(40).1.3-13)
3. Rud, O.S., & Sichko, T.V. (2023). The role of information technology in solving environmental problems. In *Computer data processing technologies: Materials of the IV All-Ukrainian Scientific and Practical Conference* (pp. 156–158). Vinnytsia. Retrieved from <https://jktod.donnu.edu.ua/article/view/16240/16136>
4. Dacenko, L., Titova, S., & Dubnycka, M. (2024). The use of information technology for environmental protection in Ukraine: problems and challenges. In *Information technologies in the field of environmental protection: materials of the IV All-Ukrainian scientific and practical conference* (pp. 5–15). Lviv: Lviv Polytechnic National University. Retrieved from http://elar.tsatu.edu.ua/bitstream/123456789/17797/1/konf_%20Lviv_2024_.pdf
5. Skyba, V.P., Hanchuk, M.M., & Aiubova, E.M. (2024). Information technologies in the field of environmental protection: collective monograph. Lviv.
6. Walker, M. (2025). Digital ecology: How technology is changing the ecological and wildlife sciences. UK, Sheffield: Sicklebrook Publishing.
7. Horoshkova, L., & Maslov, D. (2024). The role of information technology in studying the impact of war on the environment. In *Actual problems of formal and non-formal education in environmental monitoring and conservation: collection of abstracts of the III International Internet Conference* (p. 101). Kharkiv: V.N. Karazin Kharkiv National University.
8. Kovalenko, A. (2022). Problems of using information technologies for environmental protection in Ukraine. *Information technology and society*, 4 (6), 22–26. doi: <https://doi.org/10.32689/maup.it.2022.4.3>

9. Hryhorian, O.O. (2022). A set of elements for managing innovation activities. *Agroecological journal*, 4, 53–65. doi: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2022.273249>
10. Vysochanska, M.Ya., & Zubchenko, V.V. (2023). Ecological and economic foundations of balanced development of horticulture in Ukraine. *Agroecological journal*, 3, 18–29. doi: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2023.287760>
11. Voitkiv, P., & Ivanov, Ye. (2022). Methods of geo-environmental research. Lviv: Ivan Franko National University of Lviv.
12. Lukianova, L. (2016). Fundamentals of ecology. Methods of greening professional disciplines. Kyiv: DSK-Centre LLC. Retrieved from <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/705655/1/%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BA%D0%B0.pdf>
13. Rakoid, O.O., Klepko, A.V., & Bondar, V.I. (2023). General ecology. Kyiv: NULES. Retrieved from <https://www.tkfk.te.ua/wp-content/uploads/2024/02/%D0%A0%D0%BA%D0%BE%D1%97%D0%B4-%D0%9E.%D0%9E.%D0%97%D0%B0%D0%B3%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0-%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F.pdf>
14. Yankovska, L., Yavorivskyi, R., & Sverstuik, S. (2023). Scientific approaches to modelling ecological systems and processes. In *Digital economy as a factor of innovation and sustainable development of society: materials of the IV International Scientific and Practical Conference* (pp. 198–200). Ternopil: Ternopil Ivan Puluj National Technical University. Retrieved from https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/44207/2/DEFISDS_2023_Yankovska_L-Scientific_approaches_198-200.pdf
15. Voloshkina, O.S. (2013). Methodology and methods of scientific research. Kyiv: KNUCA.
16. Pasichnyk, T.V. (2025). Modelling and forecasting of the state of the environment. Lviv: “Mahnoliia 2006”.
17. Geary, W.L., Bode, M., Doherty, T.S., Fulton, E.A., et al. (2020). A guide to ecosystem models and their environmental applications. *Nature Ecology & Evolution*, 4 (11), 1459–1471. doi: <https://doi.org/10.1038/s41559-020-01298-8>
18. Komenda, M., & Schwarz, D. (2013). Visual Analytics in Environmental Research: A Survey on Challenges, Methods and Available Tools. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 413, 618–629. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-642-41151-9_58
19. Balyk, N.R. (2022). Selected issues of computer modeling of processes and phenomena. Ternopil: Publishing house “Pidruchnyky i posibnyky”.
20. Kovalchuk, V.V., & Blyznuk, K.P. (2023). The use of engineering and computer graphics in the training of specialists in the ecology of transport infrastructure. *Environmental sciences*, 1 (46), 12–15. doi: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.1-46.2>

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

ЗІНЧУК Наталія Анатоліївна, кандидат педагогічних наук, доцент, Відкритий міжнародний університет розвитку людини “Україна” (вул. Львівська, 23, м. Київ, індекс 03115; e-mail: znamail2020@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9888-0410>).

МОВЧАН Валентина Олексіївна, кандидат біологічних наук, доцент, директор Інституту біомедичних технологій, Відкритий міжнародний університет розвитку людини “Україна” (вул. Львівська, 23, м. Київ, індекс 03115; e-mail: greendragoness16@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2063-2729>).

Новини

Новини

Новини • Новини • Новини

В Україні оновили довгострокову Стратегію низьковуглецевого розвитку до 2050 року. 11 грудня під час форуму “Україна на COP29: досягнення, виклики, перспективи” українській громадськості презентували основні елементи оновленої довгострокової Стратегії низьковуглецевого розвитку (CHBP, англ. — LT-LEDS) до 2050 року. Про це повідомили у Міністерстві захисту довкілля та природних ресурсів України. У відомстві розповіли, що така презентація раніше відбулася на 29-й Конференції ООН зі зміни клімату (COP29).

ТЕОРЕТИЧНІ ПІДХОДИ ДО СТИМУЛЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ РЕГІОНІВ

О.Я. Маліновська

кандидат економічних наук, доцент

Львівський національний університет імені Івана Франка (м. Львів, Україна)

e-mail: malinovska_o@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5820-3896>**Р.Я. Ватуляк**

студент

Львівський національний університет імені Івана Франка (м. Львів, Україна)

e-mail: vatuliako@gmail.com

У статті розглянуто теоретичні підходи до стимулювання економічного розвитку регіонів України. Проаналізовано сучасні економічні виклики, зокрема міжрегіональні диспропорції та нерівномірний розвиток, що перешкоджають стійкому економічному зростанню. Досліджено ключові механізми стимулювання, зокрема роль держави, децентралізації, інновацій та інфраструктурного розвитку. Особливу увагу приділено аналізу європейського досвіду стимулювання регіонального розвитку та можливостям його адаптації до українських умов. Зроблено висновки про важливість інтегрованого підходу до регіональної політики, що передбачає співпрацю держави, місцевих органів влади, бізнесу та громадськості для забезпечення сталого економічного зростання та вирівнювання регіональних диспропорцій. Важливим аспектом дослідження є врахування соціальних та екологічних чинників у процесі стимулювання економічного розвитку регіонів. Соціальна спрямованість регіональної політики має забезпечувати підвищення рівня життя населення, зменшення безробіття та доступність якісних соціальних послуг, що є ключовими умовами для залучення інвестицій та утримання трудових ресурсів. Екологічний аспект передбачає впровадження “зелених” технологій, раціональне використання природних ресурсів і мінімізацію негативного впливу на навколишнє середовище, що є невід’ємною частиною сталого розвитку. Отже, інтеграція соціальних та екологічних цілей у регіональну економічну політику дозволить забезпечити не лише економічне зростання, а й довгострокову стабільність і конкурентоспроможність регіонів України.

Ключові слова: децентралізація, інновації, інфраструктурний розвиток, механізми, міжрегіональні диспропорції, регіональна політика, державне регулювання.

ВСТУП

Стимулювання економічного розвитку регіонів України набуває особливої уваги в умовах сучасних економічних викликів, зокрема у зв’язку зі значними міжрегіональними диспропорціями, спричиненими різними рівнями економічної активності, інфраструктурної розвиненості та соціальних умов. Актуальність теми зумовлена необхідністю пошуку ефективних інструментів для стимулювання економічного зростання в регіонах, що дозволить підвищити рівень добробуту населення, забезпечити економічну стабільність і конкурентоспроможність регіонів як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках.

Проблема економічного розвитку регіонів України є однією з ключових у забезпеченні сталого розвитку країни. Її актуальність зумовлена низкою чинників, що потребують детального аналізу та пошуку ефективних рішень, зокрема:

- міжрегіональні диспропорції — Україна характеризується значними міжрегіональними диспропорціями, які проявляються на різних рівнях економічного розвитку, інфраструктурної забезпеченості та соціальних умов. Наприклад, розвинені регіони, такі як Київ, Львів чи Харків, мають високий рівень економічної активності, тоді як депресивні регіони (наприклад, деякі області на сході чи півдні) стикаються зі зниженим рівнем інвестицій, слабкою інфраструктурою та відтоком населення. Ці диспропорції обмежують потенціал економічного зростання країни загалом;
- необхідність підвищення конкурентоспроможності — умови глобалізації та інтеграції України у світову економіку вимагають підвищення конкурентоспроможності регіонів. Це охоплює розвиток інноваційних галузей, підтримку малого та середнього бізнесу, залучення іноземних інвестицій і формування сприятливого інвестиційного клімату. Без

ефективних механізмів стимулювання регіонального розвитку Україна ризикує залишитися на периферії глобальних економічних процесів;

- *соціальні аспекти* — економічне зростання регіонів безпосередньо впливає на рівень добробуту населення. Нестача робочих місць, низький рівень доходів і слабка соціальна інфраструктура призводять до міграції робочої сили, зокрема, за кордон, що поглиблює демографічну кризу. Стимулювання економічного розвитку регіонів дозволить створити нові робочі місця, підвищити доходи населення та покращити якість життя;
- *інфраструктурний розвиток* — однією з головних перешкод для економічного розвитку багатьох регіонів є недостатній рівень інфраструктурної розвиненості. Це стосується як транспортної інфраструктури (дороги, залізниці, порти), так і комунікаційних мереж (інтернет, енергетика). Інвестиції в інфраструктуру є ключовим чинником для залучення бізнесу та створення умов для економічного зростання;
- *державна політика та децентралізація* — процес децентралізації, який активно реалізується в Україні, створює передумови для більш ефективного управління регіональним розвитком. Надання більшої автономії місцевим органам влади дозволяє краще враховувати специфіку кожного регіону та розробляти цілеспрямовані програми підтримки. Однак для повноцінного використання потенціалу децентралізації необхідні чіткі механізми фінансування та координації зусиль на рівні держави;
- *інновації та цифрова економіка* — у сучасних умовах важливим чинником економічного розвитку є інновації та цифрова трансформація. Регіони, які зможуть інвестувати в нові технології, розвивати високотехнологічні галузі та забезпечувати цифрову інфраструктуру, матимуть конкурентні переваги. Це також дозволить залучати молодих фахівців і стимулювати підприємництво;
- *екологічний аспект* — економічний розвиток регіонів повинен враховувати екологічні виклики, зокрема, проблеми забруднення навколишнього середовища та нераціонального використання ресурсів. Впровадження “зелених” технологій і сталого розвитку є важливим елементом для забезпечення довгострокового економічного зростання.

Лише за таких умов можна досягти збалансованого розвитку регіонів, підвищити рівень добробуту населення та забезпечити економічну стабільність України в довгостроковій перспективі.

Метою дослідження є вивчення теоретичних підходів до стимулювання економічного розвитку регіонів України, аналіз наявних методів і механізмів державного регулювання, а також визначення перспективних напрямів розвитку регіональної політики в контексті сучасних економічних викликів.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Сучасні підходи до стимулювання економічного зростання територій вивчали багато вітчизняних науковців, зокрема, С. Біла, В. Гесць, М. Долішній, О. Шевченко, І. Сторонянська та інші. Проблеми формування ефективного організаційно-економічного механізму останнім часом широко висвітлювалися як у працях вітчизняних, так і зарубіжних учених, серед яких можна відзначити роботи Л. Гурвіця, Т. Гордієнко, Д. Дударева, С. Измалкова, Р. Майерсона, Н. Подопріхіна, К. Соніна.

Аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить, що проблематика стимулювання регіонального економічного розвитку розглядається як у європейській, так і в українській науковій літературі. Європейські вчені, такі як Ф. Ескер, В. Істуріс, А. Родрігес-Позе, звертають увагу на важливість розвитку інституційної спроможності регіонів, децентралізації та підтримки місцевих ініціатив для забезпечення сталого економічного зростання. Вони також підкреслюють роль інновацій та інтеграції в глобальні економічні процеси як ключових чинників розвитку.

Провідні вчені, зокрема, О. Амоша, В. Гесць, С. Коваленко та інші, досліджують проблеми диспропорційного розвитку регіонів у контексті інфраструктурної недостатності та соціально-економічної нерівності. Вони підкреслюють важливість державної підтримки в реалізації програм регіонального розвитку та необхідність адаптації європейського досвіду до українських реалій.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Методологічна та інформаційна основа статті ґрунтується на комплексному аналізі наукових праць вчених, які досліджують теоретичні підходи до стимулювання економічного розвитку регіонів, що дозволяє виокремити ключові концепції та моделі регіонального розвитку. Використання законодавчих актів України, охоплюючи зміни до законів, забезпечує розуміння нормативно-правової бази, яка регулює регіональну економічну політику. Інтернет-ресурси, зокрема, дані державних установ, аналітичні звіти та статистичні мате-

ріали, доповнюють дослідження актуальною інформацією, що дає змогу оцінити реальний стан регіонального розвитку та визначити ефективні інструменти його стимулювання. Такий підхід забезпечить наукову обґрунтованість та практичну значущість дослідження.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Перспективи соціально-економічного розвитку України визначаються реаліями сьогодення: економічною політикою держави, її нормативно-правовим забезпеченням, особливостями політичної ситуації, рівнем життя населення тощо. Розвиток регіональної економіки опосередковується тенденціями, пріоритетами та чинниками, що визначають стан національної економіки загалом. Для ефективного дослідження таких тенденцій і факторів необхідно розглянути ті історичні події та пріоритети соціально-економічної регіональної політики України, що формували й визначали сучасний стан вітчизняної регіональної економіки [1].

Соціально-економічний розвиток регіону — комплексний процес, що включає покращення економічних, соціальних, культурних, екологічних та інших умов життя населення на рівні окремого регіону. Він відображає зростання економічної активності, підвищення якості життя, вдосконалення інфраструктури та розвитку людського капіталу. Соціально-економічний розвиток охоплює всі аспекти життєдіяльності регіону, сприяючи сталому розвитку та підвищенню конкурентоспроможності на загальнонаціональному рівні [2; 3].

Економічне зростання — процес збільшення обсягів виробництва товарів і послуг в країні або регіоні за певний період часу. Це зростання характеризується підвищенням рівня національного доходу, продуктивності праці, інвестицій і зайнятості населення. Економічне зростання є одним із ключових чинників підвищення добробуту населення та розвитку економіки, сприяючи створенню нових робочих місць і покращенню рівня життя.

Стимулювання розвитку регіону — система цілеспрямованих способів і заходів, свідомі дії органів державної та місцевої влади, спрямовані на підвищення ефективності діяльності суб'єктів господарювання та поліпшення умов для економічного зростання. Стимулювання передбачає зовнішній вплив, що спричиняє дії, спрямовані на досягнення поставлених економічних і соціальних цілей. Це можуть бути як фінансові інструменти, такі як податкові пільги, субсидії та гранти, так і адміністративні заходи, наприклад спрощення регуляторних процедур або поліпшення інфраструктури.

Отже, для забезпечення ефективного стимулювання регіонального розвитку необхідно застосовувати різноманітні теоретичні підходи, що відповідають сучасним викликам і потребам України [4].

Першим підходом, що часто розглядається в науковій літературі, є неокласичний підхід до економічного розвитку. Він базується на принципах ринкової економіки, де основною рушійною силою розвитку є вільна конкуренція та ефективний розподіл ресурсів на ринку. У межах цього підходу стимулювання регіонального розвитку передбачає мінімальне втручання держави в економічні процеси та створення умов для розвитку підприємництва, інвестицій та інноваційної діяльності. Неокласичний підхід передбачає, що ринки здатні самі забезпечити оптимальний розподіл ресурсів і вирівнювання диспропорцій між регіонами завдяки мобільності праці, капіталу та технологій. Одним із головних інструментів стимулювання регіонального розвитку в межах цього підходу є створення інституційних умов для розвитку малого та середнього бізнесу, а також сприяння конкуренції між підприємствами.

Однак в умовах України цей підхід не завжди дає бажані результати. Регіони мають різний рівень економічного розвитку, інфраструктурної забезпеченості, демографічної структури та соціальних умов, що ускладнює реалізацію неокласичних моделей. Тому виникає необхідність більш активного втручання держави в економіку для подолання регіональних диспропорцій. Тут важливо звернутися до кейнсіанського підходу, який акцентує увагу на активній ролі держави в стимулюванні економічного розвитку через фінансові та монетарні інструменти. Цей підхід передбачає, що держава повинна виконувати роль регулятора, який забезпечує підтримку певних регіонів через інвестиції в інфраструктуру, освіту, охорону здоров'я та соціальні програми. Така політика особливо актуальна для депресивних регіонів, де ринок самостійно не здатний забезпечити стаке економічне зростання [5]. Підвищення ефективності публічної влади в Україні, зокрема, місцевого самоврядування, що є найбільш наближеним до людей у процесі надання найнеобхідніших послуг, сьогодні є одним із найважливіших завдань. Управлінська діяльність потребує розроблення методики, яка надаватиме конкретну й досконалу оцінку результатів. Це вимагає проведення досліджень показників, що можуть виступати мірилом ефективності роботи суб'єктів у системі місцевого самоврядування [6; 7].

Одним із важливих аспектів кейнсіанського підходу є використання механізмів дер-

жавних інвестицій і підтримки зайнятості для стимулювання попиту в економіці. В умовах України це може означати інвестування в розвиток інфраструктури на регіональному рівні, особливо в тих регіонах, які найбільше потребують модернізації транспортної, енергетичної та соціальної інфраструктури. Важливим інструментом підвищення конкурентоспроможності регіональних економік і сприяння інтеграції відсталих регіонів у загальнонаціональний ринок є інвестиції в освіту та професійну підготовку.

Ще одним важливим теоретичним підходом до стимулювання економічного розвитку регіонів є інституціональний підхід, який зосереджується на ролі інституцій та інституційних змін у розвитку регіональних економік. У межах цього підходу важливо створювати сприятливе інституційне середовище для розвитку бізнесу, залучення інвестицій і забезпечення правової стабільності. Інституційний підхід визнає, що для забезпечення ефективного економічного розвитку необхідно мати дієві правові механізми, які регулюватимуть взаємодію між підприємствами, державними органами та іншими суб'єктами економічної діяльності. В умовах України це може передбачати удосконалення законодавства, яке стосується регіонального розвитку, спрощення процедур отримання дозволів, а також забезпечення прозорості у сфері державних закупівель і підвищення ефективності державного управління.

Інституційний підхід також передбачає важливу роль місцевих органів влади в регіональному розвитку. Децентралізація, яка активно здійснюється в Україні, є одним з аспектів інституціональних змін, що сприяють регіональному розвитку. Передача повноважень на місцевий рівень дозволяє регіонам самостійно визначати пріоритети розвитку, залучати інвестиції, розвивати місцеві ресурси та ефективніше розподіляти фінансові ресурси. Це дає змогу створювати більш гнучкі та адаптовані до місцевих умов стратегії економічного розвитку, що сприяє вирівнюванню регіональних диспропорцій і забезпеченню стійкого економічного зростання [7].

Сучасні теоретичні підходи до стимулювання економічного розвитку регіонів також охоплюють ендегенні моделі розвитку, що зосереджуються на використанні внутрішніх ресурсів регіонів для забезпечення стійкого зростання. Ендегенний підхід базується на припущенні, що кожен регіон має унікальні ресурси, такі як природні багатства, людський капітал, інноваційний потенціал або культурна спадщина, які можуть бути використані для стимулювання економічного зростання. Це може охо-

плювати розвиток аграрного сектору, туризму, IT-індустрії, науково-дослідної діяльності або інших секторів, що мають потенціал для розвитку в конкретному регіоні. Важливим аспектом цього підходу є підтримка місцевих підприємств, розвиток кластерів, створення інноваційних центрів і технопарків, що дозволяє підвищити конкурентоспроможність регіональних економік і забезпечити їх інтеграцію в глобальні ринки [8].

Регіональні політики в межах ендегенного підходу можуть охоплювати розвиток соціальної інфраструктури, що сприяє підвищенню якості життя населення та залученню молодих фахівців до регіонів. Забезпечення доступу до якісної освіти, медицини та культурних послуг сприяє закріпленню людського капіталу в регіонах і стимулює економічний розвиток. Важливим є розвиток сучасних транспортних мереж, логістичних центрів і зв'язку, що дозволяє регіонам краще інтегруватися у внутрішній і зовнішній ринки.

Ще одним важливим теоретичним підходом до стимулювання регіонального розвитку є теорія сталого розвитку, яка акцентує увагу на досягненні балансу між економічними, соціальними та екологічними аспектами розвитку. У контексті регіонального розвитку це вимагає врахування екологічних чинників при розробленні стратегії розвитку, зокрема, захисту природних ресурсів, зменшення впливу промислових підприємств на довкілля, розвитку екологічно чистих технологій і використання відновлюваних джерел енергії. Теорія сталого розвитку передбачає, що економічне зростання регіонів повинно поєднуватися з екологічною безпекою та соціальною справедливістю. Для України, де проблема екологічного забруднення є особливо гострою, цей підхід є надзвичайно актуальним [9; 10].

Екологічно спрямовані стратегії розвитку можуть охоплювати розвиток альтернативної енергетики, зокрема вітрової, сонячної та гідроенергетики, що дозволить зменшити залежність від викопних видів палива та покращити екологічну ситуацію. Крім того, важливим напрямом є розвиток "зеленої" економіки, що включає створення нових робочих місць у сферах екологічно чистого виробництва, переробки відходів, охорони навколишнього середовища та ландшафтного планування.

ВИСНОВКИ

Отже, теоретичні підходи до стимулювання економічного розвитку регіонів України охоплюють різноманітні моделі та стратегії, що поєднують як ринкові механізми, так і активну роль держави та місцевих органів вла-

ди. Ефективна регіональна політика повинна враховувати інституційні, соціальні, екологічні та економічні чинники, а також спиратися на внутрішні ресурси регіонів для забезпечення стійкого зростання. Також розглянуто теоретичні підходи, які демонструють, що ефективне стимулювання економічного зростання регіонів залежить від поєднання ринкових механізмів та активної участі держави й місцевих органів влади. Роль держави полягає не лише у форму-

ванні сприятливого інституційного середовища, а й у прямій підтримці інновацій, інвестицій та інфраструктурного розвитку регіонів.

Отже, стимулювання економічного розвитку регіонів України вимагає інтегрованих дій із боку держави, місцевих органів влади, бізнесу та громадськості, що сприятиме як вирішенню регіональних диспропорцій, так і загальному зростанню добробуту населення та підвищенню якості життя.

ЛІТЕРАТУРА

1. Назарова М.І. Стимули соціально-економічного розвитку регіону. *Економіка і держава*. 2011. № 11. С. 88–90. URL: http://www.economy.in.ua/pdf/11_2011/25.pdf (дата звернення: 14.12.2024).
2. Коломийчук В.С. та ін. Стратегічні засади соціально-економічного розвитку регіону. (Методологія, методи, практика). Ін-т регіон. дослідж., Терноп. обл. держ. адмін. Т.: Укрмедкнига, 2002. 277 с.
3. Кизим М.О., Белікова Н.В., Беккер М.Л. Науково-методичне забезпечення вирішення проблемних ситуацій в регіонах України. *Проблеми економіки*. 2021. № 2. С. 70–85. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2021-2-70-85>
4. Лизун М.В. Розвиток процесів регіональної економічної інтеграції: валютний аспект. *Галицький економічний вісник*. 2016. № 1 (50). С. 155–163. URL: <https://galicianvisnyk.tntu.edu.ua/pdf/50/97.pdf> (дата звернення: 20.12.2024).
5. Інституційні фактори стійкого розвитку регіональних соціально-економічних систем: монографія / В.П. Решетило, Г.В. Стадник, І.А. Островський та ін.; за заг. ред. В.П. Решетило; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. Х.: ХНАМГ, 2013. 241 с.
6. Пуцентейло П.Р., Завитій О.П. Особливості формування стратегії управління економічним розвитком регіону. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. Економічні науки*. 2017. Випуск 27. С. 298–308. URL: <https://bit.ly/4iw0zgJ> (дата звернення: 14.12.2024).
7. Маліновська О.Я., Ревуцький А.І. Теоретичні основи ефективності функціонування органів місцевого самоврядування. *Збалансоване природокористування*. 2022. № 3. С. 70–77. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.3.2022.266561>
8. Лукеря Т. Що зараз відбувається з державною політикою відновлення громад і які питання треба врахувати. Портал “Децентралізація”. 2023. URL: <https://decentralization.ua/news/17127> (дата звернення: 12.10.2023).
9. Гриценко А.А. Економіка України на шляху до інклюзивного розвитку. *Економіка і прогнозування*. 2016. № 2. С. 9–23. DOI: <https://doi.org/10.15407/eip2016.02.007>
10. Гонта О. Проблеми диспропорційності економічного зростання національного господарства України та її окремих регіонів. *Проблеми і перспективи економіки та управління*. 2018. № 2. С. 57–63. DOI: [https://doi.org/10.25140/2411-5215-2018-2\(14\)-57-63](https://doi.org/10.25140/2411-5215-2018-2(14)-57-63)

THEORETICAL APPROACHES TO STIMULATING REGIONAL ECONOMIC DEVELOPMENT

Malinovska O.

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
Ivan Franko National University of Lviv (Lviv, Ukraine)
e-mail: malinovska_o@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5820-3896>

Vatuliak R.

Student
Ivan Franko National University of Lviv (Lviv, Ukraine)
e-mail: vatuliako@gmail.com

The article considers theoretical approaches to stimulating the economic development of the regions of Ukraine. Modern economic challenges are analyzed, in particular interregional disparities and uneven development, which hinder sustainable economic growth. Key mechanisms of stimulation are studied, in particular the role of the state, decentralization, innovation and infrastructure development. Particular attention is paid to the analysis of the European experience of stimulating regional development and the possibilities of its adaptation to Ukrainian conditions. Conclusions are drawn about the importance of an integrated approach to regional policy, which involves cooperation between the state, local authorities, business and the public to ensure sustainable economic growth and equalization of regional disparities. An important aspect of the study is the consideration of social and environmental factors in the process of stimulating the economic development of regions. The social orientation of regional policy should ensure an increase in the standard of living of the population, a decrease in unemployment and the availability of quality social services, which are key conditions for attracting invest-

ment and retaining labor resources. The environmental aspect involves the introduction of green technologies, rational use of natural resources and minimization of negative impact on the environment, which is an integral part of sustainable development. Thus, the integration of social and environmental goals into regional economic policy will ensure not only economic growth, but also long-term stability and competitiveness of the regions of Ukraine.

Keywords: decentralization, innovation, infrastructure development, mechanisms, interregional disparities, regional policy, state regulation.

REFERENCES

1. Nazarova, M.I. (2011). Incentives for the socio-economic development of the region. *Economy and the state*, 11, 88–90. Retrieved from http://www.economy.in.ua/pdf/11_2011/25.pdf
2. Kolomyichuk, V.S., et al. (2002). Strategic principles of socio-economic development of the region. (Methodology, methods, practice). Institute of Regional Studies, Ternopil Regional State Administration. T.: Ukrmedknyha.
3. Kyzym, M.O., Bielikova, N.V., & Bekker, M.L. (2021). Scientific and methodological support for solving problem situations in the regions of Ukraine (on the Example of the Kharkiv Region). *Problems of the economy*, 2, 70–85. doi: <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2021-2-70-85>
4. Lyzun, M.V. (2016). Development of regional economic integration: monetary aspect. *Galician Economic Bulletin*, 1 (50), 155–163. Retrieved from <https://galicianvisnyk.tntu.edu.ua/pdf/50/97.pdf>
5. Reshetylo, V.P. (Ed.), Stadnyk, H.V., Ostrovskiy, I.A., et al. (2023). Institutional factors of sustainable development of regional socio-economic systems: monograph. Kharkiv: KhNAUE.
6. Putsenteilo, P.R., & Zavytii, O.P. (2017). Peculiarities of the formation of a strategy for managing economic development in the region. *Podolsk Bulletin: Agriculture, Technology, Economics. Economic Sciences*, 27, 298–308. Retrieved from <https://bit.ly/4iw0zgJ>
7. Malinovska, O.Ya., & Revutskiy, A.I. (2022). Theoretical basics of the efficiency of the functioning of local government bodies. *Balanced nature using*, 3, 70–77. doi: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.3.2022.266561>
8. Lukeria, T. (2023). What is happening now with the state policy of community recovery and what issues need to be considered? Decentralization Portal. Retrieved from <https://decentralization.ua/news/17127>
9. Hrytsenko, A.A. (2016). Ukraine's economy on the road to inclusive development. *Economics and forecasting*, 2, 9–23. doi: <https://doi.org/10.15407/eip2016.02.007>
10. Honta, O. (2018). Problems of disporporation of economic growth of the national economy of Ukraine and its regions. *Problems and prospects of economics and management*, 2, 57–63. doi: [https://doi.org/10.25140/2411-5215-2018-2\(14\)-57-63](https://doi.org/10.25140/2411-5215-2018-2(14)-57-63)

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

МАЛІНОВСЬКА Ольга Ярославівна, кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри публічного адміністрування та управління бізнесом, Львівський національний університет імені Івана Франка (вул. Миколи Коперника, 3, м. Львів, Україна, 79000; e-mail: malinovska_o@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5820-3896>).

ВАТУЛЯК Роман Ярославович, студент, Львівський національний університет імені Івана Франка (вул. Миколи Коперника, 3, м. Львів, Україна, 79000; e-mail: vatuliako@gmail.com).

РОЗПОДІЛ І ДИНАМІКА ПЛОЩ ОСЕРЕДКІВ ВСИХАННЯ СОСНОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ ЗА ЛІСОТАКСАЦІЙНИМИ ПОКАЗНИКАМИ В ЛІСАХ ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА “ДРЕВЛЯНСЬКИЙ”

В.В. Мартиненко

доктор філософії з екології

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

e-mail: martinenko.vasil@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2526-6732>

У статті наведено результати розподілу та динаміки змін площ осередків всихання соснових деревостанів у Древлянському природному заповіднику за 2017–2024 рр. на основі супутникових даних. У 2017 році загальна площа осередків становила 553,54 га, а до 2024 року вона збільшилася на 431,22 га (на 77,90%), досягнувши 984,76 га. Серед природоохоронних науково-дослідних відділень (далі — ПНДВ) найбільшу площу займає Народицьке, де площа сухостійних дерев збільшилася на 250,82 га (на 92,64%) — з 270,76 га (48,91%) до 521,58 га (52,97%). Через пожежу 2020 року в Мотіїківському ПНДВ площа осередків зменшилася на 73,85 га (на 61,38%) — з 120,31 га (21,73%) до 46,46 га (4,72%), оскільки вогонь майже повністю знищив територію відділення. За походженням деревостану найбільшу площу осередків займають насадження природного походження, де за 2017–2024 рр. площа збільшилася на 178,76 га, або на 56,80% — з 314,17 до 492,63 га, що становить 50,03% від загальної площі осередків. Значну площу займають чисті соснові деревостани (частка участі сосни становить 10 одиниць), де за досліджуваний період площа збільшилася з 440,99 га (79,67%) до 613,25 га (62,27%). Серед класів бонітету найбільшу площу займає І клас, збільшившись із 209,51 га (37,85%) до 429,33 га (43,60%). На процес всихання впливає повнотність деревостанів. Так, у деревостанах із повнотою 0,80 площа всихання збільшилася на 164,54 га, або на 72,20% — з 227,89 до 392,43 га. За віковою структурою найбільшу площу займають середньовікові деревостани, де за досліджуваний період площа збільшилася з 454,27 га (82,07%) до 751,30 га (76,29%). У межах цієї вікової групи найбільшу площу займають деревостани IX класу віку (з 125,17 га, або 22,61%, до 224,79 га, або 22,82%). За площами осередків всихання при розподілі за типологічною структурою найбільшу площу займає свіжий дубово-сосновий субір (В2–дС), де за 2017–2024 рр. площа збільшилася на 171,20 га (на 86,60%) — з 197,70 до 368,90 га. На початку процесу всихання соснових деревостанів найбільшу площу займав свіжий бір (А2–С) — 260,40 га (47,04%), який збільшився до 336,80 га, або на 34,20%. На таку значну зміну площ вплинула пожежа 2020 року, внаслідок якої сухостійні ділянки в умовах А2–С зазнали найбільших пошкоджень. Перспективи майбутніх досліджень полягають у моніторингу фітосанітарного стану лісів, зокрема соснових деревостанів, з метою вивчення змін площ осередків всихання для планування біотехнічних заходів, спрямованих на покращення екологічної ситуації в регіоні дослідження.

Ключові слова: ураженість, фітосанітарний стан, моніторинг лісів, фітопатологічний процес, біотехнічні заходи.

ВСТУП

Процес погіршення санітарного стану лісів в Україні є серйозною проблемою, оскільки збільшується ризик виникнення лісових пожеж та ускладнюється їх гасіння, погіршується якість деревини, що призводить до зменшення прибутків лісгосподарських підприємств. В експлуатаційних лісах ця проблема вирішується шляхом проведення санітарних заходів, чого не можна сказати про ліси природно-заповідного фонду, зокрема в природних заповідниках, де будь-які лісгосподарські заходи заборонені (ст. 16 ЗУ “Про ПЗФ України”) [1].

Природний заповідник “Древлянський” розташований у північно-східній частині Жито-

мирської області на площі 30 872,84 га [2], з яких 16 823,0 га займають лісові екосистеми [3].

У 2017 році на території лісових екосистем природного заповідника “Древлянський” були зафіксовані перші ознаки погіршення фітосанітарного стану лісів. За результатами польових досліджень та аналітичних розрахунків було встановлено, що головною причиною всихання стало заселення ослаблених дерев сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) ентомологічним шкідником — верхівковим короїдом (*Ips acuminatus*) [4].

Об’єкт дослідження — соснові деревостани природного заповідника “Древлянський”. Предмет дослідження — фітосанітарний стан соснових деревостанів природного заповідника

“Древлянський”. *Завдання* — дослідити фітосанітарний стан соснових деревостанів, встановити площі осередків всихання за роками дослідження та розподілити площі за основними лісотаксаційними показниками деревостанів. *Наукова новизна* — уперше на території лісових екосистем природного заповідника “Древлянський” було проведено моніторинг фітосанітарного стану соснових деревостанів з одночасним розподілом площ осередків всихання за лісотаксаційними показниками. *Практична значущість* — матеріали дослідження можуть бути використані під час розробки наступного проекту організації, створення менеджмент-плану щодо мінімізації поширення лісових пожеж і для продовження моніторингу екологічного стану довкілля в наступні роки.

Мета дослідження — оцінити фітосанітарний стан соснових деревостанів природного заповідника “Древлянський” і встановити динаміку змін площ осередків всихання за роками та таксаційними показниками.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Проблемі погіршення санітарного стану соснових деревостанів у лісах України присвячено багато досліджень провідних учених, серед яких Н.В. Пузріна [5], В.В. Мороз [6], І.О. Одукалець [7], А.М. Жежжун [8], В.П. Пастернак [9], О.В. Жуковський [10], В.Ю. Юхновський [11], В.О. Бородавка [12], Р.М. Прокопчук [13]. Вивчення цієї тематики проводилося за допомогою ГІС-технологій [14; 15].

Моніторинг санітарного стану соснових лісів у природному заповіднику “Древлянський” за допомогою дистанційного зондування Землі був розпочатий у 2020 році, коли В.П. Ландін разом зі співавторами здійснили оцінку санітарного стану соснових деревостанів ДП “Народицьке СЛП” [16], частина земель якого була передана під охорону заповідника.

Окрім вивчення санітарного стану соснових деревостанів, у наукових виданнях України опубліковано багато праць провідних фахівців, присвячених всиханню інших видів деревних порід у лісах України, а також статей, що висвітлюють питання захворювань та описують шкодочинних комах, що спричиняють погіршення санітарного стану дерев шляхом їх всихання.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Оптимальним методом для виявлення всіх осередків всихання соснових деревостанів є дистанційне зондування Землі [17]. За допомогою супутникових знімків Sentinel-2 наприкінці вересня — у жовтні кожного року дослідження,

коли завершується період вильоту верхівкового короїда, здійснювали визначення місць осередків всихання соснових деревостанів. Після визначення місць та обробки супутникових знімків за допомогою програмного забезпечення QGIS проводилася прив'язка супутникових знімків до квартальної сітки заповідника з одночасним оцифрування осередків всихання, визначенням площі та внесенням таксаційних показників виділу, де спостерігалось погіршення фітосанітарного стану.

Матеріалами для встановлення лісотаксаційних показників деревостанів, де відбувався процес всихання, слугували таксаційні описи лісництв ДП “Народицьке СЛП”, квартали яких наразі входять до територіальної структури природного заповідника “Древлянський”.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Процес всихання соснових деревостанів став ще однією складовою погіршення екологічного стану території природного заповідника “Древлянський”. У 2017 році загальна площа осередків всихання становила 553,54 га, а до 2024 року збільшилася до 984,76 га. Тобто за 2017–2024 рр. площа зросла на 431,22 га, або на 43,78%. Однак між 2019 та 2020 роками площа всихання зменшилася на 1,86 га (рис. 1). Це зниження площі всихання було зумовлене масштабною лісовою пожежею 2020 року, під час якої було знищено понад 6,0 тис. га лісів, зокрема 150 га осередків всихання 2017–2019 рр. Проте в 2020 році утворилося 150 га нових сухостійних ділянок.

Зміна площ осередків всихання в природоохоронних науково-дослідних відділеннях заповідника відбувалася по-різному. Найбільшими темпами всихання характеризуються Базарське ПНДВ, де за період дослідження площа всихання збільшилася на 182,77 га, або на 177,53% (з 102,95 до 285,72 га), а також Розсохівське ПНДВ — на 71,47 га, або на 120,07% (з 59,52 до 130,99 га). Дещо повільніше всихання відбувалося в Народицькому ПНДВ, де площа збільшилася на 250,82 га, або на 92,63%. У Мотіївському ПНДВ, попри інтенсивне збільшення площ осередків, за аналогічний період дослідження було зафіксовано зменшення площі на 73,85 га, або на 158,95% (з 120,31 до 46,46 га). Однак за 2017–2019 та 2020–2024 роки площа всихання збільшувалася на 74,75 та 1,86 га, або на 61,95 та 4,10%, відповідно (рис. 2). Як видно, після пожежі інтенсивність всихання в ПНДВ знизилася через майже повне знищення лісу вогнем під час пожежі 2020 року [18].

Загалом площа осередків всихання соснових деревостанів у заповіднику становить

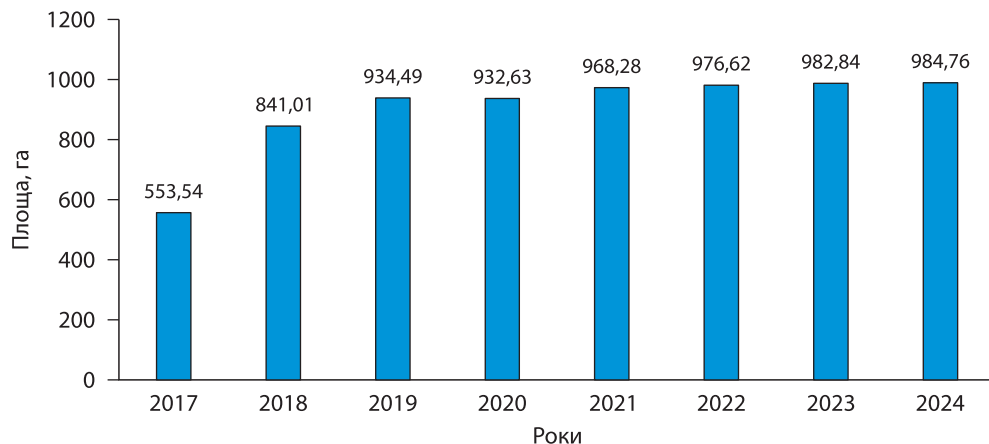


Рис. 1. Динаміка змін площ осередків всихання соснових деревостанів за 2017–2024 рр.

Джерело: розроблено автором на основі власних досліджень.

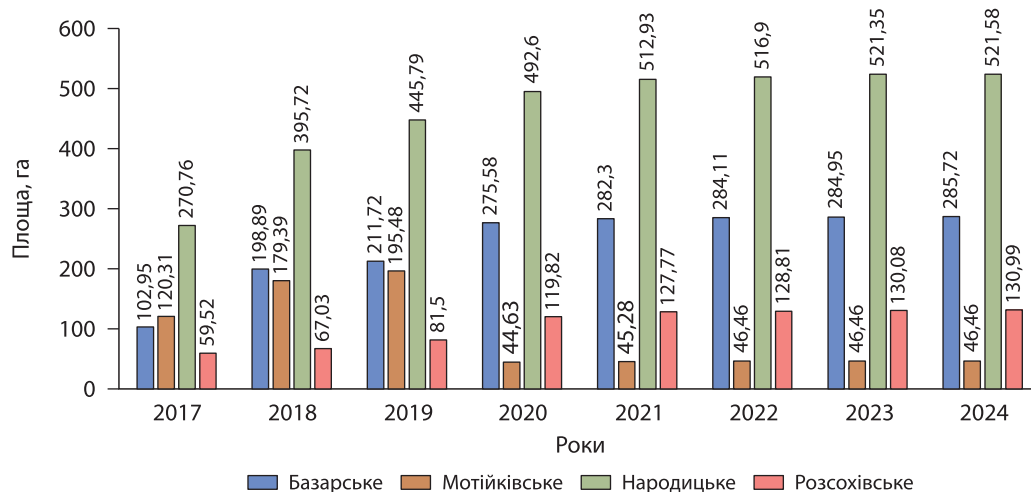


Рис. 2. Розподіл площ осередків всихання соснових деревостанів за ПНДВ, 2017–2024 рр.

Джерело: розроблено автором на основі власних досліджень.

не більше 6,5%, якщо не враховувати наслідки пожеж, і 10% — з урахуванням площ лісів, які постраждали від пожежі.

Різним розподілом площ осередків всихання характеризуються соснові деревостани за походженням. У 2017 році площа деревостанів штучного походження становила 239,38 га (43,24%), а природного — 314,17 га (56,76%). У 2019 році ці площі збільшилися на 184,83 га, або на 77,21%, та на 196,11 га, або на 62,42%, відповідно. Після пожежі та наприкінці льоту ентомологічних шкідників площа всихання в деревостанах штучного походження становила 469,05 га, або 50,29%, а природного — 463,58 га, або 49,71%. У 2024 році ці площі збільшилися на 23,08 та 29,05 га відповідно — до 492,13 га (49,97%) у деревостанах штучного походження

та до 492,63 га (50,03%) у деревостанах природного походження (рис. 3). Отже, за результатами розподілу площ осередків всихання деревостани штучного та природного походження є рівнозначними за процесами погіршення фітосанітарного стану [19].

Не менш важливим показником збільшення площ осередків всихання є кількість певної породи в складі деревостану. Згідно з розподілом за кількістю сосни в складі деревостану можна зробити висновок, що найбільшими площами осередків представлені чисті деревостани, площа осередків яких за 2017–2024 роки збільшилася на 172,26 га, або на 39,06% — з 440,99 до 613,25 га). Однак у 2019 році, до пожежі, їхня площа становила 635,84 га. Навіть попри велику пожежу, під час якої було знищено великі

Розподіл і динаміка площ осередків всихання соснових деревостанів за лісотаксаційними показниками в лісах природного заповідника "Древлянський"

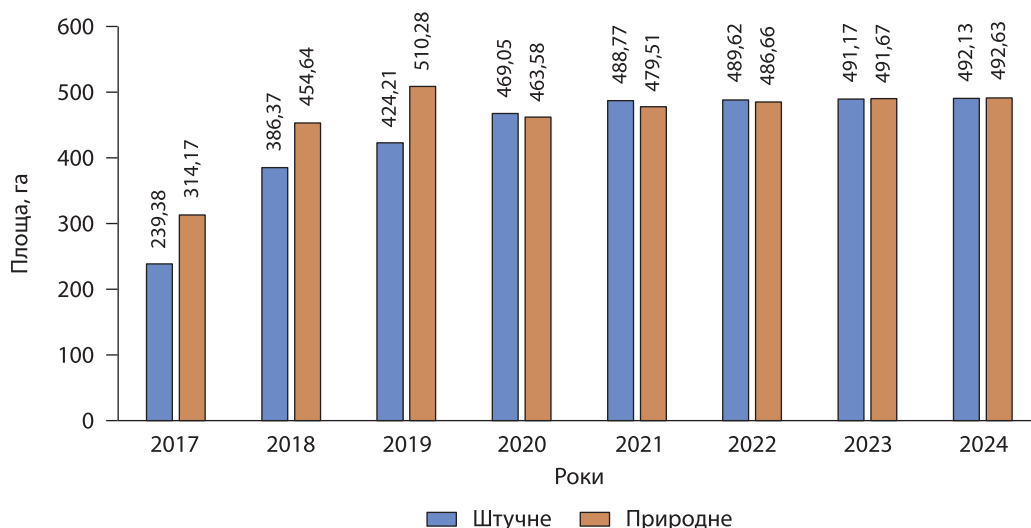


Рис. 3. Розподіл площ осередків всихання деревостанів за походженням, 2017–2024 рр.

Джерело: розроблено автором на основі власних досліджень.

площі сухостійних дерев, деревостани з часткою сосни 8 та 9 одиниць за роки дослідження збільшували площу осередків всихання. З 2017 до 2024 року ці деревостани збільшили площі осередків всихання на 61,22 та 38,01 га, або на 183,78 та 117,15%, відповідно — з 31,33 до 94,53 га з часткою участі 8 одиниць і з 32,35 до 70,36 га з часткою участі 9 одиниць (рис. 4).

Збільшення площ у цих деревостанах відбулося через те, що вони, як і чисті, є найбільш сприятливими для розмноження шкідників. Зменшення площ унаслідок пожежі 2020 року не сталося через незначні площі та мозаїчність розташування на території лісу в заповіднику.

За даними загального розподілу класів бонітету за основними лісотвірними породами

встановлено, що II та I класи бонітету є переважними в соснових деревостанах [3]. Найбільшими площами осередків всихання за бонітетом характеризуються саме деревостани II класу. З 2017 до 2019 року площа осередків збільшилася на 185,00 га — з 209,51 га, або 37,84%, до 397,51 га, або 42,55%. Унаслідок пожежі та всихання у вегетаційний період 2020 року площа зменшилася до 350,89 га (37,87%) і поступово збільшувалася до 366,53 га (37,22%) у 2024 році. Без суттєвих змін, але зі значними темпами збільшення площі осередків, також представлені деревостани I класу бонітету. Так, за 2017–2024 роки площа осередків збільшилася на 219,82 га, або на 104,92% — з 209,51 га, або 37,85%, до 429,33 га, або 43,60%. Окрім I

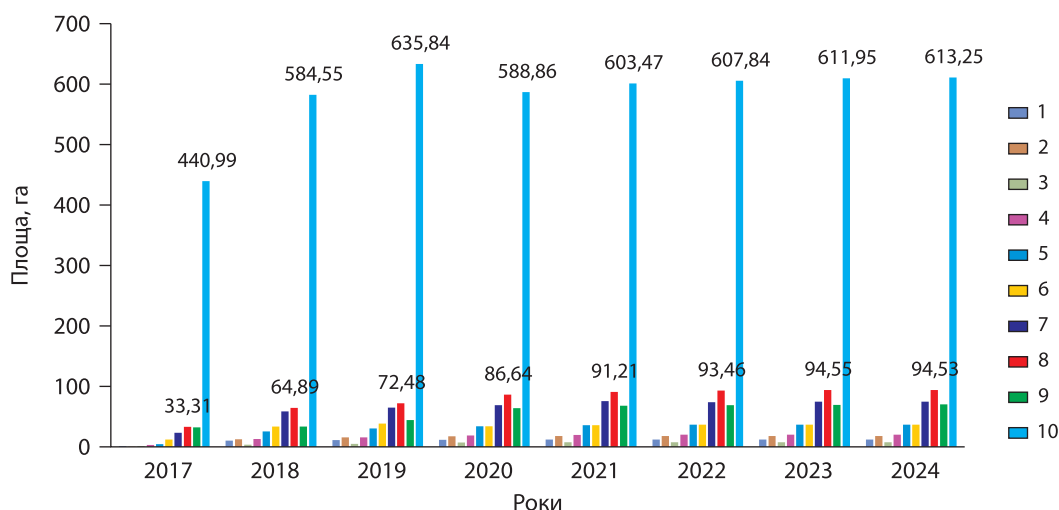


Рис. 4. Розподіл площ осередків всихання деревостанів за часткою участі сосни в складі, 2017–2024 рр.

Джерело: розроблено автором на основі власних досліджень.

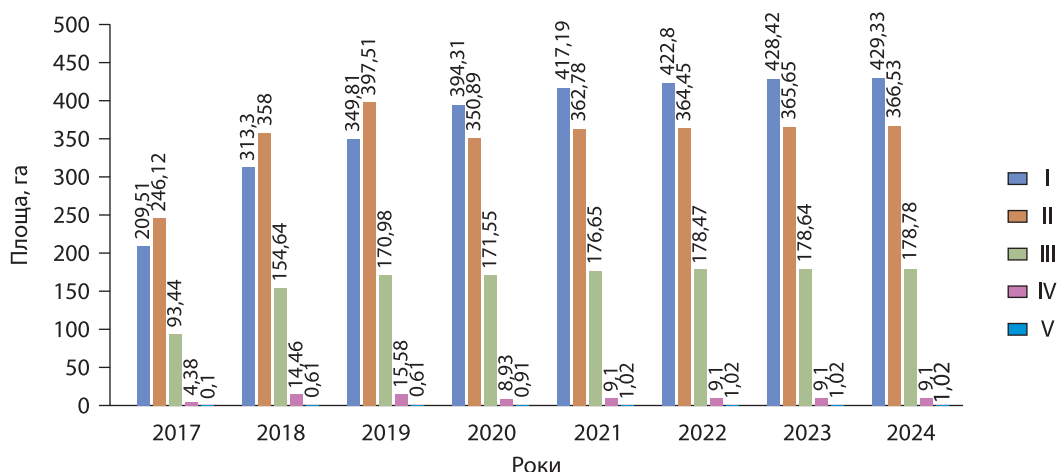


Рис. 5. Розподіл площ осередків всихання деревостанів за бонітетом, 2017–2024 рр.

Джерело: розроблено автором на основі власних досліджень.

та II класів, значними площами осередків представлені деревостани III класу. У 2017–2024 роках площа всихання збільшилася з 94,44 га (16,88%) до 178,78 га (18,15%), тобто на 85,34 га, або на 91,33%. Деревостани IV та V класів бонітету займають незначні площі (рис. 5).

Згідно з методикою оцінювання придатності хвойних деревостанів до ступеня загрози поширення хвоєгризучих шкідників, деревостани з повнотою 0,7–0,9 є найбільш сприятливими для заселення комахами [19]. Найбільшими площами осередків всихання характеризуються деревостани з повнотою 0,8, площа яких за 2017–2024 роки збільшилася на 164,54 га, або на 72,20% — з 227,89 га, або 41,16%, до 392,43 га, або 39,85%. Найбільшими темпами зміни площ осередків всихання представлені деревостани з

повнотою 0,7, де з 2017 до 2024 року площа суходійних деревостанів збільшилася на 115,66 га, або на 108,99% — з 106,12 га, або 19,17%, до 221,78 га, або 22,52%. Також значними площами осередків представлені деревостани з повнотою 0,9, де з 2017 до 2024 року загальна площа всихання збільшилася на 99,68 га, або на 77,45% — з 158,69 га, або 28,66%, до 258,37 га, або 26,24% (рис. 6).

Закономірний розподіл площ осередків всихання соснових деревостанів також можна охарактеризувати за віковими групами та класами віку. Найбільшими площами осередків представлена пристигаюча група [20], яка в заповіднику займає понад 70% усієї території [3]. У 2017 році загальна площа середньовікових деревостанів становила 454,27 га, або 82,07%,

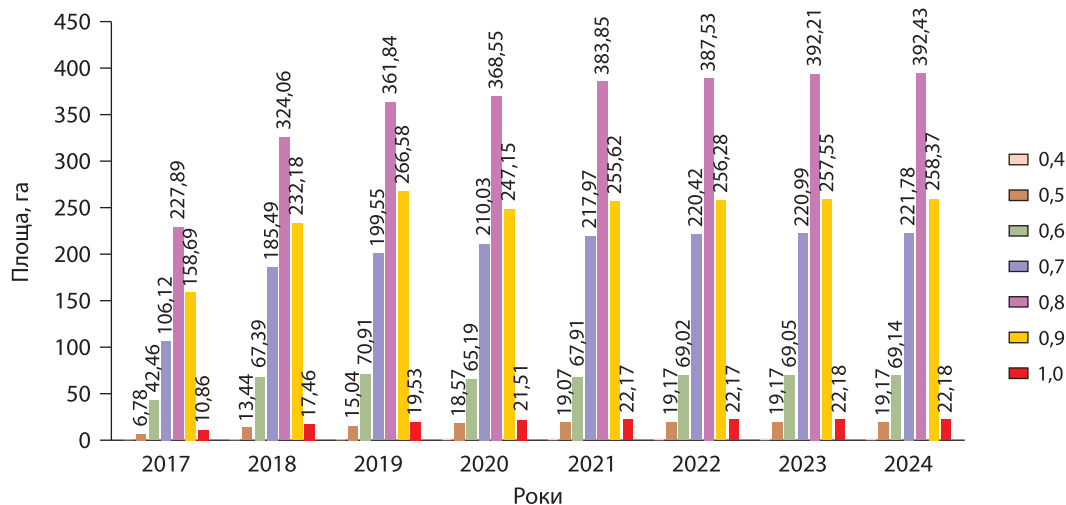


Рис. 6. Розподіл площ осередків всихання деревостанів за повнотою, 2017–2024 рр.

Джерело: розроблено автором на основі власних досліджень.

Розподіл і динаміка площ осередків всихання соснових деревостанів за лісотаксацийними показниками в лісах природного заповідника “Древлянський”

і до 2024 року збільшилася на 297,03 га, або на 65,39% — до 751,30 га, або 76,29%. При розподілі групи віку на класи віку найбільшими площами осередків всихання характеризуються деревостани IX класу, де з 2017 до 2024 року площа осередків збільшилася на 99,62 га, або на 79,80% — з 125,17 до 224,79 га.

У деревостанах вікової групи “Молодняки” відбулося стрімке зростання площ осередків

всихання. У 2017 році загальна площа сухостійних ділянок становила 19,67 га (3,55%), а до 2024 року збільшилася до 141,11 га (14,33%). Найбільшими темпами збільшення характеризуються деревостани III класу віку, де за досліджуваний період площа осередків збільшилася з 5,09 га (0,92%) до 82,03 га (8,33%).

У групі віку “Пристигаючі” за роки дослідження площа осередків всихання збільшилася

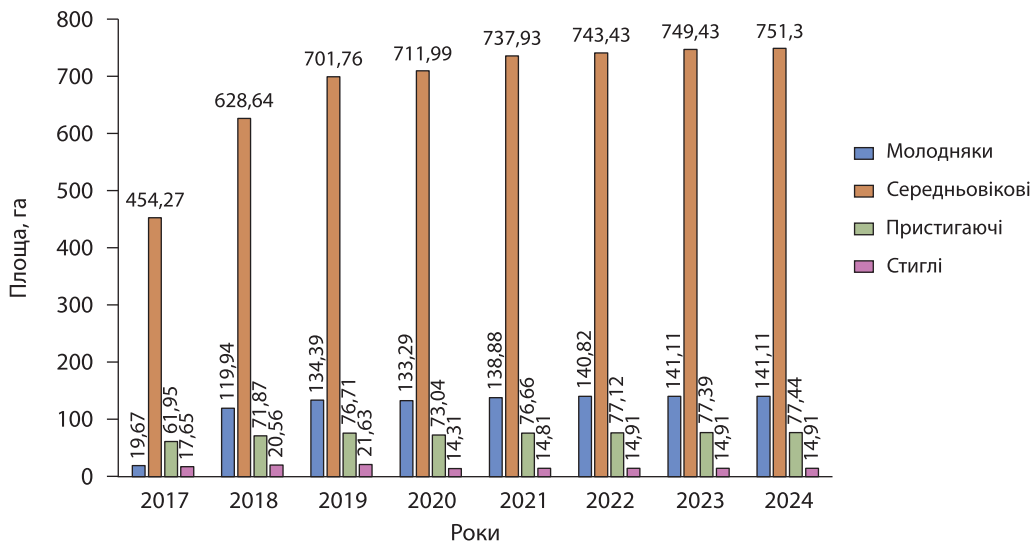


Рис. 7. Розподіл площ осередків всихання деревостанів за групами віку, 2017–2024 рр.
Джерело: розроблено автором на основі власних досліджень.

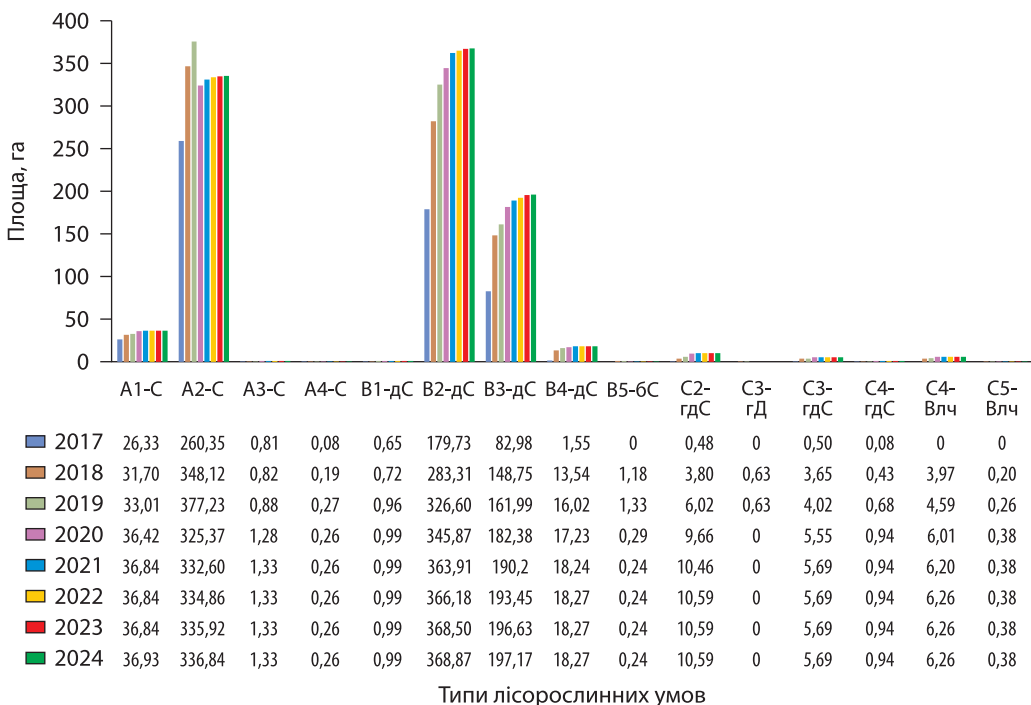


Рис. 8. Розподіл площ осередків всихання за типами лісорослинних умов, 2017–2024 рр.
Джерело: розроблено автором на основі власних досліджень.

на 15,49 га (на 25,00%) — з 61,95 до 77,44 га. Найбільшою площею в цій групі віку представлений XI клас віку, площа всихання в якому збільшилася на 13,10 га (на 30,56%) — з 42,86 га у 2017 році до 55,96 га у 2024 році.

Однак у стиглих деревостанах за 2017–2024 роки відбулося зменшення площ осередків всихання, що пов'язано з розташуванням значної кількості таксаційних видів, зокрема й ділянок всихання, де в 2020 році сталася масштабна пожежа. Так, за 2017–2024 рр. площа зменшилася з 17,65 га (3,19%) до 14,91 га (1,51%). Інтенсивне зменшення площі спостерігалось в деревостанах XIII класу віку, де за досліджуваний період вона скоротилася на 5,71 га (на 35,14%) — з 16,25 до 10,54 га (рис. 7).

Сосна звичайна зростає в 15 типологічних умовах [21]. Найбільші площі займають свіжі борові (А2–С), дубово-соснові субори (В2–ДС) та вологий дубово-сосновий субір (В2–ДС). В умовах А2–С за досліджуваний період площа осередків всихання збільшилася на 76,49 га, або на 29,38% — з 260,35 га (47,03%) до 336,84 га (34,21%). В умовах В2–ДС цей показник зріс на 189,14 га, або на 105,24% — з 179,73 га (32,47%) до 368,87 га (37,47%). В умовах В3–ДС площа осередків всихання збільшилася на 114,19 га, або на 137,61% — з 82,98 га (14,99%) до 197,17 га (20,02%) (рис. 8).

Як зазначалося раніше, результати польових досліджень та аналітичних розрахунків засвідчують, що головною причиною всихання є верхівковий короїд. Це також підтверджується розподілом площ осередків всихання. Аналіз розподілу площ всихання в поєднанні

з таблицею алгоритму балового оцінювання придатності соснових деревостанів до заселення верхівковим короїдом [19] повністю підтверджує аналітичні розрахунки, польові дослідження та динаміку осередків всихання. Це свідчить, що основним шкідником у таких осередках є саме верхівковий короїд (*Ips acuminatus*).

ВИСНОВКИ

Процес погіршення фітосанітарного стану соснових лісів, що проявився через всихання, розпочався в 2017 році. За даними дистанційного зондування Землі, площа сформованих осередків становила 553,54 га. Станом на кінець 2024 року площа збільшилася на 431,22 га, або на 77,90% — до 984,76 га. Найбільшими площами збільшення площ осередків всихання представлене Народицьке ПНДВ (521,58 га, або 52,97%). Деревостани штучного та природного походження мають майже однакові площі (492,13 та 492,63 га, або 49,97 та 50,03%, відповідно). За кількістю сосни в складі деревостану переважають чисті соснові (613,25 га, або 62,27%). За бонітетом найбільшу площу займають деревостани I класу (429,33 га, або 43,60%). За повнотами найбільша площа осередків всихання спостерігається в деревостанах із повнотою 0,80 (392,43 га, або 39,85%). За віковою структурою переважають середньовікові деревостани (751,30 га, або 76,29%), у яких найбільшу площу мають осередки IX класу віку (224,79 га, або 22,82%). За типами лісорослинних умов найбільша площа осередків всихання припадає на свіжі дубово-соснові деревостани (В2–ДС) — 368,90 га, або 37,46%.

ЛІТЕРАТУРА

1. Про природно-заповідний фонд України: Закон України від 16 червня 1992 р. № 2456-XII. *Відомості Верховної Ради України*. 1992. № 34, ст. 502. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-12#Text> (дата звернення: 15.01.2025).
2. Проект організації території природного заповідника “Древлянський” та охорона його комплексів. Київ: Приватне акціонерне товариство “Науково-виробничий центр “Курс”, Приватне підприємство “Центр екологічного управління”, 2015. 380 с.
3. Мартиненко В.В., Коніщук В.В. Особливості динаміки змін у лісовому фонді природного заповідника “Древлянський”. *Збалансоване природокористування*. 2020. № 2. С. 92–100. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.3.2020.212607>
4. Мартиненко В.В. Оцінка поширення верхівкового короїда (*Ips acuminatus*) в соснових деревостанах природного заповідника “Древлянський”. *Екологічні науки*. 2022. № 5 (44). С. 281–284. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.5-44.43>
5. Puzrina N., Karpuk A., Vasylyshyn R. et. al. Thirty-year dynamics of the pine stand sanitary conditions of Boyarka forestry research station. *Scientific Horizons*. 2022. Vol. 25 (10). P. 43–52. DOI: [https://doi.org/10.48077/scihor.25\(10\).2022.43-52](https://doi.org/10.48077/scihor.25(10).2022.43-52)
6. Moroz V., Nykytiuk Yu. Current state of pineries in Zhytomyr Polissia under the influence of environmental factors. *Scientific Horizons*. 2021. Vol. 24 (8). P. 37–46. DOI: [https://doi.org/10.48077/scihor.24\(8\).2021.37-46](https://doi.org/10.48077/scihor.24(8).2021.37-46)
7. Одукалець І.О., Мусієнко М.М., Кучинська О.П. Лісотаксаційна оцінка *Pinus sylvestris* L. у штучних фітоценозах національного природного парку “Подільські Товтри”. *Агроекологічний журнал*. 2016. № 4. С. 25–29. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2016.271192>
8. Жежкун А.М., Порохняч І.В. Всихання соснових деревостанів Східного Полісся: поширення, наслідки, заходи подолання. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. 2020. Вип. 21. С. 126–134. DOI: <https://doi.org/10.15421/412033>

9. Pasternak V.P., Prihodko O.B., Pyvovar T.S., Yarotsky V.Yu. Dynamics of pine stands condition in SE "Lymanske Forest Economy". *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. 2020. Вип. 21. С. 68–76. DOI: <https://doi.org/10.15421/412027>
10. Жуковський О.В., Орлов О.О., Зборовська О.В. та ін. Санітарний стан соснових деревостанів після проведеного санітарних рубок вибіркових, у кулісних та дрібноконтурних ділянках в осередках ураження короїдом верхівковим. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. № 28 (8). С. 87–91. DOI: <https://doi.org/10.15421/40280818>
11. Юхновський В.Ю., Проценко І.А., Хрик В.М. Санітарний стан соснових насаджень на рекультивованих землях. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. № 28 (11). С. 55–59. DOI: <https://doi.org/10.15421/40281110>
12. Бородавка В.О., Бородавка О.Б., Гетьманчук А.І. та ін. Сучасний фіто санітарний стан соснових лісів Західного Полісся та їхнє масове всихання: аналітична довідка. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія "Лісівництво та декоративне садівництво"*. 2017. Вип. 266. С. 126–139. URL: <https://forestscience.com.ua/uk/journals/266-2017/suchasniy-fitosanitarniy-stand-sosnovikh-lisiv-zakhidnogo-polissya-ta-yikhnye-masove-vsikhannya-analitichna-dovidka> (дата звернення: 15.01.2025).
13. Прокопчук Р.М., Юхновський В.Ю. Санітарний стан соснових насаджень на осушених землях ДП "Сарненське лісове господарство". *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія "Лісівництво та декоративне садівництво"*. 2018. Вип. 288. С. 117–125. URL: <https://forestscience.com.ua/uk/journals/288-2018/sanitarniy-stand-sosnovikh-nasadzhyen-na-osushenykh-zyemlyakh-dp-sarnen-ske-lisove-gospodarstvo> (дата звернення: 15.01.2025).
14. Meshkova V., Borysenko O. Gis-based prediction of the foliage browsing insects' outbreaks in the pine stands of the SE "Kreminske FNE". *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. 2017. Вип. 15. С. 112–118. DOI: <https://doi.org/10.15421/411714>
15. Борисенко О.І. Прогнозування поширення пожеж та осередків шкідливих комах у соснових лісах засобами ГІС: дис. ... канд. с.-г. наук: 06.03.03. Харків, 2018. 216 с.
16. Ландін В.П., Кучка Т.Л., Гуреля В.В. та ін. Оцінка санітарного стану лісових насаджень за даними дистанційного зондування. *Агроєкологічний журнал*. 2020. № 4. С. 78–86. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2020.219453>
17. Ландін В.П., Кучма Т.Л., Швиденко І.К. та ін. Методичні рекомендації з виявлення поширення осередків усихання лісових насаджень внаслідок ураження верхівковим короїдом за допомогою методів дистанційного зондування. К., 2019. 16 с.
18. Martynenko V. Ecological and fire characteristics of forest ecosystems of the "Drevlyansky" nature reserve. *Scientific Horizons*. 2021. No. 24 (1). P. 85–92. DOI: [https://doi.org/10.48077/scihor.24\(1\).2021.85-92](https://doi.org/10.48077/scihor.24(1).2021.85-92)
19. Мешкова В.Л. Сезонное развитие хвоелистогрызущих насекомых. Харьков: Новое слово, 2009. 394 с.
20. Гірс О.А., Лакида П.І. Обґрунтування віку стиглості для основних деревних порід в лісах України. *Аграрна наука і освіта*. 2007. Том 8, № 5–6. С. 103–109.
21. Мартиненко В.В., Коніщук В.В. Типологічна характеристика вкритих лісовою рослинністю деревостанів природного заповідника "Древлянський". *Агроєкологічний журнал*. 2020. № 3. С. 33–40. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2020.211524>

DISTRIBUTION AND DYNAMICS OF THE DRYING AREAS OF PINE STANDS ACCORDING TO FOREST TAXONOMIC INDICATORS IN THE DREVLANSKYI NATURE RESERVE

Martynenko V.

Doctor of Philosophy in Ecology

Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)

e-mail: martinenko.vasil@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2526-6732>

The article presents the results of the distribution and dynamics of changes in the area of pine forest dieback centers in the Drevlianskyi Nature Reserve for the years 2017–2024 based on satellite data. In 2017, the total area of dieback centers was 553.54 ha, and by 2024, it increased by 431.22 ha (77.90%), reaching 984.76 ha. Among the nature conservation research departments (hereinafter referred to as NDRD), the largest area is occupied by the Narodyske department, where the area of dead trees increased by 250.82 ha (92.64%) — from 270.76 ha (48.91%) to 521.58 ha (52.97%). However, due to the fire in 2020 in the Motiikivskyi NDRD, the area of dieback centers decreased by 73.85 ha (61.38%) — from 120.31 ha (21.73%) to 46.46 ha (4.72%), as the fire almost completely destroyed the department's territory. By the origin of the forest stand, the largest area of dieback centers is occupied by naturally-originated forests, where from 2017 to 2024, the area increased by 178.76 ha, or 56.80% — from 314.17 ha to 492.93 ha, which constitutes 50.03% of the total area of dieback centers. A significant area is occupied by pure pine forests (with a pine share of 10 units), where during the study period, the area increased from 440.99 ha (79.67%) to 613.25 ha (62.27%). Among the bonitet classes, the largest area is occupied by the I class, increasing from 209.51 ha (37.85%) to 429.33 ha (43.60%). The dieback process is influenced by the forest stand density. In stands with a density of 0.80, the dieback area increased by 164.54 ha, or 72.20% — from 227.89 ha to 392.43 ha. By age structure, the largest area is occupied by middle-aged stands, where the area increased from 454.27 ha (82.07%) to 751.30 ha (76.29%) during the study period. Within this age group, the largest area is occupied by

stands of the IX age class (from 125.17 ha, or 22.61%, to 224.79 ha, or 22.82%). In terms of dieback area distribution by typological structure, the largest area is occupied by the fresh oak-pine subir (B2-dS), where the area increased by 171.20 ha (86.60%) — from 197.70 ha to 368.90 ha in 2017-2024. At the beginning of the pine forest dieback process, the largest area was occupied by fresh birch forest (A2-C) — 260.40 ha (47.04%), which increased to 336.80 ha, or by 34.20%. Such a significant change in area was influenced by the 2020 fire, which caused the greatest damage to deadwood sections in the A2-C conditions. Future research prospects involve monitoring the phytosanitary condition of forests, particularly pine forests, to study the changes in the area of dieback centers for planning biotechnical measures aimed at improving the ecological situation in the research region.

Keywords: infestation, phytosanitary condition, forest monitoring, phytopathological process, biotechnical measures.

REFERENCES

1. Law of Ukraine No. 2456-XII "On the Nature Reserve Fund of Ukraine". (1992, June). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-12#Text>
2. The project of organization of the territory of the Drevlianskyi Nature Reserve and protection of its natural complexes. (2015). Kyiv: Private joint-stock company "Research and production complex "Kurs" & Private enterprise "Center for environmental management".
3. Martynenko, V.V., & Konishchuk, V.V. (2020). Peculiarities of the dynamics of changes in the forest fund of the Drevlyanskyi Nature Reserve. *Balanced nature using*, 2, 92–100. doi: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.3.2020.212607>
4. Martynenko, V.V. (2022). Assessment of the distribution of the apical bark beetle (*Ips acuminatus*) in pine stands of the Drevlyanskyi Nature Reserve. *Ecological sciences*, 5 (44), 281–284. doi: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.5-44.43>
5. Puzrina, N., Karpuk A., Vasylyshyn R., et. al. (2022). Thirty-year dynamics of the pine stand sanitary conditions of Boyarka forestry research station. *Scientific Horizons*, 25 (10), 43–52. doi: [https://doi.org/10.48077/scihor.25\(10\).2022.43-52](https://doi.org/10.48077/scihor.25(10).2022.43-52)
6. Moroz, V., & Nykytiuk, Yu. (2021). Current state of pineries in Zhytomyr Polissia under the influence of environmental factors. *Scientific Horizons*, 24 (8), 37–46. doi: [https://doi.org/10.48077/scihor.24\(8\).2021.37-46](https://doi.org/10.48077/scihor.24(8).2021.37-46)
7. Odukalets, I.O., Musiienko, M.M., & Kuchynska, O.P. (2016). Forestry assessment of *Pinus sylvestris* L. in artificial phytocoenoses of the Podilski Tovtry National Nature Park. *Agroecological journal*, 4, 25–29. doi: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2016.271192>
8. Zhezhkun, A.M., & Porohnyach, I.V. (2020). Dieback of pine stands in Eastern Polissya: distribution, consequences, measures to overcome. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 21, 126–134. doi: <https://doi.org/10.15421/412033>
9. Pasternak, V.P., Prihodko, O.B., Pyvovar, T.S., & Yarotsky, V.Yu. (2020). Dynamics of pine stands condition in SE "Lymanske Forest Economy". *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 21, 68–76. doi: <https://doi.org/10.15421/412027>
10. Zhukovskiy, O.V., Orlov, O.O., Zborovska, O.V., et al. (2018). Sanitary status of pine stands after selective sanitary cuttings, on the narrow strips and small-plot areas in the *Ips acuminatus* pockets. *Scientific Bulletin of UNFU*, 28 (8), 87–91. doi: <https://doi.org/10.15421/40280818>
11. Yukhnovskiy, V.Yu., Protsenko, I.A., & Khryk, V.M. (2018). Sanitary state of pine plantations on reclaimed land. *Scientific Bulletin of UNFU*, 28 (11), 55–59. doi: <https://doi.org/10.15421/40281110>
12. Borodavka, V.O., Borodavka, O.B., Hetmanchuk, A.I., et al. (2017). Modern phytosanitary state of pine forests of Western Polissia and their massive drying out: analytical note. *Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Series "Forestry and ornamental gardening"*, 266, 126–139. Retrieved from <https://forestscience.com.ua/uk/journals/266-2017/suchasniy-fitosanitarniy-stan-sosnovikh-lisiv-zakhidnogo-polissya-tayikhnye-masovye-vsikhannya-analitichna-dovidka>
13. Prokopchuk, R.M., & Yukhnovskiy, V.Yu. (2018). Sanitary condition of pine plantations on drained lands of the State Enterprise "Sarny Forestry". *Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Series "Forestry and ornamental gardening"*, 288, 117–125. Retrieved from <https://forestscience.com.ua/uk/journals/288-2018/sanitarniy-stan-sosnovikh-nasadzhyen-na-osushyenykh-zyemlyakh-dp-sarnyenskye-lisovye-gospodarstvo>
14. Meshkova, V., & Borysenko, O. (2017). Gis-based prediction of the foliage browsing insects' outbreaks in the pine stands of the SE "Kreminske FHE". *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 15, 112–118. doi: <https://doi.org/10.15421/411714>
15. Borysenko, O.I. (2018). Forecasting the spread of fires and foci of harmful insects in pine forests using GIS. (*Candidate's thesis*, Ukrainian Order "Sign of honour "Research Institute of forestry and forest melioration named after G.M. Vysotsky", Kharkiv, Ukraine).
16. Landin, V.P., Kuchka, T.L., Hurelia, V.V., et al. (2020). Assessment of the sanitary condition of forest stands using remote sensing data. *Agroecological journal*, 4, 78–86. doi: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2020.219453>
17. Landin, V.P., Kuchma, T.L., Shvydenko, I.K., et. al. (2020). Methodological recommendations for detecting the spread of foci of drying out of forest stands due to damage by the apical bark beetle using remote sensing methods. Kyiv.
18. Martynenko, V. (2021). Ecological and fire characteristics of forest ecosystems of the "Drevlyansky" Nature Reserve. *Scientific Horizons*, 24 (1), 85–92. doi: [https://doi.org/10.48077/scihor.24\(1\).2021.85-92](https://doi.org/10.48077/scihor.24(1).2021.85-92)

19. Meshkova, V.L. (2009). Seasonal development of needle-leaf-gnawing insects. Kharkiv: Novoye Slovo.
20. Hirs, O.A., & Lakyda, P.I. (2007). Justification of the age of maturity for the main tree species in the forests of Ukraine. *Agrarian science and education*, 8 (5–6), 103–109.
21. Martynenko, V.V., & Konishchuk, V.V. (2020). Typological characteristics of forest-covered stands of the Drevlianskyi Nature Reserve. *Agroecological journal*, 3, 33–40. doi: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2020.211524>

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

Мартиненко Василь Валентинович, доктор філософії з екології, старший науковий співробітник відділу охорони ландшафтів, збереження біорізноманіття і природозаповідання, Інститут агро-екології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна, 03143; e-mail: martinenko.vasil@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2526-6732>).

НОВИНИ

НОВИНИ

НОВИНИ • НОВИНИ • НОВИНИ

В ЄС на 5 млн тонн скоротилися викиди парникових газів. У третьому кварталі 2024 року викиди парникових газів в економіці ЄС склали 767 млн тонн CO₂-еквівалента порівняно з 772 млн тонн CO₂-еквівалента за аналогічний квартал 2023 року. Такі дані квартальної оцінки Q3 2024 викидів парникових газів за видами економічної діяльності наводить Eurostat. Величина зниження складає 5 млн тонн, або 0,6%. При цьому валовий внутрішній продукт (ВВП) ЄС у третьому кварталі 2024 року зріс на 1,3% порівняно з аналогічним кварталом попереднього року. Найсуттєвіше скорочення відбулося у секторах постачання електроенергії та газу (–6,7%), а також транспортування та зберігання (–0,9%). У третьому кварталі 2024 року викиди парникових газів скоротилися у 16 країнах ЄС порівняно з аналогічним кварталом 2023 року. Найбільше зниження відбулося в Австрії (–7,8%), Угорщині (–3,3%) та Данії (–2,8%). За оцінками Євростату, таких країн було 6 — це Литва, Люксембург, Швеція, Греція, Словаччина, Латвія. Їхні викиди зросли більш ніж на 2% порівняно з третім кварталом 2023 року, тоді як у решти 5 країнах ЄС викиди зросли менш ніж на 2% або залишилися на тому ж рівні (Болгарія). Викиди в Латвії, за оцінками, зросли навіть попри скорочення економіки.

СТРУКТУРНИЙ СТАН ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ В СПЕЦІАЛІЗОВАНІЙ П'ЯТИПІЛЬНІЙ СІВОЗМІНІ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

І.Д. Прима

доктор сільськогосподарських наук, професор

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

e-mail: ivan.prymak@btsau.edu.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0094-3469>

Н.М. Присяжнюк

кандидат ветеринарних наук, доцент

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

e-mail: natasha.prisjahnjuk@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4737-0143>

Ю.В. Федорук

кандидат сільськогосподарських наук, доцент

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

e-mail: fedoruky_4@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3921-7955>

М.В. Войтовик

кандидат сільськогосподарських наук, доцент

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

e-mail: mvoitovyk@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-8420-3222>

А.А. Павліченко

кандидат сільськогосподарських наук, доцент

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

e-mail: andrii.pavlichenko@btsau.edu.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5576-9931>

О.М. Нагорнюк

кандидат сільськогосподарських наук, доцент, старший науковий співробітник

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

e-mail: onagornuk@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6694-9142>

У стаціонарному польовому досліді на чорноземі типовому глибокому середньосуглинковому дослідного поля Білоцерківського НАУ оструктуреність орного (0–30 см) шару істотно не відрізнялася за полицево-дискового, безполицево-дискового та диференційованого обробітків ґрунту. За дискового обробітку цей показник зменшився на 0,7%, не досягнувши НІР_{0,05}. Проведення оранки під дві та одну культуру сівозміни усуває диференціацію орного шару ґрунту за вмістом водотривких агрегатів. У шарах ґрунту 0–10, 10–20 і 20–30 см цей показник становив відповідно 65,3; 65,8 і 66,2% за полицево-дискового (контроль), 65,4; 66,2 і 67,1 — диференційованого, 61,0; 66,9 і 68,4 — безполицево-дискового та 60,2; 66,5 і 68,4% за дискового обробітків. Гетерогенність орного шару чорнозему типового проявляється найбільш виразно за дискового та децю слабше за безполицево-дискового обробітків ґрунту в сівозміні. Не зафіксовано посилення диференціації орного шару за оструктуреністю під впливом зростаючих норм внесених добрив. Різниця в оструктуреності верхнього шару ґрунту за безполицево-дискового і полицево-дискового обробітків становила 5,2% на початку та 3,4% в кінці вегетації культурних рослин на користь контролю. Нижній шар краще оструктурений за безполицево-дискового обробітку — на 2,6 і 1,7% відповідно. З підвищенням норм внесення добрив структурний стан ґрунту поліпшувався. Продуктивність сівозміни за полицево-дискового та диференційованого обробітків була практично на одному рівні, тоді як за безполицево-дискового та дискового обробітків — істотно нижча. У польовій п'ятипільній зерновій сівозміні рекомендовано глибоку культурну оранку лише під одну культуру (краще просапну), а під решту — дискування та чизелювання на різну глибину з урахуванням біологічних особливостей сільськогосподарських рослин.

Ключові слова: ґрунт, оранка, дискування, чизелювання, добрива, орний шар, культури, продуктивність.

ВСТУП

Сприятливі агрофізичні властивості та режими ґрунтів — одна з обов'язкових умов прояву їхньої родючості та отримання високих і сталих урожаїв культурних рослин. Фізика ґрунту є одним із найважливіших розділів ґрунтознавства, від рівня розвитку якого залежить вирішення багатьох виробничих завдань, зокрема впровадження ресурсозберігаючих технологій обробітку ґрунту та застосування добрив [1; 2].

Значення агрофізичних властивостей ґрунту для відтворення його родючості майже ніколи не викликало сумніву, а сьогодні, у зв'язку з інтенсифікацією рільництва, стало ще важливішим. Є кілька причин, але найвагоміші з них дві: 1) погіршення агрофізичних показників родючості ґрунту внаслідок інтенсивнішого його обробітку, застосування мінеральних добрив, зрошення тощо; 2) оптимальний агрофізичний стан ґрунтів є запорукою запланованої віддачі від внесених добрив і меліорацій, які широко застосовуються у вітчизняному землеробстві.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

У дослідках вітчизняних науковців другої половини ХІХ ст. структурний стан ґрунту за-слонила щільність складення, за допомогою якої давали оцінку як фізичному стану ґрунту, такі і його змінам унаслідок антропогенного впливу. Поштовхом до такого підходу послужили праці І.Б. Ревута [3] та його послідовників, що мали велике значення в обґрунтуванні теоретичних і практичних основ мінімізації обробітку ґрунту, уточнення агрономічного до технологій і робочих органів ґрунтообробних знарядь. Проте, як вказує В.В. Медведєв, щільність складення не може повною мірою дати об'єктивну характеристику досить складному комплексу всіх фізичних процесів, що відбуваються в ґрунтового середовищі, оскільки очевидні незначні діагностичні можливості цього показника [4]. Ще О.Г. Дояренко, висловлюючи критичні зауваження з цього приводу, віддавав перевагу дослідженням структурного стану та диференційованій пористості ґрунту порівняно зі щільністю складення [5].

Проте, якою б не важливою для рільництва була щільність складення, структурний стан ґрунтового середовища є його фундаментальною характеристикою, оскільки від нього залежать екологічні та продуктивні функції, а також водно-повітряний, тепловий і поживний режими, і навіть сама щільність складення. Здавалося б, що ці положення давно і добре відомі, однак їхня актуальність сьогодні зовсім не зменшилася, а, навпаки, зросла. Особливо

після того, як було доведено унікальне значення порогового простору агрегатів у підтриманні біорізноманіття, а структурного стану — у забезпеченні кореневої системи рослин вологою в посушливих районах та оборотності ґрунту й відтворенні його модальних властивостей після зняття навантаження [4].

Тепер, через більше ніж 80 років, необхідно уважніше ставитись до поетичних, захоплених і запальних оцінок оструктуреності в ґрунтознавстві, землеробстві та житті культурних рослин, які у свій час надав В.В. Вільямс [6]. Якщо відкинути деякі помилкові положення про унікальне значення оструктуреності в усіх без винятку умовах і травопільну систему землеробства як єдиноможливий шлях її підтримання та підвищення на всіх ґрунтах, то виявиться, що науковець загалом мав рацію: тільки структурний ґрунт здатний забезпечити оптимальний баланс між водним і повітряним режимом, підтримувати біологічну діяльність, забезпечити обмінні процеси та найкращі умови живлення рослин, менші енергетичні затрати на механічний обробіток, формувати оптимальні для рослин параметри будови, забезпечувати безперешкодне освоєння ґрунтового простору та проникнення кореневої системи рослин у глибки зволожені шари ґрунту.

Отже, тільки в оструктуреному ґрунті найбільшою мірою можуть бути реалізовані можливості адаптації сільськогосподарських культур до несприятливих умов середовища. Сказане вище справедливе для всіх ґрунтових відмін, за винятком піщаних (легких) ґрунтів, де через домінування великих частинок і недостатню кількість цементуючо-склеюючих компонентів процеси агрегації відсутні. Тому агрономічна діяльність і механічний обробіток ґрунту не повинні призводити до погіршення його структурного стану, гальмування процесів агрегації, оскільки разом із ними неминуче буде знижуватися родючість ґрунту [1; 4].

Згідно з класичними уявленнями, найбільш повно викладеними В.Р. Вільямсом, технологія механічного обробітку повинна забезпечувати створення потужного культурного оструктуреного шару ґрунту глибиною не менше 20 см [6]. Це досягається за допомогою обробітку полів плугом із передплужниками, коли добре оструктурені нижні шари залучаються в орний шар, поліпшуючи його. Ця теорія базувалася на тому, що в нижній частині орного шару ґрунту створюються сприятливі умови для формування гумусу, зволоження і структуроутворення. Користуючись беззаперечним авторитетом у партійних і державних органах, “головний агроном країни” і “вчений сталінської епохи” по суті справи був канонізований

державою. Багато пропозицій В.Р. Вільямса, не пройшовши виробничої перевірки, беззаперечно впроваджувались у життя. Трагічною була й абсолютизація агрономічно цінної структури та культурної оранки в родючості ґрунтів і, відповідно, універсальність травопільної системи рільництва як засобу її досягнення [7].

За останнє двадцятиріччя з'явилося досить багато наукових публікацій українських учених щодо позитивного впливу нульового обробітку, систем No-till, Strip-till на структурний стан ґрунту [8–11].

В Україні орієнтовна площа земель, придатна для нульового обробітку (прямої сівби), становить 5,65 млн га, а для поверхневого (дискування, чизелювання, розпушення плоскорізом) — 11,15 млн га. Поліпшення структурного стану ґрунту науковцями зафіксовано лише за довготривалого (не менше 10 років) нульового обробітку в дослідках [11].

На сьогодні у вітчизняному рільництві існують різні погляди щодо необхідності застосування оранки. Певна частина науковців і виробників постійно наголошує на техніко-економічній та агротехнічній (зниження родючості ґрунту) недоцільності й навіть шкідливості цього заходу механічного обробітку. Так, ще на початку минулого століття І.Є. Овсінський, якого вважають основоположником безплужного землеробства (поверхневого обробітку ґрунту), пропонував здійснювати оранку лише один раз. У своїй праці “Нова система землеробства”, вперше виданій польською мовою в журналі “Селянин і підприємець” у 1898 р., він зазначає, що “глибока оранка — це псування ґрунту або непродуктивне витрачання добрив; тільки у виняткових випадках вона може бути проведена один раз як меліоративний (поліпшувачий) засіб. Це має місце тоді, коли верхній шар ґрунту відрізняється якостями і можна його поліпшити землею, вилученою з ґрунту” [12].

За В.Р. Вільямсом, першим завданням продуктивного рільництва є одночасне забезпечення рослин водою та елементами живлення, що можливе лише на оструктурених ґрунтах, які складаються з агрегатів діаметром від 1 до 10 мм за допомогою перегнійних речовин (гумусу). У безструктурному (розпорошеному) ґрунті агрегати не зв'язані між собою та залягають суцільною масою. Гумус практично відсутній або знаходиться у недіяльному стані. Вода й поживні речовини є антагоністами, а пори між агрегатами заповнені вологою (мінералізація органічної речовини може взагалі не відбуватися) або повітрям (інтенсивна мінералізація, але за відсутності води рослини позбавлені можливості ефективно використовувати елементи зольного та азотного живлення) [13].

Погіршити структурний стан ґрунту, зокрема, шляхом ущільнення рушіями машино-тракторних агрегатів, маса яких стає дедалі більшою, досить легко, а от відновити його — доволі проблематично. Останнє пов'язано з тим, що розпушування поверхневого шару ґрунту з пористістю нижчою 50% після проходження рушіїв не відновлює відразу цей показник до оптимальних значень, оскільки вони пов'язані з життєдіяльністю ґрунтової біоти, для якої необхідні відповідні умови та час для відновлення. Крім того, при переущільненні ґрунту значна частина діяльного гумусу переходить у недіяльний стан, що спричиняє зниження родючості ґрунту [14].

Структурний стан верхнього (0–10 см) шару ґрунту, а отже, й родючість, під впливом атмосферного повітря, що посилює мінералізацію гумусу, опадів, які сприяють заміщенню в ґрунтовому вбирному комплексі катіонів Ca^{2+} катіоном NH_4^+ , а також механічного обробітку з часом погіршуються [6; 13]. Цей процес є закономірним, його можна лише уповільнити, що категорично заперечують прихильники системи No-till [8; 9; 15; 16].

Другим завданням продуктивного рільництва, як вказує В.Р. Вільямс, є періодичне (а не щорічне) відновлення культурною оранкою водотривкої структури ґрунту, тривалість якого може становити декілька вегетаційних періодів [13].

На думку провідних учених-аграріїв України [14; 17], цю періодичність повинні визначати рільники за даними коефіцієнта оструктуреності ґрунту методом Н.І. Саввінова (ДСТУ 4744:2007) [18; 19]. Культурна оранка рекомендується, якщо коефіцієнт структурності верхнього шару (0–10 см) ґрунту нижчий за 0,67 [14; 17]. Використання плуга без передплужників технологічно виправдано лише за умови загортання гною чи вапна в ґрунт [20]. В інших випадках, навіть на чистих від бур'янів полях, обробіток плугами без передплужників призводить лише до перемішування верхнього (безструктурного) та нижнього (недостатньо оструктуреного) шарів ґрунту, що поступово погіршує структурний стан всього орного шару. Як наслідок, він стає гомогенним, тоді як при культурній оранці шар залишається гетерогенним [14].

Науковці констатують, що обов'язковою умовою відновлення структури ґрунту є періодичне застосування плугів із передплужниками або двоярусних плугів. Швидкість руху орного агрегату має становити не менше 7,9 км/год за використання культурних полиць. За меншої швидкості ефективнішими є напівгвинтові полиці. За умов достатнього зволоження оранку пропонують проводити відразу після збирання

урожаю, що забезпечує анаеробний процес розкладання рослинних решток, за якого утворюється більше гумусу, а отже, й водотривких ґрунтових агрегатів [14].

Таким чином, взаємне переміщення плугом двох шарів ґрунту місцями унеможливило їх перемішування, що є принципово неприпустимим, оскільки в цьому випадку розпорошений верхній шар ґрунту поступово “розбавлятиме” нижній оструктурований шар. Розглядаючи три основні способи втрат гумусу (біологічний, фізико-хімічний і механічний), науковці надають вирішальну роль цементуючо-склеювальним властивостям гумусу в утворенні водотривкої агрономічно цінної структури ґрунту. Водночас вони наголошують на необхідності ізоляції верхнього шару від впливу атмосферного повітря та води шляхом переміщення плугом в анаеробні умови, на місце нижнього, оструктурованого шару. Як зазначають вітчизняні вчені, розв'язати це завдання, хоча й частково, можна за допомогою мульчування, оскільки далеко не завжди вдається створити потужний мульчуючий шар [17].

У багаторічних польових стаціонарних дослідках Харківського НАУ за постійного безпліцевого обробітку та періодичної оранки на тлі мінімального дискового обробітку в семипільній зернопаропросапній сівоzmіні спостерігалось підвищення вмісту агрономічно цінних водотривких агрегатів в орному шарі чорнозему типового малогумусного на 3–4% порівняно з оранкою. За мінімальних технологій найбільш інтенсивне поліпшення оструктурованості ґрунту спостерігалось нижче глибини оброблюваного шару. При цьому найкращий структурний стан було зафіксовано за нульового обробітку, де вміст водотривких агрегатів у посівному та орному шарах був на 12 і 11% вищий відповідно порівняно з оранкою [21]. Науковець М.В. Шевченко зазначає необхідність періодичної оранки після тривалого дискового чи безпліцевого обробітку з метою заміни верхнього розпиленого (знеструктурованого) шару нижнім оструктурованим з часом шаром ґрунту. Вплив умісту агрономічно цінних сухих агрегатів залежно від систем основного обробітку ґрунту на продуктивність зернової сівоzmіні є незначним. Після тривалого застосування мінімального та нульового обробітку водотривкість ґрунтової структури орного шару відновилася до відмінного стану [22].

В агроценозі пшениці ярої найвищий коефіцієнт структурності орного шару дерново-підзолистого ґрунту Передкарпаття України за мілкого (8–10 см) дискового обробітку порівняно з пліцевим на 20–22 см [23].

В орному (0–30 см) шарі чорнозему типового малогумусного на Київщині найвищий вміст

агрономічно цінних агрегатів зафіксований за дискового обробітку на глибину 12–14 і 6–8 см — 68,4 і 69,5% відповідно; за обробітку на глибину 20–22 см чизелем і плугом цей показник становив 68,4 і 66, 5% відповідно [24].

Структурний стан чорнозему типового глибокого середньо-суглинкового найкращий за пліцево-безпліцевого обробітку, який і рекомендований для виробництва в польовій десятипільній сівоzmіні. Він передбачає проведення за ротаційний період глибокої оранки під соняшник і буряки цукрові, мілкого безпліцевого обробітку під пшеницю озиму після кукурудзи на силос і сої та різноглибинного розпушування чизелем під решту культур сівоzmіні [25].

У дослідках Інституту сільського господарства Степової зони НААН України структурний стан чорнозему звичайного важкосуглинкового поліпшувався за висхідною системою основного обробітку: пліцева — диференційована — мульчувальна. Вміст агрономічно цінних агрегатів на 5–10% вищий, а коефіцієнт структурності — у 1,5–2 рази більший за мульчувального, ніж за пліцевого обробітку в короткоротаційних сівоzmінах Північного Степу України [26].

На чорноземі типовому малогумусному середньосуглинковому дослідного поля НУБіП України в типовій польовій зернопросапній десятипільній сівоzmіні вміст водотривких агрегатів був істотно вищим порівняно з диференційованим обробітком (контроль): у шарі 0–10 см — за пліцево-безпліцевого обробітку (на 3%), у шарі 10–20 см — за пліцевим і поверхневим (на 8–14%), у шарі 20–30 см — за поверхневим (на 19%). Найкращий структурний стан орного (0–30 см) шару ґрунту зафіксовано за пліцево-безпліцевого обробітку, що передбачає оранку ярусним плугом під буряки цукрові раз на 4–5 років упродовж ротаційного періоду сівоzmіні і обробіток плікорізами та дисковими знаряддями під решту культур [27].

Мета статті — вивчити вплив трирічного (2020–2022 рр.) застосування різних систем механічного обробітку на оструктурованість чорнозему типового та продуктивність польової зернової п'ятипільної сівоzmіні.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Експериментальна робота проводилася на чорноземі типовому глибокому середньосуглинкового гранулометричного складу в стаціонарній короткоротаційній сівоzmіні. Повторність дослідження на дослідному полі Білоцерківського НАУ — триразова. Площа елементарних посівних ділянок становила 171 м², а облікових — 112 м².

Структурний стан чорнозему типового за різних систем основного обробітку в спеціалізованій п'ятипільній сівоzmіні правобережного лісостепу України

Повторення в полях сівоzmіні розміщені систематично: ділянки першого порядку (з різними варіантами обробітку) — в один ярус, а ділянки другого порядку (норми добрив) — у чотири яруси послідовно. У кожному полі було по 48

елементарних ділянок, а загалом у сівоzmіні — 240.

Схема досліду передбачала вивчення чотирьох систем основного обробітку та удобрення чорнозему типового (табл. 1, 2).

Таблиця 1

Система основного обробітку ґрунту в сівоzmіні

№ поля	Культури сівоzmіні	Варіанти основного обробітку ґрунту			
		I полицево- дисковий (контроль)	II безполицево- дисковий (чизельний)	III диферен- ційований	IV дисковий (мілкий)
		Глибина (см) і знаряддя обробітку ґрунту*			
1	Горох	18–20 (п)	18–20 (г)	18–20 (г)	10–12 (д.б.)
2	Пшениця озима	8–10 (д.б.)	8–10 (д.б.)	8–10 (д.б.)	8–10 (д.б.)
	Гірчиця біла на сидерат	10–12 (д.б.)	10–12 (д.б.)	10–12 (д.б.)	10–12 (д.б.)
3	Кукурудза	25–27 (п)	25–27 (г)	25–27 (п)	10–12 (д.б.)
4	Гречка	10–12 (д.б.)	10–12 (г)	10–12 (г)	10–12 (д.б.)
5	Пшениця озима	6–8 (д.б.)	6–8 (д.б.)	6–8 (д.б.)	6–8 (д.б.)
	Гірчиця біла на сидерат	10–12 (д.б.)	10–12 (д.б.)	10–12 (д.б.)	10–12 (д.б.)

Джерело: сформовано на основі власних досліджень.

Примітка: *п — плуг ПЛН-3–35; г — глибокорозпушувач (чизель) ГР-3, 4; д.б. — дискова борона БДВ-3.

Таблиця 2

Норми мінеральних добрив під культури польової сівоzmіні

№ поля	Культури сівоzmіні	Системи (рівні, норми) удобрення	Мінеральні добрива, кг/га д.р.		
			N	P	K
1	Горох	0			
		1	30		
		2	30	30	30
		3	30	30	50
2	Пшениця озима	0			
		1	60	60	60
		2	90	60	90
		3	120	60	90
	Гірчиця біла на сидерат	0			
		1	30	30	30
		2	60	30	60
		3	80	60	80
3	Кукурудза	0			
		1	60	60	60
		2	90	90	90
		3	110	110	110
4	Гречка	0			
		1	30	30	30
		2	50	30	50
		3	70	30	70
5	Пшениця озима	0			
		1	80	60	80
		2	110	60	80
		3	140	60	100

Закінчення таблиці 2

№ поля	Культури сівоzmіни	Системи (рівні, норми) удобрення	Мінеральні добрива, кг/га д.р.		
			N	P	K
5	Гірчиця біла на сидерат	0			
		1	30	30	30
		2	60	30	60
		3	80	60	80

Джерело: сформовано на основі власних досліджень.

Як добрива використовували напівперепрілий гній великої рогатої худоби, зелену масу гірчиці білої, побічну продукцію гороху, кукурудзи і гречки, аміачну селітру, простий гранульований суперфосфат, калійну сіль. В удобрених варіантах агрофітоценозу кукурудзи вносили гній в нормі 30 т/га. Структуру ґрунту визначали за методом І.М. Бакшесєва [28].

За нульової системи удобрення гній і мінеральні добрива не вносили; за першої системи на кожен гектар ріллі сівоzmіни вносили 6 т гною + $N_{64}P_{54}K_{58}$, за другої — 6 т гною + $N_{98}P_{66}K_{92}$, а за третьої — 6 т гною + $N_{126}P_{82}K_{116}$.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

В агрофітоценозі гороху вміст водотривких агрегатів в орному (0–30 см) шарі чорнозему типового за внесення нульової, першої, другої та третьої систем удобрення становив відповідно 57,0; 60,1; 62,1 і 63,5% у фазі сходів та 59,8; 62,7; 64,9 і 66,7% у фазі господарської стиглості зерна за полицево-дискового обробітку; 55,9; 59,1; 61,3

і 62,9 та 58,9; 61,7; 63,9 і 65,7% — безполицево-дискового; 58,1; 61,7; 64,2 і 65,9 та 60,7; 63,7; 66,2 і 68,2 — диференційованого; 56,2; 59,3; 61,3 і 62,7 та 59,3; 61,9; 64,0 і 65,6% — за дискового обробітку в сівоzmіні. Середнє значення цього показника ґрунтової родючості у фазах сходів і господарської стиглості зерна становило відповідно 60,7 і 63,5% за полицево-дискового обробітку, 59,8 і 62,6 — безполицево-дискового, 62,5 і 64,7 — диференційованого, 59,9 і 62,7% — за дискового обробітку. У середньому за вегетацію бобової рослини водотривкість ґрунтової структури за вказаних вище варіантів обробітку становила відповідно 62,1; 61,2; 63,6 і 61,8% (табл. 3).

Таким чином, як у фазі сходів, так і у фазі господарської стиглості зерна бобової рослини вміст водотривких агрегатів в орному шарі чорнозему типового нижчий на 0,8% за дискового і на 0,9% за безполицево-дискового обробітків та вищий відповідно на 1,8 і 1,2% за диференційованого обробітку, ніж на контролі.

З підвищенням рівня внесених добрив на ділянках диференційованого обробітку спос-

Таблиця 3

Оструктуреність ґрунту під культурами сівоzmіни за різних систем обробітку та удобрення, % водотривких агрегатів

Фази росту та розвитку рослин	Системи (рівні) удобрення	Варіанти (системи) основного обробітку ґрунту											
		I полицево-дисковий (контроль)			II безполицево-дисковий			III диференційований			IV дисковий		
		Шар ґрунту, см											
		0–10	10–20	20–30	0–10	10–20	20–30	0–10	10–20	20–30	0–10	10–20	20–30
Горох													
Сходи НІР _{0,05} = 0,8%	0	56,9	57,2	57,0	50,3	58,5	59,0	58,3	58,3	57,8	52,3	58,0	58,3
	1	60,4	60,2	59,6	54,3	61,2	61,8	62,7	61,7	60,7	54,9	61,2	61,8
	2	62,7	62,0	61,7	56,3	63,5	64,0	65,5	63,8	63,2	56,6	63,2	64,1
	3	64,3	63,2	63,1	58,2	64,9	65,6	67,4	65,4	64,9	57,8	64,7	65,7
Господарська стиглість зерна НІР _{0,05} = 0,9%	0	58,6	59,8	61,1	53,1	61,0	62,7	59,2	60,6	62,2	54,6	60,3	62,9
	1	61,7	62,9	63,4	56,7	63,7	64,8	62,5	64,0	64,7	57,2	63,6	64,9
	2	64,2	65,1	65,5	59,5	65,7	66,6	65,2	66,4	67,0	59,2	66,0	66,8
	3	66,2	66,7	67,3	61,7	67,3	68,2	67,4	68,1	69,0	60,7	67,7	68,4

Структурний стан чорнозему типового за різних систем основного обробітку в спеціалізованій п'ятипільній сівозміні правобережного лісостепу України

Закінчення таблиці 3

Фази росту та розвитку рослин	Системи (рівні) удобрення	Варіанти (системи) основного обробітку ґрунту											
		I полицево-дисковий (контроль)			II безполицево-дисковий			III диференційований			IV дисковий		
		Шар ґрунту, см											
		0–10	10–20	20–30	0–10	10–20	20–30	0–10	10–20	20–30	0–10	10–20	20–30
Пшениця озима (після гороху)													
Кущення НІР _{0,05} = 1,0%	0	59,1	60,8	62,6	53,7	61,9	64,4	59,3	61,3	63,2	52,9	62,1	65,3
	1	62,1	63,7	64,8	57,3	64,9	66,8	61,7	64,1	65,6	56,4	65,2	67,7
	2	64,7	65,9	66,8	60,4	67,2	69,0	64,5	66,4	67,7	59,6	67,5	70,2
	3	66,7	67,5	68,6	62,6	69,0	71,0	67,0	68,1	69,6	62,1	69,3	72,1
Повна стиглість зерна НІР _{0,05} = 1,1%	0	61,4	62,5	63,3	57,0	63,5	64,8	61,1	63,0	64,0	56,1	63,4	65,5
	1	64,6	65,8	67,0	60,6	66,7	68,3	65,0	66,4	67,8	59,6	66,9	69,5
	2	67,0	68,2	69,0	63,4	69,0	70,0	66,8	68,8	70,0	62,4	69,4	71,9
	3	69,1	70,3	71,7	65,7	71,0	72,6	69,5	71,0	72,6	64,9	71,6	75,0
Кукурудза													
Сходи НІР _{0,05} = 1,1%	0	62,8	60,1	58,6	57,0	61,1	61,5	62,3	60,6	59,4	56,0	60,7	61,4
	1	67,1	63,3	60,2	60,6	64,6	64,9	66,5	62,8	60,9	59,7	63,2	64,1
	2	69,3	64,9	61,3	62,1	66,7	67,2	68,7	64,1	60,5	61,5	65,4	65,8
	3	70,7	65,9	62,0	63,1	67,3	68,4	70,0	65,2	62,8	62,4	65,7	67,3
Повна стиглість зерна НІР _{0,05} = 1,0%	0	60,7	61,2	62,0	57,9	61,9	63,8	60,0	61,3	62,7	56,2	60,6	63,1
	1	64,7	65,8	66,8	61,1	66,7	69,3	64,1	66,2	67,4	59,6	65,2	68,9
	2	66,7	68,1	69,5	62,6	69,4	72,3	66,4	68,5	70,0	60,9	67,6	72,3
	3	68,5	70,6	72,2	63,8	72,3	75,4	68,0	71,2	72,6	62,1	70,0	75,3
Гречка													
Сходи НІР _{0,05} = 0,8%	0	61,5	63,0	64,8	57,2	64,0	67,1	61,0	63,5	65,3	54,7	64,2	65,8
	1	63,6	64,6	66,6	58,4	66,0	69,1	63,2	64,9	67,1	57,2	65,8	68,6
	2	66,7	67,2	68,1	60,7	68,8	70,2	66,1	67,6	68,7	59,7	68,2	70,9
	3	68,5	69,7	70,5	62,6	70,7	71,7	68,0	70,2	71,1	61,2	70,7	73,0
Господарська стиглість зерна НІР _{0,05} = 0,8%	0	64,1	64,6	65,2	61,6	65,2	66,6	63,5	65,0	66,0	60,1	65,0	66,2
	1	67,6	68,4	69,2	64,6	69,4	71,0	67,1	68,7	69,7	63,8	68,9	69,8
	2	70,1	71,3	72,1	66,9	72,6	73,9	69,6	71,6	72,7	66,1	72,0	73,1
	3	71,5	72,9	74,0	68,6	74,4	76,1	71,1	72,3	73,5	67,3	73,5	75,0
Пшениця озима (після гречки)													
Кущення НІР _{0,05} = 0,8%	0	63,0	64,0	64,8	60,4	65,1	66,4	62,6	64,0	65,4	57,9	64,8	65,9
	1	65,8	67,2	68,1	63,0	68,2	69,8	65,2	67,4	68,9	61,4	67,8	69,4
	2	68,0	69,6	70,5	65,6	70,4	71,7	67,5	69,3	71,5	63,5	70,4	72,0
	3	69,8	71,3	72,2	66,8	72,4	73,8	69,4	70,8	73,3	65,5	72,2	73,2
Повна стиглість зерна НІР _{0,05} = 0,9%	0	64,2	65,1	65,7	62,7	65,5	66,6	64,0	64,9	66,2	61,4	66,1	67,2
	1	66,9	68,2	68,9	65,6	68,5	70,0	66,6	67,9	69,5	64,6	68,8	69,9
	2	68,9	70,4	71,2	67,7	70,8	72,0	68,6	69,9	71,9	66,7	70,9	72,3
	3	70,9	72,4	73,4	69,9	72,9	74,1	70,7	72,0	74,3	68,9	72,9	74,3

Джерело: сформовано на основі власних досліджень.

терігається збільшення різниці в оструктурності орного шару порівняно з контролем. Так, за нульової, першої, другої та третьої систем удобрення вона становила відповідно 1,1; 1,6; 2,1 і 2,4% на користь третього варіанта обробітку.

За безполицево-дискового та дискового обробітків зафіксована виразна профільна диференціація орного шару чорнозему типового за вмістом водотривких агрегатів у різних його частинах, на яку останнім часом звернули увагу провідні вчені-аграрії України [14]. Крім

того, вітчизняні науковці вказали на причини обов'язкової різноякісності орного шару за оструктуреністю [17], що є сигналом до більш глибокого та всебічного вивчення цієї проблеми, пов'язаної з агрофізичною деградацією українських чорноземів [29].

У фазі сходів гороху цей показник у шарах ґрунту 0–10, 10–20 і 20–30 см становив відповідно 61,1; 60,7 і 60,4% за полицево-дискового обробітку; 54,8; 62,0 і 62,6% — безполицево-дискового; 63,5; 62,3 і 61,7% — диференційованого; 55,4; 61,8 і 62,5% — дискового обробітку. У фазі господарської стиглості зерна оструктуреність вищезгаданих шарів ґрунту становила відповідно 62,7; 63,6 і 64,3% у першому варіанті обробітку; 57,8; 64,4 і 65,6 — другому; 63,6, 64,8 і 65,7 — третьому; 57,9, 64,4 і 65,8% — у четвертому варіанті обробітку.

Переважа полицево-дискового обробітку над безполицево-дисковим і дисковим спостерігалася лише за рахунок верхньої (0–10 см) частини орного шару. Оструктуреність його середньої (10–20 см) та нижньої (20–30 см) частин відповідно на 0,8 і 1,3–1,5% вища на контролі. Загалом за вегетацію гороху цей показник у верхньому шарі ґрунту на 5–6% вищий, а в середньому та нижньому шарах відповідно на 1 і 2% нижчий за полицево-дискового, ніж безполицево-дискового та дискового обробітків.

Уміст водотривких агрегатів у шарах ґрунту 0–10, 10–20 і 20–30 см відповідно на 2,4; 1,6 і 1,3% у фазі сходів рослин гороху та на 0,9; 1,2 і 1,4% у фазі господарської стиглості зерна був вищий за диференційованого обробітку порівняно з полицево-дисковим.

Середній показник оструктуреності шарів ґрунту 0–10, 10–20 і 20–30 см упродовж вегетації бобової рослини становив відповідно 61,9; 62,2 і 62,4% за полицево-дискового обробітку; 56,3, 63,2 і 64,1 — безполицево-дискового; 63,6, 63,6 і 63,7 — диференційованого; 56,7, 63,1 і 64,2% за дискового обробітку в сівозміні.

Із підвищенням норм добрив уміст водотривких агрегатів в орному шарі зростає. За нульової, першої, другої та третьої систем удобрення він становив відповідно 56,8; 60,1; 62,2 і 63,8% у фазі сходів і 59,7; 62,5; 64,8 і 66,6% у фазі господарської стиглості зерна гороху, що свідчить про поліпшення структурного стану ґрунту впродовж вегетації культури (оструктуреність підвищилася на 2,4–2,9%). Загалом за вегетацію гороху досліджуваний показник родючості за вказаних вище варіантів систем удобрення становив відповідно 58,3; 61,3; 63,5 і 65,2%.

В агрофітоценозі пшениці озимої структурний стан орного шару ґрунту не зазнав істотних змін за варіантами обробітку протягом

усіх строків спостережень. Зафіксовано лише погіршення його за безполицево-дискового обробітку в сівозміні за всіх систем удобрення, проте різниця в оструктуреності між першим і другим варіантами обробітку не перевищувала НІР_{0,05}. Так, за нульової, першої, другої та третьої систем удобрення цей показник становив відповідно 60,8; 63,5; 65,8 і 67,6% за полицево-дискового обробітку; 60,0, 63,0, 65,5 і 67,5 — безполицево-дискового; 61,3; 63,8; 66,2 і 68,2 — диференційованого; 60,1; 63,1; 65,8 і 67,8% за дискового обробітку у фазі кушення пшениці озимої. У фазі повної стиглості зерна ці показники зросли і становили відповідно 62,4; 66,1; 68,1 і 70,4% у першому варіанті обробітку; 61,8; 65,2; 67,5 і 69,8 — другому; 62,7; 66,4; 68,5 і 71,0 — у третьому; 61,7; 65,3; 67,9 і 70,5% у четвертому варіанті обробітку. За диференційованого обробітку на всіх ділянках дослідів спостерігалася підвищення вмісту водотривких агрегатів в орному шарі, проте воно було в межах НІР_{0,05}.

У варіантах безполицево-дискового та особливо дискового обробітку зафіксована диференціація орного шару ґрунту за його структурним станом. Менш вираженою вона була за диференційованого обробітку, досягаючи величини НІР_{0,05} лише на удобрених найвищою нормою туків ділянках у шарі ґрунту 20–30 см у фазі кушення пшениці озимої.

Так, у фазі кушення культури за нульової, першої, другої та третьої систем удобрення вміст водотривких агрегатів у верхньому шарі ґрунту був відповідно на 5,4; 4,8; 4,3 і 4,1% менший у варіанті безполицево-дискового обробітку та на 6,2; 5,7; 5,1 і 4,6% менший, ніж на контролі. У нижній частині орного шару спостерігається зворотна закономірність: цей показник відповідно на 1,8; 2,0; 2,2 і 2,4% за другого та на 2,7; 2,9; 3,4 і 3,5% за четвертого варіантів обробітку вищий, ніж за першого. Аналогічна закономірність простежується і у фазі повної стиглості зерна пшениці озимої, проте вона дещо менше виражена.

Різниця в оструктуреності ґрунту за безполицево-дискового та дискового обробітків порівняно з контролем із підвищенням норм внесених добрив у шарі 0–10 см зменшується, а в шарі 20–30 см, навпаки, збільшується у фазі кушення хлібної рослини. У фазі повної стиглості зерна ця закономірність повністю зберігається за дискового обробітку. За безполицево-дискового обробітку в цій фазі розвитку культури ця різниця зменшується з підвищенням рівня добрив у всіх шарах ґрунту — 0–10, 10–20 і 20–30 см.

Упродовж вегетації пшениці озимої гетерогенність орного шару за досліджуванним по-

казником родючості зменшується. Абсолютна різниця в оструктуреності шарів ґрунту 0–10, 10–20 і 20–30 см між другим і першим варіантами обробітку становила відповідно 4,7; 1,3 і 2,1% у фазі кущення та 3,8; 0,9 і 1,1% у фазі повної стиглості зерна, а між четвертим і першим — 5,4; 1,5 і 3,1% та 4,7; 1,1 і 2,7%.

У всіх варіантах обробітку структурний стан чорнозему типового найкращий у нижній (20–30 см) частині орного шару, а найгірший — у верхній (0–10 см). Так, різниця в оструктуреності цих шарів ґрунту за полицево-дискового, безполіцево-дискового, диференційованого та дискового обробітків становила відповідно 2,5; 9,3; 3,4 і 11% у фазі кущення та 2,3; 7,2; 3,0 і 9,7% у фазі повної стиглості зерна пшениці озимої. Загалом за вегетацію культури цей показник за вказаних варіантів обробітку становив 2,4; 8,3; 3,2 і 10,4% відповідно.

Уміст водотривких агрегатів в орному шарі ґрунту за нульової, першої, другої та третьої систем удобрення становив відповідно 60,6; 63,4; 65,8 і 67,8% у фазі кущення та 62,2; 65,8; 68,0 і 70,4% у фазі повної стиглості зерна пшениці озимої.

Оструктуреність орного шару ґрунту в агроценозі кукурудзи виявилася практично на одному рівні за полицево-дискового, безполіцево-дискового та диференційованого обробітків: у фазі сходів культури — 63,9; 63,7 і 63,7%, а у фазі повної стиглості зерна — 65,2; 65,1 і 65,1% відповідно. Водотривкість ґрунтової структури орного шару істотно вища (на 1,1–1,3%) за полицево-дискового обробітку, ніж за дискового.

Найбільш істотні відмінності структурного стану чорнозему типового за варіантами обробітку спостерігаються в різних частинах орного шару. Так, у верхньому шарі вміст водотривких агрегатів у фазах сходів і повної стиглості зерна кукурудзи менший відповідно на 6,8 і 3,8% за безполіцево-дискового та на 7,6 і 5,5% за дискового обробітків, ніж на контролі. У нижньому шарі зафіксована зворотна залежність: оструктуреність його становила відповідно 65,5 і 70,2% за другого та 64,7 і 69,9% за четвертого варіантів обробітку за контрольних показників 60,5 і 67,6%. Таким чином, у шарі ґрунту 20–30 см полицево-дисковий обробіток поступався безполіцево-дисковому на 5,0 і 2,6%, а дисковому — на 4,2 і 2,3% відповідно у фазі сходів і повної стиглості зерна кукурудзи. Оструктуреність шару ґрунту 10–20 см у середньому на 1,3% вища в другому варіанті, ніж у першому, а за дискового та полицево-дискового обробітків вона майже на одному рівні.

Диференційований обробіток за вмістом водотривких агрегатів у різних частинах орного

шару виявився практично рівноцінним контролю.

У фазі сходів кукурудзи за полицево-дискового та диференційованого обробітків простежується закономірне погіршення, а у фазі повної стиглості зерна — поліпшення структурного стану з глибиною. Перше (погіршення) пояснюється глибокою культурною оранкою, за якої відбувається взаємне переміщення верхньої розпиленої та нижньої оструктурної частин орного шару ґрунту [6; 13; 14; 17], друге (поліпшення) — кращими умовами оструктурування, зокрема утворенням гумусових речовин, саме в нижніх частинах орного шару в процесі вегетації кукурудзи [17]. Так, уміст водотривких агрегатів у шарах ґрунту 0–10, 10–20 і 20–30 см становив відповідно 67,5; 63,6 і 60,5% у фазі сходів та 65,2; 66,4 і 67,6% у фазі повної стиглості зерна кукурудзи за полицево-дискового обробітку; 66,9; 63,2 і 60,9% та 64,6; 66,8 і 68,2% за диференційованого обробітку.

За безполіцево-дискового та дискового обробітків упродовж вегетації кукурудзи структурний стан ґрунту з глибиною поліпшується. Так, уміст водотривких агрегатів у шарах ґрунту 0–10, 10–20 і 20–30 см становив відповідно 60,7; 64,9 і 65,5% у фазі сходів та 61,4; 67,6 і 70,2% у фазі повної стиглості зерна кукурудзи у другому варіанті обробітку; 59,9; 63,8 і 64,7% та 59,7; 65,9 і 69,9% у четвертому варіанті обробітку.

Абсолютна різниця в оструктуреності верхньої та нижньої частин орного шару ґрунту у фазі сходів і повної стиглості зерна кукурудзи становила відповідно 7,0 і 2,4% за полицево-дискового обробітку; 4,8 і 8,8 — безполіцево-дискового; 6,0 і 3,6 — диференційованого; 4,8 і 10,2% за дискового обробітків. Таким чином, профільна диференціація орного шару впродовж вегетації культури за першого та третього варіантів обробітку зменшувалася, а за другого та четвертого — зростала.

Уміст водотривких агрегатів у шарах ґрунту 0–10, 10–20, 20–30 і 0–30 см становив відповідно 59,1; 60,9; 61,6 і 60,6% за нульової системи удобрення; 62,9; 64,7; 65,3 і 64,3 — першої; 64,8; 66,8; 67,4 і 66,3 — другої; 66,1; 68,5; 69,5 і 68,0% за третьої систем удобрення.

Структурний стан орного шару чорнозему типового під агрофітоценозом гречки практично однаковий за полицево-дискового та диференційованого обробітків за всіх систем удобрення впродовж вегетації круп'яної культури.

Зі збільшенням норм внесення добрив різниця в оструктуреності орного шару ґрунту між першим і другим варіантами обробітку (на користь контролю) зростала лише у фазі сходів гречки та досягала статистично істот-

ного значення (1,3%) тільки за найвищого рівня удобрення. У фазі господарської стиглості зерна гречки цей показник практично однаковий за обома варіантами обробітку як на неудобрених, так і на удобрених ділянках.

Систематичний дисковий обробіток призводить до істотного погіршення структурного стану орного шару ґрунту: вміст водотривких агрегатів на 0,8–1,5% нижчий порівняно з контролем.

У фазі сходів круп'яної культури оструктуреність орного шару чорнозему типового за нульової, першої, другої та третьої систем удобрення становила відповідно 63,1; 64,9; 67,3 і 69,6% за полицево-дискового обробітку, 62,8; 64,5; 66,6 і 68,3 — безполицево-дискового, 63,3; 65,1; 67,5 і 69,8 — диференційованого та 61,6; 63,9; 66,3 і 68,3% за дискового обробітку. У фазі господарської стиглості зерна гречки ці показники вищі та становили відповідно 64,6; 68,4; 71,2 і 72,8% у першому варіанті обробітку, 64,5; 68,4; 71,1 і 73,0 — другому, 64,8; 68,5; 71,3 і 72,3 — третьому та 63,8; 67,5; 70,4 і 71,9% у четвертому варіанті обробітку.

Як і під попередніми культурами сівоzmіни, так і під гречкою чітко виражена диференціація верхнього тридцятисантиметрового шару чорнозему типового за оструктуреністю, яку посилюють безполицево-дисковий та особливо дисковий обробітки в сівоzmіні, за яких цей показник істотно нижчий у верхньому шарі та вищий у середньому й нижньому шарах, ніж на контролі. Так, уміст водотривких агрегатів у шарі ґрунту 0–10 см за полицево-дискового, безполицево-дискового, диференційованого та дискового обробітків у фазі сходів круп'яної рослини становив відповідно 65,1; 59,7; 64,6 і 58,2%; у фазі господарської стиглості зерна — 68,3; 65,4; 67,8 і 64,3%. У шарі ґрунту 20–30 см цей показник за зазначеними вище варіантами обробітку становив відповідно 67,5; 69,5; 68,1 і 69,6% у фазі сходів та 70,1; 71,9; 70,5 і 71,0% у фазі господарської стиглості зерна.

У середньому за вегетацію культури досліджуваний показник родючості в першому, другому, третьому та четвертому варіантах обробітку становив відповідно 66,7; 62,6; 66,2 і 61,3% у шарі ґрунту 0–10 см, 67,7; 68,9; 68,0 і 68,6 — у шарі 10–20 см та 68,8; 70,7; 69,3 і 70,3% — у шарі 20–30 см. Різниця в оструктуреності верхнього та нижнього шарів ґрунту за зазначеними вище варіантами обробітку становила відповідно 2,1; 8,1; 3,1 і 9,0% на користь шару 20–30 см.

Оструктуреність ґрунту за нульової, першої, другої та третьої систем удобрення становила відповідно 60,5; 63,2; 65,7 і 67,4% у шарі 0–10 см, 64,3; 67,1; 69,9 і 71,8 у шарі 10–20 см,

65,9; 68,9; 71,2 і 73,1% — у шарі 20–30 см та 63,5; 66,4; 69,0 і 70,8% у шарі 0–30 см.

Оструктуреність орного шару чорнозему типового у фазі кушення пшениці озимої (після гречки) практично на одному рівні за полицево-дискового, безполицево-дискового та диференційованого обробітку, а за мілкого — на 0,8–1,0% нижча, ніж на контролі. У фазі повної стиглості зерна хлібної рослини цей показник не зазнавав істотних відхилень за варіантами обробітку та в середньому становив 69%.

Під пшеницею озимою також простежується диференціація орного шару ґрунту за вмістом водотривких агрегатів у різних його частинах, особливо за чизельно-дискового та мілкого обробітку. Так, цей показник у фазі кушення хлібної культури в шарах ґрунту 0–10, 10–20 і 20–30 см становив відповідно 66,7; 68,0 і 68,9% у першому варіанті обробітку, 64,0; 69,0 і 70,4% — другому, 66,2; 67,9 і 69,8 — третьому та 62,1; 68,8 і 70,1% у четвертому варіанті обробітку. У фазі повної стиглості зерна аналогічна закономірність, проте вона менш виражена. Різниця в оструктуреності верхнього та нижнього шарів ґрунту у фазах кушення та повної стиглості зерна озимої рослини становила відповідно 2,2 і 2,1% за полицево-дискового обробітку, 6,4 і 4,2 — безполицево-дискового, 3,6 і 3,0 — диференційованого, 8,0 і 5,5% за дискового обробітку.

Уміст водотривких агрегатів у верхньому шарі ґрунту на 2,7 і 1,2% менший відповідно у фазах кушення та повної стиглості зерна за другого варіанта обробітку та на 4,6 і 2,3% за четвертого, ніж за першого варіантів обробітку. У нижньому шарі спостерігалася зворотна закономірність: цей показник родючості був вищий відповідно на 1,5 і 0,9% за безполицево-дискового та на 1,2 і 1,1% за мілкого обробітку порівняно з контролем. Розподіл водотривких агрегатів у частинах орного шару ґрунту за полицево-дискового та диференційованого обробітків істотно не відрізнявся.

Оструктуреність середньої частини орного шару у фазах кушення та повної стиглості зерна була відповідно вища на 1,0 і 0,4% за другого та на 0,8 і 0,7% за четвертого варіанта обробітку, ніж за першого.

Регулююча дія добрив на структурний стан орного шару є істотною: перша, друга та третя системи удобрення забезпечили підвищення вмісту водотривких агрегатів відповідно на 3,1; 5,3 і 7,3% порівняно з неудобреними ділянками.

Загалом, у сівоzmіні найкращий структурний стан орного шару ґрунту зафіксовано за диференційованого обробітку, проте перевага його над контролем була в межах помилки

досліді. За вмістом водотривких агрегатів в орному шарі ґрунту безполицево-дисковий обробіток поступався контролю на 0,3–0,6%, що не перевищувало НР_{0,05}.

Дисковий обробіток за цим показником гірший за полицево-дисковий на 0,6–1,1%, що є істотним лише в початковій фазі розвитку культурних рослин на неудобрених та удобрених першою нормою добрив ділянках. Загалом за вегетацію культур сівозміни оструктуреність орного шару становила 65,8% за полицево-дискового обробітку, 65,5 — безполицево-дискового, 66,2 — диференційованого та 65,1% за дискового обробітку.

ВИСНОВКИ

Диференціація орного шару за вмістом водотривких агрегатів у різних його частинах найбільш виразно проявляється за мілкою обробітку, дещо слабкіше — за безполицево-дискового. За полицево-дискового та диференційованого обробітків орний шар є гомогенним у ранні фази розвитку культурних рослин, а перед їх збиранням простежується підвищення оструктуреності нижнього шару порівняно з верхнім у середньому на 2 і 3% відповідно.

У досліді не зафіксовано посилення диференціації орного шару за оструктуреністю під впливом зростаючих норм внесених добрив.

Різниця в оструктуреності верхнього шару ґрунту за безполицево-дискового та полицево-дискового обробітків становила 5,2% на початку та 3,4% в кінці вегетації культурних рослин на користь контролю. А нижній шар був краще оструктурений — відповідно на 2,6 і 1,7% — за безполицево-дискового обробітку. Останній забезпечував кращий структурний стан порівняно з контролем і середнього шару — на 1,2 і 0,9% відповідно.

Уміст водотривких агрегатів у шарах ґрунту 10–20 і 20–30 см був вищий відповідно на 0,9 і 2,5% на початку та на 0,5 і 1,8% у кінці вегетації культур за дискового обробітку, ніж за полицево-дискового. Водночас у шарі 0–10 см

спостерігалася зворотна закономірність: цей показник був відповідно на 6,0 і 4,2% вищий на контролі.

Перед збиранням зернових культурних рослин сівозміни оструктуреність шарів 0–10, 10–20, 20–30 і 0–30 см чорнозему типового становила відповідно 65,9; 67,0; 67,8 і 66,9% за полицево-дискового обробітку, 62,5; 67,9; 69,5 і 66,7 — безполицево-дискового, 65,8; 67,4; 68,7 і 67,3 — диференційованого, 61,7; 67,5; 69,6 і 66,3% за дискового обробітку.

Зі збільшенням норм внесення добрив структурний стан ґрунту поліпшувався. Вміст водотривких агрегатів на неудобрених ділянках, удобрених першою, другою та третьою нормами добрив становив відповідно 58,9; 62,2; 64,5 і 66,3% у шарі ґрунту 0–10 см, 62,3; 65,5; 67,8 і 69,6% — 10–20 см, 63,6; 66,7; 68,9 і 70,9% — 20–30 см та 61,6; 64,8; 67,1 і 68,9% в орному шарі. Перша система удобрення забезпечила зростання цього показника в орному шарі на 3,2% порівняно з нульовою; друга — на 2,3% порівняно з першою, а третя — на 1,8% порівняно з другою.

За оструктуреності орного шару ґрунту загалом по досліді п'яти полів сівозміни 65,6%, цей показник у шарах 0–10, 10–20 і 20–30 см становив 63,0; 66,3 і 67,5% відповідно.

Структурний стан ґрунту поліпшується й упродовж вегетації культур сівозміни. На її початку вміст водотривких агрегатів у шарах ґрунту 0–10, 10–20, 20–30 і 0–30 см становив 62,0; 65,2; 66,1 і 64,4% відповідно, а в кінці — 64,0; 67,5; 68,9 і 66,8%.

Продуктивність сівозміни в неудобрених варіантах, удобрених 6 т/га гною + N₆₄P₅₄K₅₈, 6 т/га гною + N₉₈P₆₆K₉₂ та 6 т/га гною + N₁₂₆P₈₂K₁₁₆ становила відповідно 2,29; 3,96; 5,08 і 5,59 т/га зерна та 2,67; 4,63; 5,97 і 6,56 т/га кормових одиниць за полицево-дискового обробітку, 1,94; 3,53; 4,60 і 5,07 т/га та 2,27; 4,14; 5,41 і 5,95 т/га — безполицево-дискового, 2,30; 3,97; 5,11 і 5,62 та 2,66 т/га; 4,63; 5,98 і 6,57 т/га — диференційованого, 1,75; 3,42; 4,54 і 5,04 т/га зерна та 1,98; 4,01; 5,34 і 5,92 т/га кормових одиниць за дискового обробітку і НР_{0,05} 3,1 та 3,5 т/га.

ЛІТЕРАТУРА

1. Прима І.Д., Косолап М.П., Войтовик М.В. та ін. Механічний обробіток ґрунту: історія, теорія, практика: навчальний посібник. Вінниця: ТОВ "ТВОРИ", 2019. 428 с.
2. Прима І.Д., Купчик В.І., Лозінський М.В. та ін. Агрономічне ґрунтознавство: навчальний посібник. Вінниця: ТОВ "Нілан-ЛТД", 2017. 580 с.
3. De Candolle A.P. Pflanzenphysiologie. Paris, at the expense of the partners Treuttel and Würtz, 1883. 493 p.
4. Медведев В.В. Структура ґрунту (методи, генезис, класифікація, еволюція, географія, моніторинг, охорона). Харків: "13 типографія", 2008. 406 с.
5. Wagner W. Die chinesische Landwirtschaft. Berlin: Paul Parey, 1926. 663 s.
6. Franklin T.V. A History of Agriculture. London: G. Bell and Sons, 1948. 239 p.
7. Прима І.Д., Панченко О.Б., Войтовик М.В. та ін. Еволюція теоретичних і практичних основ переходу від полицевого до безполицевого і поверхневого та нульового обробітків ґрунту в Україні з середини першої

- половини 20 ст. до сьогоднішнього. *Агробіологія*. 2018. Вип. 2 (139). С. 6–17. DOI: <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2018-142-2-6-17>
8. Косолап М.П., Кротінов О.П., Кремсал В.Г. Виробництво зерна в Україні за технологією No-till. Київ, 2009. 140 с.
 9. Косолап М.П., Кротінов О.П. Система землеробства No-till. Навчальний посібник. Київ: Логос, 2011. 352 с.
 10. Медведєв В.В. Фізичні властивості та обробіток ґрунту в Україні. Харків: Городська типографія, 2013. 224 с.
 11. Медведєв В.В., Булігін С.Ю., Булігіна М.Е. Сучасні системи землеробства і проблема обробітку ґрунту. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 2. С. 127–134. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2017.220168>
 12. Землеробство: підручник / І.Д. Прима, Л.В. Єзерковська, Ю.В. Федорук та ін.; за ред. І.Д. Прима. Вінниця: ТОВ ТВОРИ, 2020. 528 с.
 13. Вільямс В.Р. Ґрунтознавство. Землеробство з основами ґрунтознавства. Харків: Держсільгоспвидав, 1948. 444 с.
 14. Адамчук В.В., Булгаков В.М., Танчик С.П., Надикто В.Т. Сучасні проблеми оранки як особливого прийому обробітку ґрунту. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 1. С. 5–10. URL: https://agrovisnyk.com/pdf/ua_2016_01_01.pdf (дата звернення: 31.01.2025).
 15. No-till — крок до ідеального землеробства. Київ: Вид-во “Зерно”, ЗАТ “Гроші та світ”, 2007. 128 с.
 16. Прима І.Д., Цюк О.А., Мартинюк І.В. та ін. Еволюція систем землеробства в Україні. Монографія. Вінниця: ТОВ “Твори”, 2022. 524 с.
 17. Камінський В.Ф., Адамчук В.В., Булгаков В.М., Надикто В.Т. Агроінженерні підходи щодо збереження родючості ґрунтів. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 11. С. 5–16. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202111-01>
 18. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Костогриз П.В., Опришко В.П. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник. Вінниця: ПП “ТД “Едельвейс і К””, 2014. 332 с.
 19. Kaspekowicz A. Rolnictwo. Lwow, 1826. Т. 1, 2.
 20. Надикто В.Т. Механіко-технологічні основи оранки. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 4. С. 28–30.
 21. Шевченко М.В. Наукові основи систем обробітку ґрунту в польових сівозмінах Лівобережного Лісостепу України: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.01.01. Дніпропетровськ, 2015. 41 с.
 22. Шевченко М.В. Наукові основи систем обробітку ґрунту в умовах нестійкого та недостатнього зволоження: монографія. Харків: ХНАУ, 2019. 209 с.
 23. Гриник С.І. Оптимізація способу обробітку ґрунту і системи удобрення в короткоротаційній сівозміні Передкарпаття України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.01. Київ, 2021. 22 с.
 24. Сінченко В.В. Оптимізація основного обробітку ґрунту при вирощуванні сої за різних попередників у Правобережному Лісостепу України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.09. Київ, 2020. 47 с.
 25. Центило Л.В. Агроекологічні основи відтворення родючості чорнозему типового та підвищення продуктивності агроценозів Правобережного Лісостепу України: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.01.01. Київ, 2020. 41 с.
 26. Циліурік 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.
 27. Танчик С.П., Цюк О.А., Центило Л.В. Наукові основи систем землеробства: монографія. Вінниця: ТОВ “Нілан-ЛТД”, 2015. 314 с.
 28. Танчик С.П., Манько Ю.П., Гудзь В.П. та ін. Землеробство: практикум. Київ: ФОП Корзун Д.Ю., 2013. 278 с.
 29. Прима І.Д., Манько Ю.П., Мазур В.А. та ін. Екологічні проблеми землеробства: навчальний посібник. Київ: Центр учбової літератури, 2010. 456 с.

THE STRUCTURAL STATE OF TYPICAL CHERNOZEM UNDER DIFFERENT MAIN CULTIVATION SYSTEMS IN A SPECIALIZED FIVE-FIELD CROP ROTATION OF THE RIGHT-BANK FOREST-STEPPE OF UKRAINE

Prymak I.

Doctor of Agricultural Sciences, Professor

Bila Tserkva National Agrarian University (Bila Tserkva, Ukraine)

e-mail: ivan.prymak@btsau.edu.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0094-3469>

Prisjahnjuk N.

Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor

Bila Tserkva National Agrarian University (Bila Tserkva, Ukraine)

e-mail: natasha.prisjahnjuk@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4737-0143>

Fedoruk Yu.

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

Bila Tserkva National Agrarian University (Bila Tserkva, Ukraine)

e-mail: fedoruky_4@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3921-7955>

Voitovyk M.

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Bila Tserkva National Agrarian University (Bila Tserkva, Ukraine)
e-mail: mvoitovyk@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-8420-3222>

Pavlichenko A.

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Bila Tserkva National Agrarian University (Bila Tserkva, Ukraine)
e-mail: andrii.pavlichenko@btsau.edu.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5576-9931>

Nagorniuk O.

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Senior Researcher
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: onagornuk@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6694-9142>

In a stationary field experiment on chernozem, a typical deep medium-loam experimental field of the Bila Tserkva National Agrarian University, the structure of the plowed layer (0–30 cm) did not differ significantly under shelf, no-shelf and differentiated tillage. When processing the disc, this indicator decreased by 0.7%, not reaching NIR 0.05. Plowing in two- and one-field crop rotation excludes the differentiation of the plowed soil layer by the content of water-resistant aggregates. In soil layers 0–10, 10–20, and 20–30 cm, this indicator was 65.3, respectively; 65.8 and 66.2% for shelf-disc (control), 65.4; 66.2 and 67.1 — differentiated, 61.0; 66.9 and 68.4 — shelfless disc and 60.2; 66.5 and 68.4% for disc processing. The heterogeneity of the arable layer of the typical chernozem is most clearly manifested in the case of disk and somewhat weaker in the case of plowless tillage in crop rotation. There was no increase in the differentiation of the arable layer in terms of structure under the influence of increasing rates of applied fertilizers. The difference in the structure of the upper layer of the soil under shelf-disc and shelf-disc treatments was 5.2% at the beginning and 3.4% at the end of the growing season of cultivated plants in favor of the control. And the lower layer is better structured by 2.6 and 1.7%, respectively, for shelfless-disc processing. With the increase in fertilizer rates, the structural condition of the soil improved. Productivity of crop rotation for shelf-disc and differentiated tillage is almost at the same level, but for shelfless-disc and disc — significantly lower. In field five-field grain crop rotation, deep cultural plowing is recommended for only one crop (preferably row crop), and for the rest — disking and chiselling to different depths, taking into account the biological characteristics of agricultural plants.

Keywords: soil, plowing, disking, chiseling, fertilizers, arable layer, crops, productivity.

REFERENCES

1. Prymak, I.D., Kosolap, M.P., Voitovyk, M.V., et al. (2019). Mechanical soil cultivation: history, theory, practice: study guide. Vinnytsia: TVORY LLC.
2. Prymak, I.D., Kupchik, V.I., Lozinsky, M.V., et al. (2017). Agronomic soil science: textbook. Vinnytsia: Nilan-LTD LLC.
3. De Candolle, A.P. (1883). Pflanzenphysiologie. Paris, at the expense of the partners Treuttel and Würtz.
4. Medvedev, V.V. (2008). Soil structure (methods, genesis, classification, evolution, geography, monitoring, protection). Kharkiv: "3 typohrafiia".
5. Wagner, W. (1926). Die chinesische Landwirtschaft. Berlin: Paul Parey.
6. Franklin, T.V. (1948). A History of Agriculture. London: G. Bell and Sons.
7. Prymak, I., Panchenko, D., Voitovyk, M., Karpenko, V., Levandovska, S., & Panchenko, I. (2018). The evolution of theoretical and practical basis of proceeding from beard tillage to beardless tillage and from surface tillage to no-tillage of Ukrainian soils since the middle of the first part of the 20th century up to today. *Agrobiology*, 2 (139), 6–17. doi: <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2018-142-2-6-17>
8. Kosolap, M.P., Krotinov, O.P., & Kremsal, V.G. (2009). Grain production in Ukraine using No-till technology. Kyiv.
9. Kosolap, M.P., & Krotinov, O.P. (2011). No-till farming system. Textbook. Kyiv: Logos.
10. Medvedev, V.V. (2013). Physical properties and soil cultivation in Ukraine. Kharkiv: Horodska typohrafiia.
11. Medvedev, V.V., Bulygin, S.Yu., & Bulygina, M.E. (2017). Modern farming systems and the problem of soil cultivation. *Agroecological Journal*, 2, 127–134. doi: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2017.220168>
12. Primak, I.D. (Ed.), Yezerkovska, L.V., Fedoruk, Yu.V., et al. (2020). Agriculture: textbook. Vinnytsia: TVORY LLC.
13. Williams, V.R. (1948). Soil science. Agriculture with the basics of soil science. Kharkiv: Derzhsilhospydav.
14. Adamchuk, V.V., Bulgakov, V.M., Tanchyk, S.P., & Nadykto, V.T. (2016). Modern problems of plowing as a special method of soil cultivation. *Bulletin of Agricultural Science*, 1, 5–10. Retrieved from https://agrovisnyk.com/pdf/ua_2016_01_01.pdf
15. No-till — a step towards ideal agriculture. (2007). Kyiv: Publishing house "Zerno", CJSC "Money and the World".
16. Prymak, I.D., Tsyuk, O.A., & Martyniuk I.V., et al. (2022). Evolution of agricultural systems in Ukraine. Monograph. Vinnytsia: Tvory LLC.

17. Kaminsky, V.F., Adamchuk, V.V., Bulgakov, V.M., & Nadykto, V.T. (2021). Agroengineering approaches to preserving soil fertility. *Bulletin of Agricultural Science*, 11, 5–16. doi: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202111-01>
18. Yeshchenko, V.O., Kopytko, P.G., Kostogryz, P.V., & Opryshko, V.P. (2014). Fundamentals of scientific research in agronomy: textbook. Vinnytsia: PP "TD "Edelweiss and K".
19. Kaspekowicz, A. (1826). Rolnictwo (Vol. 1–2). Lwow.
20. Nadykto, V.T. (2012). Mechanical and technological foundations of plowing. *Bulletin of agricultural science*, 4, 28–30.
21. Shevchenko, M.V. (2015). Scientific bases of tillage system in the field rotations of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. (Extended abstract of the doctoral dissertation, Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipropetrovsk, Ukraine).
22. Shevchenko, M.V. (2019). Scientific foundations of soil cultivation systems under conditions of unstable and insufficient moisture: monograph. Kharkiv: KhNAU.
23. Hrynyk, S.I. (2021). Optimization of soil cultivation method and fertilization system in short-rotation crop rotation of the Precarpathian region of Ukraine. (Extended abstract of the candidate's dissertation, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine).
24. Sinchenko, V.V. (2020). Optimization of the main tillage when growing soybeans under different predecessors in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. (Extended abstract of the candidate's dissertation, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine).
25. Tsentilo, L.V. (2020). Agroecological foundations of restoring the fertility of typical black soil and increasing the productivity of agrocenoses of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. (Extended abstract of the doctoral dissertation, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine).
26. Tsilyuryk, O.I. (2014). Scientific substantiation of the effectiveness of basic tillage systems in short-rotation crop rotations of the Northern Steppe of Ukraine. (Extended abstract of the doctoral dissertation, Institute of Agriculture of the Steppe Zone of the NAAS of Ukraine, Dnipropetrovsk, Ukraine).
27. Tanchyk, S.P., Tsyuk, O.A., & Tsentilo, L.V. (2015). Scientific foundations of agricultural systems: monograph. Vinnytsia: Nilan-LTD.
28. Tanchyk, S.P., Manko, Y.P., Gudzyk, V.P., et al. (2013). Agriculture: workshop. Kyiv: FOP Korzun D.Yu.
29. Primak, I.D., Manko, Y.P., Mazur, V.A., et al. (2010). Ecological problems of agriculture: textbook. Kyiv: Center for Educational Literature.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

ПРИМАК Іван Дмитрович, доктор сільськогосподарських наук, професор, Білоцерківський національний аграрний університет (Соборна площа, 8/1, м. Біла Церква, Київська обл., Україна, 09117; 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 (Соборна площа, 8/1, м. Біла Церква, Київська обл., Україна, 09117; e-mail: natasha.prisjajhnjuk@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4737-0143>).

ФЕДУРУК Юрій Васильович, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Білоцерківський національний аграрний університет (Соборна площа, 8/1, м. Біла Церква, Київська обл., 09117; e-mail: fedoruky_4@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3921-7955>).

ВОЙТОВИК Михайло Вікторович, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Білоцерківський національний аграрний університет (Соборна площа, 8/1, м. Біла Церква, Київська обл., Україна, 09117; e-mail: mvoitovyk@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-8420-3222>).

ПАВЛІЧЕНКО Андрій Андрійович, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Білоцерківський національний аграрний університет (Соборна площа, 8/1, м. Біла Церква, Київська обл., Україна, 09117; e-mail: andrii.pavlichenko@btsau.edu.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5576-9931>).

НАГОРНЮК Оксана Миколаївна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, старший науковий співробітник сектору розвитку сільських територій відділу економіки природокористування в агросфері, Інститут агроекології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна, 03143; e-mail: onagornuk@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6694-9142>).

КОНТРОЛЬ КОНЦЕНТРАЦІЇ МІКРОЕЛЕМЕНТА ФЕРУМУ В СУБСТРАТІ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ТОМАТІВ В УМОВАХ ЗАХИЩЕНОГО ҐРУНТУ

Л.П. Морозова

кандидат хімічних наук, старший викладач

Вінницький національний аграрний університет (м. Вінниця, Україна)

e-mail: lubovmoroza1982@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9284-7951>

Овочівництво є однією з важливих галузей сільського господарства України. Численні наукові дослідження та використання їх результатів на практиці засвідчили, що застосування добрив і зрошення в теплицях можуть у кілька разів підвищити врожайність овочевих культур. Сприяти збільшенню економічної ефективності овочівництва може впровадження промислових технологій вирощування, які базуються на повній механізації головних виробничих процесів, скороченні витрат води, створенні сортів культурних рослин із високою потенційною продуктивністю. Проблема розробки та впровадження промислових технологій потребує вирішення цілої низки складних завдань, до яких належать: створення й повсюдне поширення сортів овочевих культур, придатних для механізованого збирання; розробка комплексу агротехнічних заходів, який охоплює норми, строки та засоби внесення добрив, режими зрошення, заходи боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами; вивчення впливу погодних умов на зростання культур, формування врожайів, зіставлення агрокліматичних ресурсів території вирощування з вимогами культур тощо. Характерною рисою сучасного овочівництва є його інтенсифікація шляхом збільшення частки ранніх овочів у захищеному ґрунті, внесення добрив та ін. Однією з основних овочевих культур, що вирощуються в Україні, є томати. Відомо, що їх урожаї на території України дуже мінливі та визначаються забезпеченістю території світлом, теплом, вологою, елементами живлення, а також біологічними особливостями культури. Підвищенню врожайності томатів сприяє багато чинників, зокрема впровадження у виробництво нових, продуктивніших сортів, сортове районування, яке передбачає розміщення різних за швидкістю зростання сортів відповідно до агрокліматичних ресурсів території та біологічних особливостей цієї культури. Виявлення причин коливання продуктивності овочевих культур у часі та на території, розробка на цій основі кількісних показників, які давали б змогу з достатньою точністю характеризувати величину врожайів залежно від погодних умов, що складаються в окремі роки в різних регіонах — досить складна проблема, яка вирішується в сучасних дослідженнях з агрометеорології. Через часту зміну сортового складу та велику кількість сортів різних термінів дозрівання овочеві культури є складним об'єктом для досліджень. Хоча більшість томатів вирощують у відкритому ґрунті, їх культивування в скляних теплицях або теплицях тунельного типу, вкритих плівковою плівкою, стає все більш поширеним для забезпечення місцевих ринків свіжими плодами. У закритому ґрунті вирощують переважно високорослі сорти томатів. Вони дозволяють максимально ефективно використовувати площу теплиць та отримувати багаті врожаї. У теплицях підтримують високі концентрації вуглекислого газу (600–1000 ppm) для покращення процесу фотосинтезу, швидкості росту та врожайності. Подібна практика часто використовується в регіонах із низькою врожайністю та системах інтенсивного сільськогосподарського виробництва. Хоча висаджування томатів у ґрунт у теплицях тунельного типу все ще досить поширене, більшість тепличних сортів томатів інтенсивного типу вирощують на субстратах, таких як мінеральна вата. Фертигація забезпечує достатнє надходження поживних речовин та усуває більшість чинників, пов'язаних із важкими характеристиками ґрунту, які важко контролювати. Вирощування томатів у теплицях потребує використання значної кількості води. Для підживлення томатів виробникам потрібно також враховувати масу та ступінь розчинності мінеральних добрив у воді. Деякі елементи або сполуки, наявні в зрошувальній воді, можуть впливати на ріст рослин, саме тому існує необхідність контролю їх рівня. У роботі досліджено вплив концентрації мікроелемента феруму в субстраті з мінеральної вати на ріст і розвиток культури томата сорту Біоранж (жовті плоди) у період масового плодоношення в умовах захищеного ґрунту. Встановлено, що фотоелектроколориметричний метод визначення вмісту мікроелемента феруму в мінераловатних витяжках є досить чутливим, простим і рекомендованим для використання в серійних аналізах. Визначене середнє значення вмісту мікроелемента феруму (1,23 мг/л) виявилось достатнім для вирощування томатів у період масового плодоношення. Контроль вмісту феруму дозволяє значною мірою попередити хвороби томатів на хлороз листя та отримувати високоякісні врожаї.

Ключові слова: хімічний склад, теплиця, гідропоніка, елементи живлення, поживний розчин, фотоелектроколориметрія.

ВСТУП

На сьогодні томати (*Lycopersicon esculentum*) є одними з найпопулярніших свіжих овочів на світовому ринку, виробництво яких у світі перевищує 163,9 млн т. Їх вважають функціональною їжею, оскільки вони мають високий рівень вітамінів, мінералів і, зокрема, лікопіну — каротиноїдного пігменту, що має антиоксидантні властивості. На якість томатів, яку прийнято оцінювати за такими ознаками, як зовнішній вигляд, текстура, безпека, смак і харчова цінність, впливають генетична основа, умови вирощування, використовувані ресурси та умови зберігання. Але основною характеристикою є зовнішній вигляд, оскільки саме він визначає вартість комерціалізації продукту [1; 2]. Враховуючи зростання споживчого попиту на овочеві продукти в усьому світі, томати, вирощені в теплиці, є чудовою перспективою для продажу на місцевих ринках. Однак для вирощування томатів як органічного продукту необхідно використовувати ресурси та методи, які покращують екологічну рівновагу природних систем [3].

Томат — теплолюбна, посухостійка, вимоглива до родючості ґрунту рослина. Потреба у волозі залежить від фази розвитку рослин: сходи — зав'язування плодів — 70–80%, масове плодоутворення — 80–85%, завершення плодоутворення — 70% [4].

Культура томата має широке практичне застосування, зокрема в кулінарії. Помідори використовують у закусках, перших і других стравах, салатах — як у сирому, так і в обробленому вигляді. З них готують салати, супи, соуси, піцу та пасту.

Томати успішно використовують для приготування різних видів консервів. Плоди містять значну кількість кислоти, що дає можливість при виготовленні консервів обмежитися їхньою стерилізацією в киплячій воді. Залежно від того, якого смаку хоче досягти господаря, помідори можна маринувати, солити, варити солодкий соус, сік або компот. Як правило, у будь-якому вигляді консервування використовують цукор, сіль, оцет, лимонну кислоту та різноманітні спеції. За правильної заготівлі продукт можна зберігати в темному та прохолодному місці протягом кількох років. Ці консерви завжди є відмінним доповненням до гарнірів, м'яса, риби, салатів і самостійною закускою. Найвідомішим продуктом із томатів є кетчуп — солодкий помідорний соус із додаванням приправ [5; 6].

Томати вирощують практично на всій території України, але найбільші їхні площі зосереджені в областях Північного та Південного Степу. В усіх районах практикують вирощування різних за швидкостиглістю сортів, щоб

якомога довше забезпечувати населення свіжими плодами. Ранньостиглі сорти дозрівають через 90–95 діб після сходів, середньостиглі — через 110–120, пізньостиглі — через 125–150 діб. Строк дозрівання томатів залежить також від природної кліматичної зони вирощування. Одні й ті самі сорти в південних районах України дозрівають на 15–20 днів раніше, ніж у центральних, і на 25–30 днів раніше, ніж у північних [7; 8].

Настання зрілості томатів залежить від способу їх вирощування. За розсадного способу збір плодів починається з другої декади липня в південних районах і з третьої декади липня в центральних і північних районах. Урожай томатів, вирощених безрозсадним способом, нижчий, ніж вирощених розсадним. Крім того, величина врожаю томатів залежить від способу його збирання. За багаторазового збирання врожай вищий, ніж за одноразового. Строки плодоношення різних за швидкостиглістю томатів відрізняються на 15–20 днів.

Мінливість урожаїв томатів відображає особливості термічного режиму та режиму забезпечення вологою кожного конкретного року в усіх районах. Як і для інших овочевих культур, урожай томатів залежить від багатьох чинників, насамперед від забезпеченості вологою, теплом, поживними речовинами, особливо в критичний період розвитку — від масового утворення бруньок до першого масового збору плодів. Серед овочевих культур томати вирізняються більшою посухостійкістю, але оптимальне зволоження забезпечує формування високого врожаю. Воно має бути не нижче 70% вологоємності. Найбільше води томати потребують після зав'язування плодів. У більшості районів томати вирощують розсадним способом [9; 10].

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Сьогодні в тепличних господарствах дедалі ширше застосовується метод малооб'ємної гідропоніки з використанням крапельного поливу [11]. Як субстрат використовують спеціальні матеріали — мінеральну вату, кокос, торф тощо. Обраний субстрат виконує функцію середовища для коренів, підживлення здійснюється завдяки подачі розчину добрив. При вирощуванні на субстраті необхідно дуже точно дозувати добрива та забезпечувати рослини достатньою кількістю поживних речовин.

Останніми роками змінилися підходи до технології вирощування рослин. Щоб отримати максимальну продуктивність, треба навчитися керувати їхнім ростом і розвитком. При цьому найважливішим резервом зростання врожайності є найбільш повна реалізація потенційної

продуктивності гібридів, що обробляються, ефективне використання умов вирощування, а також підбір гібридів, адаптованих до сучасних умов вирощування [12].

У роботах [13–16] досліджено роль макроелементів калію, кальцію, магнію та фосфору для росту й розвитку томатів при вирощуванні їх в умовах захищеного ґрунту, що спонукало до подальшого вивчення ролі інших хімічних елементів, зокрема мікроелементів, у різних фізіологічних процесах у рослинному організмі.

Мета статті — визначити вміст мікроелемента феруму у витяжках з мінеральної вати, на якій зростають рослини томата в теплицях, та охарактеризувати вплив концентрації цього елемента живлення на ріст і розвиток томатів.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктом дослідження були обрані томати сорту Біоранж (жовті плоди) у період масового плодоношення (після 12-ї китиці). Підживлення томатів здійснювали згідно з рецептом, наведеним у таблиці 1.

Таблиця 1

Маточний розчин для поливу томатів сорту Біоранж у період масового плодоношення

Бак А (кг/м³)	Бак Б (кг/м³)
Ca(NO ₃) ₂ — 95,0 KNO ₃ — 20,3 HNO ₃ — 1 л Хелат Fe (13%) — 0,85	HNO ₃ (57%) — 40,1 л pH=5,5 KNO ₃ — 10,0 KH ₂ PO ₄ — 20,4 K ₂ SO ₄ — 34,8 MgSO ₄ — 52,9 Мікроелементи: г/м³ MnSO ₄ (32%) — 130 ZnSO ₄ (23%) — 123 Бура (15%) — 187 CuSO ₄ (25%) — 19 Молибдат Na (40%) — 12

Джерело: сформовано автором на основі власних досліджень.

Відбір проб на вміст поживних елементів здійснювався протягом тижня (щодня, шість днів поспіль).

Кількісний уміст феруму визначали у витяжках із мінеральної вати за допомогою методу фотоелектроколориметрії відповідно до методики, наведеної в [17].

Ферум (III) утворює з сульфосаліциловою кислотою, залежно від кислотності розчину, низку забарвлених комплексів. У лужних середовищах ($9 < \text{pH} < 11,5$) утворюється комплекс жовтого кольору зі смугою поглинання $\lambda_{\text{max}} = 416$ нм.

Раніше вважалося, що комплекс, який утворюється в лужних середовищах, є трисульфосаліцилатом Fe (III). Однак у пізніших дослідженнях висловлено іншу точку зору щодо природи цього комплексу. Вважається, що його утворення пов'язане не з приєднанням третьої молекули реагенту, а з депротонуванням біс-комплексу. Внаслідок зміцнення зв'язку атома феруму з фенольним киснем відбувається зсув смуги поглинання біс-комплексу в короткохвилову область спектру.

Інтенсивність забарвлення розчину пропорційна концентрації феруму, який знаходиться за градувальним графіком, побудованим на основі стандартного розчину феруму (III).

Для проведення експерименту були використані наступні необхідні реактиви та прилади:

1. Фотоелектроколориметр КФК-3.
2. 25%-й розчин сульфосаліцилової кислоти. Приготування реактиву: 125 г сульфосаліцилової кислоти розчиняють у дистильованій воді в мірній колбі об'ємом 500,00 мл.
3. 25%-й розчин аміаку.
4. Приготування стандартного розчину 0,1 мг/мл Fe³⁺: 0,8634 г перекристалізованого залізоамонійного галузу FeNH₄(SO₄)₂ · 12H₂O кількісно розчиняють у дистильованій воді в мірній колбі об'ємом 1,00 л, додають кілька крапель концентрованої HNO₃ і доводять об'єм розчину водою до мітки.
5. Побудова калібрувального графіка. У мірні колби об'ємом 50,00 мл вводять наступну кількість стандартного розчину:

C (Fe ³⁺), мг	0,02	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30
Об'єм стандартного розчину (0,1 мг/мл Fe ³⁺), мл	0,2	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0

Сюди ж додають невелику кількість дистильованої води, по 2 мл 25%-го розчину сульфосаліцилової кислоти та по 5 мл 25%-го аміаку. Розчин ретельно перемішують і доводять до мітки водою.

6. Приготування розчину порівняння (“нульового” розчину): у мірну колбу об'ємом 50,00 мл вводять невелику кількість води, 2 мл 25%-го розчину сульфосаліцилової кислоти та 5 мл 25%-го аміаку.

7. Вимірювання проводять при довжині хвилі 400 нм, чутливості “3” за чорною шкалою, товщині кювети 10 мм.

8. За отриманими даними будують графік залежності коефіцієнта пропускання (%) від вмісту феруму (мг) в розчині.

9. Для проведення аналізу вмісту феруму в досліджуваних зразках 5 мл досліджуваного розчину поміщають у мірну колбу об'ємом 50,00 мл, додають невелику кількість дистильованої води, 2 мл 25%-го розчину сульфосаліцилової кислоти та 5 мл 25%-го аміаку, об'єм розчину доводять до мітки водою. Вимірювання проводять при довжині хвилі 400 нм, чутливості "3" за чорною шкалою, товщині кювети 10 мм.

10. Розрахунок вмісту Fe^{3+} (мг/мл) в розчині проводять за формулою:

$$C(\text{Fe}^{3+}) = a \cdot 1000 / V, \quad (1)$$

де: a — вміст Fe^{3+} (мг), знайдений за калібрувальним графіком; V — об'єм досліджуваного розчину, взятого на аналіз, мл; 1000 — перевідний коефіцієнт.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Томати досить вимогливі до наявності поживних речовин. Для нормального росту та розвитку рослини мають бути забезпечені не тільки азотом, фосфором і калієм, а й кальцієм, магнієм, сіркою та мікроелементами в достатній кількості. Мікроелементи в рослинах — це переважно метали, які вони отримують із ґрунту.

До мікроелементів належать цинк, бор, мідь, молібден, кобальт, магній, марганець, барій, йод, кремній, алюміній, хлор, титан, натрій, срібло, ферум, ванадій, нікель, селен, літій.

Усі вони відіграють важливу роль у процесі вегетації рослини, а саме впливають на:

- процес фотосинтезу;
- показники цукристості;
- стійкість до морозів і посухостійкість;
- синтез білків;
- стійкість до хвороб і шкідників;
- розмір та якість урожаю [18].

Там їх накопичується багато, але переважно у вигляді нерозчинних сполук, а рослини засвоюють мікроелементи лише в розчинній формі. Крім того, кислотність ґрунту має значення для засвоєння мікроелементів рослинами. У кислих ґрунтах їх засвоєння ускладнене або майже не відбувається. Тому вміст мікроелементів у ґрунті коригують, застосовуючи комплексне мінеральне живлення рослин. Мікроелементи краще вносити через систему краплинного зрошення або шляхом позакоренових підживлень, які не тільки доповнюють кореневе живлення, але й коригують надходження поживних речовин у випадках, коли ґрунтово-кліматичні умови заважають їх достатньому поглинанню кореневою системою рослин або коли потрібна швидка дія добрив [19].

Наприклад, у холодному ґрунті знижується засвоєння азоту, фосфору, сірки, марганцю, цинку, а в перегрітому та недостатньо зволоженому — калію, кальцію, міді. Неоптимальний полив (посуха або надмірна вологість) робить недоступними сполуки бору, а рясний полив і неоптимальна температура викликають дефіцит феруму. Не лише фактори навколишнього середовища, а й самі елементи часто блокують один одного [4; 7; 20].

Зокрема, високі дози макроелементів і навіть деяких мікроелементів майже завжди блокують надходження інших елементів живлення. Тобто, застосовуючи комплексне добриво, далеко не завжди можна сподіватися, що воно повністю задовольнить потреби рослини, а іноді — навіть порушить баланс між елементами живлення.

З іншого боку, в ґрунті, а особливо в торфоґрунті, не часто зустрічається надлишок елемента живлення, а дефіцит, принаймні половини з них, — практично повсюдно. Отже, застосування професійних комплексних добрив, де всі складові сумісні між собою, не знижують розчинність і засвоюваність один одного, є необхідною умовою, яку можна доповнити простішими добривами, залежно від потреб культури. Лише в сукупності ці добрива можуть забезпечити стратегію оптимального живлення в кожному окремому випадку [21].

Поглинання і рух феруму в рослинних органах значно залежать від низки факторів та умов навколишнього середовища, серед яких найбільше значення мають рН, вміст кальцію і фосфору, водний і повітряний режими. Конкуренція катіонів інших мікроелементів із ферумом за місця приєднання хелатованих сполук зумовлює невисокі темпи поглинання цього елемента та викликає порушення в його перенесенні в рослинах [18].

Біохімічні функції феруму. Ферум заслужено вважається одним із найважливіших елементів метаболізму. Він бере участь у перетворенні енергії, необхідної для синтезу та інших життєвих процесів у клітинах. У біохімії рослин феруму відводиться одна з ключових ролей, оскільки:

- процеси утворення хлорофілу здійснюються за його участю;
- при фотосинтезі його органічні комплекси беруть участь у перенесенні електронів;
- негемові ферумовмісні білки беруть участь у відновленні нітритів і сульфатів;
- він безпосередньо бере участь у метаболізмі нуклеїнових кислот [22].

Брак феруму впливає на різні фізіологічні процеси, що проявляється ослабленим ростом рослин і зниженням їхньої врожайності.

Дефіцит феруму є проблемою для багатьох сільськогосподарських культур, оскільки більша частина ґрунтів характеризується низьким умістом доступних для рослин форм Fe [23].

Симптоми недостатності феруму можуть проявлятися при різному вмісті феруму в рослинах, а їхній характер значною мірою залежить від ґрунтових, рослинних, поживних і кліматичних факторів. Найтиповішим симптомом є міжжилковий хлороз молодого листя (рис. 1).

Антагоністична взаємодія між ферумом та іншими елементами для різних сільськогосподарських культур може бути як корисною, так і шкідливою. Перешкоджає засвоєнню феруму висока вологість ґрунту та високий уміст іонів-антагоністів: P, Ca, Cu, Zn. Взаємодія заліза й цинку призводить до осадження франклініту $ZnFe_2O_4$, а це різко знижує доступність обох елементів для рослин. Взаємодія феруму та фосфору зазвичай відбувається за участі рослин. У ґрунтах, через спорідненість іонів Fe^{3+} і $H_2PO_4^-$, при сприятливих умовах може утворитися $FePO_4 \cdot 2H_2O$. Більше того, аніони фосфору конкурують із рослинами за ферум, тому фосфор заважає поглинанню та руху феруму в рослинах. Пропорційне співвідношення фосфору та феруму в рослинах є основою для їхнього нормального розвитку [19].

Думка про те, що ферумодефіцитний хлороз у рослин, що ростуть на карбонатних ґрунтах, може бути пов'язаний з впливом кальцію, а не з низькою доступністю феруму, є хибною, оскільки антагонізм Fe і Ca чітко не доведений. Взаємодія феруму та сірки носить випадковий характер. Так, низький уміст сірки в ґрунтах може пригнічувати поглинання феруму, тоді як високий уміст сірки, залежно від ґрунтових умов, може призводити до зниження доступності феруму для рослин [22].

Для розсади необхідні листкові підживлення з перевагою фосфору (наприклад, 1:2:0,8), що містять бор, ферум і цинк. 10–15% добрива вносять у фазі сім'ядоль, а решту 85–90% — у фазі першої пари справжніх листків.

Після пікіровки та висадки розсади проводять позакореневе підживлення зі співвідношенням NPK 2:1,3:1, а також вносять бор, ферум, марганець, мідь, молібден і цинк.

Під час формування першої китиці листка томата проводять підживлення макроелементами (1:3:6), а також вносять кальцій, ферум, бор, молібден, марганець, мідь і цинк.

В активні фази росту рослини або плодів вагоме значення мають азот, фосфор, кальцій, магній, ферум, бор, молібден, марганець, мідь і цинк.

Під час наливання плодів віддають перевагу калію, фосфору, кальцію, сірці, магнію,



Рис. 1. Хлороз, викликаний дефіцитом феруму
Джерело: фото автора.

феруму, марганцю та цинку, а при дозріванні — калію, фосфору, сірці, магнію і молібдену [8].

Ферум бере участь в утворенні хлорофілу, оскільки входить до складу ферментів, необхідних для синтезу зеленого пігменту, регулює процеси окислення та відновлення основних органічних сполук у рослинах, відіграє важливу роль у диханні. Коли цього елемента не вистачає, у рослинах затримується синтез ростових речовин (ауксинів), забарвлення листя змінюється на світло-жовте чи майже біле [24].

У разі незначної нестачі феруму колір листя такий самий, як при дефіциті азоту чи інших елементів, а з її посиленням спостерігається типовий міжжилковий хлороз. Гострий дефіцит Fe призводить до сильного хлорозу молодого листя. Спочатку на ньому з'являється сітка зелених жилок на жовтувато-зеленому тлі, а згодом воно стає солом'яно-жовтим із невеликою кількістю зелених жилок або зовсім білим з обпаленими краями й кінчиками. Тканини відмирають, листя опадає. Посиленню ферумового голодування сприяє високий уміст у ґрунті фосфору і малий — доступного для рослин калію, а послабленню — внесення органічних і фізіологічно кислих добрив, позакореневі підживлення [18; 19].

Коли закінчується цвітіння п'ятої китиці, часто проявляється дефіцит феруму. Особливо це помітно при підвищеному вмісті натрію в поливній воді. Кальцієві добрива також є антагоністами феруму. Навіть позакореневі підживлення хелатами мають ефективність лише 7–8%. Двовалентна форма засвоюється краще, але в ґрунті вона окислюється до тривалентної. Отже, при цвітінні п'ятої китиці по листку потрібно вносити Fe^{2+} , під корінь — Fe^{3+} . При дефіциті марганцю зав'язь п'ятої китиці може зовсім опадати, а висока температура та низька освітленість значно збільшують втрати.

Перестають зав'язуватися інші китиці, проте виробники зазвичай пояснюють це поганим запиленням або нерегулярним поливом. Звичайно ж, неправильно поставлений діагноз у результаті призводить до неефективних спроб виправити ситуацію. Ферум у поєднанні зі специфічними білками утворює ферум-протеїди, які є основою ферментів цитохромної системи та відіграють важливу роль у процесах дихання. Ферумовмісний білок феродоксин бере участь у фотосинтезі та перетворенні азотних речовин [17; 19; 22].

Найбільш придатною формою феруму є хелатна — з'єднання феруму з гуматами. Дефіцит феруму в рослин гальмує синтез ростових речовин (ауксинів) і спричиняє зміну забарвлення листя — від світло-жовтого до майже білого. Нестача феруму найчастіше спостерігається на карбонатних ґрунтах із високим умістом засвоюваних фосфатів, тоді як дерново-підзолистим характерний його надлишок. Слабоаеровані кислі ґрунти часто містять значну кількість закисних сполук феруму, що негативно впливають на ріст рослин [25].

Оптимальний рівень рН субстрату для томатів становить 5,5–6,0. Оптимальний рівень рН води для позакореневого підживлення — 5,0–5,5, що підвищує ефективність добрив, інсектицидів і фунгіцидів. У лужному середовищі виникають проблеми з міддю та ферумом. Доступність феруму для томатів значною мірою залежить від рівня рН ґрунту. За нейтрального або кислого рН рослина успішно використовує резерви ґрунту, проте в лужних ґрунтах він переходить у малорозчинні сполуки та стає недоступним для рослин. Тому в таких умовах необхідно додатково вносити добрива з ферумом для забезпечення правильного росту [18].

Щоб уникнути дефіциту чи передозування окремих елементів живлення, необхідно точно розраховувати дози та строки їх внесення.

Для цього на підставі ґрунтових картограм або результатів агрохімічного аналізу проводяться розрахунки наявності запасів поживних речовин у субстраті. Далі їх слід порівняти з сумарною потребою рослин у поживних речовинах, що визначається на підставі даних їх виносу із запланованим урожаєм з урахуванням коефіцієнтів використання елементів живлення з добрив [19; 22].

Розраховану кількість мінеральних добрив вносять двома способами: частину — під час основного внесення, а частину — методом фертигації (разом із поливною водою) [10].

Норми добрив для фертигації розподіляють за періодами вирощування томатів, залежно від потреби рослин в елементах живлення на різних фазах росту та розвитку, і розраховують у кг/га на кожен день вегетаційного періоду. З поливами вносять лише повністю розчинні добрива, вільні від натрію, хлору та інших шкідливих домішок.

Залізо в хелатній формі з ЕДТА — це сухий порошок оранжевого кольору (рис. 2).

Однак часто хелат феруму у вигляді концентрованого розчину додають до рідких мінеральних добрив. За своєю природою хелати є біологічно активними комплексами речовин, що близькі до тих, які існують у природному середовищі. Вони безпечні для рослин, незалежно від фази росту. Щодо засвоєння рослинами, то можна впевнено стверджувати, що хелати після внесення довго перебувають в активній фазі (фазі засвоєння) і засвоюються більш ніж на 90–95%. Крім того, існує багато переваг хелату феруму.

Властивості хелату феруму Fe ЕДТА 13%:

- нетоксичний;
- не містить хлору;
- стійкий у діапазоні робочого розчину до рН 6,5;
- сумісний із мінеральними добривами;



Рис. 2. Ферум у хелатній формі (Fe ЕДТА 13%)

Джерело: виконано автором на основі власних досліджень.

Таблиця 2

Вимоги щодо вмісту феруму в субстраті з мінеральної вати в різні періоди росту томата

№	Показник	Період росту						
		A	B	C	D	E	F	G
1	Ес	2,44	2,38	2,57	2,54	2,55	2,56	2,59
2	pH	5,5	5,3	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
3	Fe, мг/л	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5

Джерело: сформовано автором на основі [19].

Примітка: А — стандарт; В — просочення матів; С — від 1 до 3 китиці; D — від 3 до 5 китиці; Е — від 5 до 10 китиці; F — від 10 до 12 китиці; G — масове плодоношення.

Таблиця 3

Кількісний уміст феруму для томата у витяжці з мінеральної вати, мг/л

№	Показник	Допустимий рівень		Дата відбору проби						Середнє значення
		низький	високий	07.10	08.10	09.10	10.10	11.10	12.10	
1	pH	5,0	6,5	5,75	5,84	6,10	6,35	5,87	6,17	6,01
2	Ес, мСм/см	2,5	5,0	4,87	5,07	4,73	4,56	4,78	4,99	4,83
3	Fe, мг/л	1,008	1,96	1,11	1,12	1,36	1,23	1,40	1,13	1,23

Джерело: сформовано автором на основі власних досліджень.

- повністю розчинний у воді та легко засвоюється рослинами;
- стійкий до впливу мікроорганізмів;
- у важкорозчинні сполуки ґрунту зв'язується незначно;
- відрізняється високою транспортною активністю і проникністю через листя рослин;
- сумісний із засобами захисту рослин [25].

Оптимальний уміст феруму в субстраті становить від 18,0 до 62,0 мг/л. Згідно з літературними джерелами, дані щодо вмісту феруму в субстраті з мінеральної вати в різні періоди росту томата наведені в таблиці 2.

Під час проведення серії дослідів було визначено вміст феруму у витяжках із мінеральної вати.

Дані щодо вмісту феруму в субстраті з мінеральної вати наведені в таблиці 3.

Згідно з отриманими даними, загальна концентрація солей (Ес) і реакція середовища розчину (pH) в досліджуваних витяжках були в межах норми, що відповідає періоду росту "G" томатів. Визначена середня концентрація феруму у витяжках становила 1,23 мг/л. Протягом проведення експерименту не було виявлено значних відхилень значень pH та Ес від допустимого рівня у витяжках. На момент проведення експерименту не зафіксовано видимих ознак нестачі феруму в рослинах, що було забезпечено належним рівнем добрива хелату Fe ЕДТА 13% у поживному розчині. Таким чином, регулюючи рівень ферумового живлення

томатів, можна значною мірою вплинути на їхню продуктивність та якість отримуваної продукції.

ВИСНОВКИ

Отже, для нормального розвитку рослин необхідний суворий контроль за рівнем забезпечення безперебійного живлення ферумом, що залежить від pH ґрунтового розчину, температурного та водного режимів. З огляду на важливість феруму в процесах дихання, окислення та відновлення складних органічних сполук, а також у синтезі зеленого пігменту, рослини потребують додаткового внесення ферумовмісних добрив.

Фотоелектроколориметричний метод для аналізу витяжок із мінеральної вати є досить чутливим, простим і рекомендується для використання в серійних аналізах.

Контроль умісту феруму дозволяє значною мірою знизити розвиток хвороб томатів, зокрема хлорозу листя, та отримувати високоякісний урожай. Визначений уміст феруму у витяжках із мінеральної вати (1,23 мг/л) виявився достатнім для вирощування томатів у період масового плодоношення.

Шляхом регулярного проведення аналізів необхідно стежити за змінами вмісту елементів живлення. Якщо результати аналізу виявлять дефіцит або надлишок якогось елемента, тоді проводять коригування складу поживного розчину.

ЛІТЕРАТУРА

1. Sidhu V., Nandwani D., Wang L., Wu Y. A study on organic tomatoes: effect of a biostimulator on phytochemical and antioxidant activities. *Journal of food and quality*. 2017. Vol. 3. P. 1–8. DOI: <https://doi.org/10.1155/2017/5020742>
2. Oliveira A.B., Moura C.F.H., Gomes-Filho E., Marco C.A., Urban L., Miranda M.R.A. The impact of organic farming on quality of tomatoes is associated to increased oxidative stress during fruit development. *PLoS ONE*. 2013. Vol. 8. e56354. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0056354>
3. Araujo J.C., Telhado S.F.P. Organic food: a comparative study of the effect of tomato cultivars and cultivation conditions on the physico-chemical properties. *Foods*. 2015. Vol. 4 (3). P. 263–270. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods4030263>
4. Божко Л.Ю. Клімат і продуктивність овочевих культур в Україні. Одеса: Вид-во Одеського державного екологічного університету, 2010. 365 с.
5. Pieper J.R., Barret D.M. Effects of organic and conventional production systems on quality and nutritional parameters of processing tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2009. Vol. 89. P. 177–194. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.3437>
6. Bourn D., Prescott J. Comparison of the nutritional value, sensory qualities and food safety of organically and conventionally produced foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2002. Vol. 42. P. 1–34. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408690290825439>
7. Божко Л.Ю. Оцінка впливу екстремальних явищ на продуктивність сільськогосподарських культур. Одеса: Екологія, 2013. 237 с.
8. Божко Л.Ю., Ярмольська О.Є., Барсукова О.А. Динамічна модель формування кількості та якості врожаю овочевих культур. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2010. № 6. С. 138–147.
9. Brauer M., Barney D.L., Robbins J.A. Growing tomatoes in cool, shortseason locations. Bulletin 864. University of Idaho Extension, 2009. URL: <http://www.cals.uidaho.edu> (accessed: 30.12.2024).
10. Nilsen E.T., Freeman J., Grene R., Tokuhsa J. Rootstock provides water conservation for a grafted commercial tomato (*Solanum lycopersicum* L.) line in response to mild-drought conditions. *PLoS One*. 2014. Vol. 9 (12). e115380. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0115380>
11. Чайка Т.О., Бараболя О.В., Перепадченко Т.О., Шаповал Т.І. Вирощування помідорів методами органічного землеробства у приватному секторі в умовах Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. № 3. С. 74–81. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.03.09>
12. Vinha A.F., Barreira S.V.P., Costa A.S., Alves R.C., Oliveira M.B.P.P. Organic versus conventional tomatoes: Influence on physicochemical parameters, bioactive compounds and sensorial attributes. *Food and Chemical Toxicology*. 2014. Vol. 67. P. 139–144. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2014.02.018>
13. Morozova L. Control of potassium concentration in fertilizing tomatoes in protected soil. *Sciences of Europe*. 2021. Vol. 3. No. 64. P. 21–26. URL: <https://www.europe-science.com/wp-content/uploads/2021/02/VOL-3-No-64-2021.pdf> (accessed: 20.12.2024).
14. Morozova L. The role of calcium ions in the prevention of riding mold of tomatoes in protected soil. *Sciences of Europe*. 2021. Vol. 2. No. 66. P. 12–17. URL: <https://www.europe-science.com/wp-content/uploads/2021/03/VOL-2-No-66-2021.pdf> (accessed: 20.12.2024).
15. Морозова Л.П. Роль іонів магнію для росту і розвитку томатів при вирощуванні в умовах захищеного ґрунту. *Збалансоване природокористування*. 2022. № 4. С. 112–118. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.4.2022.275039>
16. Морозова Л.П. Контроль концентрації макроелемента фосфору в субстраті при вирощуванні томатів в умовах захищеного ґрунту. *Збалансоване природокористування*. 2023. № 2. С. 115–122. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.2.2023.282753>
17. Лісовал А.П., Давиденко У.М., Мойсеєнко Б.М. Агрохімія. Лабораторний практикум. Київ: Вища школа, 1994. 335 с.
18. Криницький Г.Т., Заїка В.К., Гут Р.Т. та ін. Фізіологія рослин. Практикум: підручник. Львів, 2011. 328 с.
19. Шевчук М.Й., Веремеєнко С.І., Лопушняк В.І. Агрохімія: підручник. Частина 2. Добрива та їх вплив на біопродуктивність ґрунту. Луцьк: Надстир'я, 2012. 440 с.
20. Rocha M.C., Deliza R., Corrêa F.M., Carmo M.G.F., Abboud A.C.S. A study to guide breeding of new cultivars of organic cherry tomato following a consumer-driven approach. *Food Research International*. 2013. Vol. 51. P. 265–273.
21. Jensen C.R., Battilani A., Plauborg F. et al. Deficit irrigation based on drought tolerance and root signalling in potatoes and tomatoes. *Agricultural Water Management*. 2010. Vol. 98. P. 403–413.
22. Карасюк І.М., Геркіял О.М., Господаренко Г.М. та ін. Агрохімія: підручник. Київ: Вища школа, 1995. 471 с.
23. Vallverdú-Queralt A., Jáuregui O., Medina-Remón A., Lamuela-Raventós R. M. Evaluation of a method to characterize the phenolic profile of organic and conventional tomatoes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2012. Vol. 60. P. 3373–3380. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf204702f>
24. Ishida B.K., Chapman M.H. A comparison of carotenoid content and total antioxidant activity in catsup from several commercial sources in the United States. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2004. Vol. 52. P. 8017–8020. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf040154o>
25. Хацевич О.М., Джус Р.Р. Мінеральні добрива: класифікація, властивості, застосування: навчально-методичний посібник. Івано-Франківськ: Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, 2018. 80 с.

CONTROL OF THE CONCENTRATION OF THE MICROELEMENT OF FERRUM IN THE SUBSTRATE WHEN GROWING TOMATOES IN PROTECTED SOIL CONDITIONS

Morozova L.

Candidate of Chemical Sciences, Senior Lecturer

Vinnytsia National Agrarian University (Vinnytsia, Ukraine)

e-mail: lubovmorozova1982@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9284-7951>

Vegetable growing is one of the important branches of agriculture in Ukraine. Numerous scientific studies and the use of their results on practice proved that the use of fertilizers and irrigation in greenhouses can increase the yield of vegetable crops several times. The introduction of industrial cultivation technologies, which are based on full mechanization of the main production processes, reduction of water consumption, and the creation of varieties of cultivated plants with high potential productivity, can contribute to increasing the economic efficiency of vegetable growing. The problem of development and implementation of industrial technologies requires the solution of a whole series of complex tasks, which include: the creation and widespread distribution of varieties of vegetable crops suitable for mechanized harvesting; development of a set of agrotechnical measures, which includes norms, terms and means of applying fertilizers, irrigation regimes, measures to combat weeds, pests and diseases; studying the influence of weather conditions on the growth of crops, the formation of crops, comparison of agroclimatic resources of growing areas with crop requirements, etc. A characteristic feature of modern vegetable growing is its intensification by increasing the proportion of early vegetables in protected soil, application of fertilizers, etc. Tomatoes are one of the main vegetable crops grown in Ukraine. It is known that their harvests on the territory of Ukraine are very high variable and determined by the provision of the territory with light, heat, moisture, nutrients, as well as biological features of the culture. Many factors contribute to the increase in tomato yields, in particular introduction into the production of new, more productive varieties, varietal zoning, which provides for the placement of different prematurity varieties according to the agro-climatic resources of the territory and biological resources features of this culture. Identifying the reasons for fluctuations in the productivity of vegetable crops over time and across the territory, development on this basis quantitative indicators that would make it possible to characterize with sufficient accuracy the amount of crops depending on the weather conditions that occur in certain years in different regions — a rather complex problem that is solved in modern research on agrometeorology. Due to the frequent change in the varietal composition and the large number of varieties with different ripening periods, vegetable crops are a complex object for research. Although most tomatoes are grown in open ground, their cultivation in glass greenhouses or tunnel-type greenhouses covered with plastic film is becoming more common to supply local markets with fresh fruit. Mostly tall varieties of tomatoes are grown in closed soil. They make it possible to use the area of greenhouses as efficiently as possible and obtain rich harvests. High concentrations of carbon dioxide (600–1000 ppm) are maintained in greenhouses to improve photosynthesis, growth rate, and yield. This practice is very common in low yield regions and intensive agricultural production systems. Although planting tomatoes in soil in tunnel-type greenhouses is still quite common, most intensive-type greenhouse tomato varieties are grown on substrates such as mineral wool. Fertigation provides adequate nutrient supply and eliminates most of the factors associated with heavy soil characteristics that are difficult to control. Growing tomatoes in greenhouses requires the use of a significant amount of water. To feed tomatoes, their producers also need to take into account the mass and degree of solubility of mineral fertilizers in water. Some elements or compounds present in irrigation water can affect the growth of plants, which is why there is a need to control their level. The paper investigates the effect of the concentration of the trace element ferrum in mineral wool substrate on the growth and development of the tomato variety Biorange (yellow fruits) during the period of mass fruiting in protected soil conditions. It was established that the photoelectrocolorimetric method for determining the content of the trace element ferrum in mineral wool hoods is quite sensitive, simple and recommended for use in serial analyses. The determined average value of the content of the trace element ferrum (1.23 mg/l) was found to be sufficient for growing tomatoes in the period of mass fruiting. Controlling the iron content allows you to significantly prevent tomato diseases such as leaf chlorosis and obtain high-quality crops.

Keywords: chemical composition, greenhouse, hydroponics, nutrients, nutrient solution, photoelectrocolorimetry.

REFERENCES

1. Sidhu, V., Nandwani, D., Wang, L., & Wu, Y. (2017). A study on organic tomatoes: effect of a biostimulator on phytochemical and antioxidant activities. *Journal of food and quality*, 3, 1–8. doi: <https://doi.org/10.1155/2017/5020742>
2. Oliveira, A.B., Moura, C.F.H., Gomes-Filho, E., Marco, C.A., Urban, L., & Miranda, M.R.A. (2013). The impact of organic farming on quality of tomatoes is associated to increased oxidative stress during fruit development. *PLoS ONE*, 8, e56354. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0056354>

3. Araujo, J.C., & Telhado, S.F.P. (2015). Organic food: a comparative study of the effect of tomato cultivars and cultivation conditions on the physico-chemical properties. *Foods*, 4 (3), 263–270. doi: <https://doi.org/10.3390/foods4030263>
4. Bozhko, L.Yu. (2010). Climate and productivity of vegetable crops in Ukraine. Odesa: Odesa State Environmental University Publishing House.
5. Pieper, J.R., & Barret, D.M. (2009). Effects of organic and conventional production systems on quality and nutritional parameters of processing tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89, 177–194. doi: <https://doi.org/10.1002/jsfa.3437>
6. Bourn, D., & Prescott, J. (2002). Comparison of the nutritional value, sensory qualities and food safety of organically and conventionally produced foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 42, 1–34. doi: <https://doi.org/10.1080/10408690290825439>
7. Bozhko, L.Yu. (2013). Assessment of the impact of extreme events on the productivity of agricultural crops. Odesa: Ecology.
8. Bozhko, L.Yu., Yarmolska, O.Ye., & Barsukova, O.A. (2010). Dynamic model of forming of amount and quality of harvest of vegetable cultures. *Ukrainian hydrometeorological journal*, 6, 138–147.
9. Brauer, M., Barney, D.L., & Robbins, J.A. (2009). Growing tomatoes in cool, shortseason locations. Bulletin 864. University of Idaho Extension. Retrieved from <http://www.cals.uidaho.edu>
10. Nilsen, E.T., Freeman, J., Grene, R., & Tokuhisa, J. (2014). Rootstock provides water conservation for a grafted commercial tomato (*Solanum lycopersicum* L.) line in response to mild-drought conditions. *PLoS One*, 9 (12), e115380. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0115380>
11. Chaika, T.O., Barabolia, O.V., Perepadchenko, T.O., & Shapoval, T.I. (2021). Growing tomatoes by using organic farming methods in private sector of the Forest Steppe of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 3, 74–81. doi: <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.03.09>
12. Vinha, A.F., Barreira, S.V.P., Costa, A.S., Alves, R.C., & Oliveira, M.B.P.P. (2014). Organic versus conventional tomatoes: Influence on physicochemical parameters, bioactive compounds and sensorial attributes. *Food and Chemical Toxicology*, 67, 139–144. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2014.02.018>
13. Morozova, L. (2021). Control of potassium concentration in fertilizing tomatoes in protected soil. *Sciences of Europe*, 64 (3), 21–26. Retrieved from <https://www.europe-science.com/wp-content/uploads/2021/02/VOL-3-No-64-2021.pdf>
14. Morozova, L. (2021). The role of calcium ions in the prevention of riding mold of tomatoes in protected soil. *Sciences of Europe*, 66 (2), 12–17. Retrieved from <https://www.europe-science.com/wp-content/uploads/2021/03/VOL-2-No-66-2021.pdf>
15. Morozova, L.P. (2022). The role of magnesium ions for the growth and development of tomatoes when growing in protected soil conditions. *Balanced nature using*, 4, 112–118. doi: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.4.2022.275039>
16. Morozova, L.P. (2023). Control of the concentration of the macroelement phosphorus in the substrate when growing tomatoes in protected soil conditions. *Balanced nature using*, 2, 115–122. doi: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.2.2023.282753>
17. Lisoval, A.P., Davydenko, U.M., & Moiseienko, B.M. (1994). Agrochemistry. Laboratory workshop. Kyiv: Vyshcha shkola.
18. Krynytskyi, H.T., Zaika, V.K., Hut, R.T., et al. (2011). Plant Physiology. Workshop: textbook. Lviv.
19. Shevchuk, M.Yo., Veremeienko, S.I., & Lopushniak, V.I. (2012). Agrochemistry: textbook. Part 2. Fertilizers and their influence on soil bioproductivity. Lutsk: Nadstyria.
20. Rocha, M.C., Deliza, R., Corrêa, F.M., Carmo, M.G.F., & Abboud, A.C.S. (2013). A study to guide breeding of new cultivars of organic cherry tomato following a consumer-driven approach. *Food Research International*, 51, 265–273.
21. Jensen, C.R., Battilani, A., & Plauborg, F. (2010). Deficit irrigation based on drought tolerance and root signalling in potatoes and tomatoes. *Agricultural Water Management*, 98, 403–413.
22. Karasiuk, I.M., Herkiial, O.M., Hospodarenko, H.M., et al. (1995). Agrochemistry: textbook. Kyiv: Vyshcha shkola.
23. Vallverdú-Queralt, A., Jáuregui, O., Medina-Remón, A., & Lamuela-Raventós, R.M. (2012). Evaluation of a method to characterize the phenolic profile of organic and conventional tomatoes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60, 3373–3380. doi: <https://doi.org/10.1021/jf204702f>
24. Ishida, B.K., & Chapman, M.H. (2004). A comparison of carotenoid content and total antioxidant activity in catsup from several commercial sources in the United States. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 8017–8020. doi: <https://doi.org/10.1021/jf040154o>
25. Khatsevyich, O.M., & Dzhus, R.R. (2018). Mineral fertilizers: classification, properties, application: teaching and methodological manual. Ivano-Frankivsk: Vasyl Stefanyk Precarpathian National University.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

МОРОЗОВА Любов Петрівна, кандидат хімічних наук, старший викладач, Вінницький національний аграрний університет (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, Україна, 21008; e-mail: lubovmorozova1982@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9284-7951>).

АНТАГОНІСТИЧНА АКТИВНІСТЬ БАКТЕРІЙ РОДУ *BACILLUS*, ВИДІЛЕНИХ ІЗ ПОВЕРХНІ ГРАНУЛ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

Л.А. Шевченко

кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

Інститут сільськогосподарської мікробіології

та агропромислового виробництва НААН (м. Чернігів, Україна)

доцент

Національний університет "Чернігівська політехніка" (м. Чернігів, Україна)

e-mail: shevchenkolyubov@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2637-1999>

Т.С. Сасіна

аспірантка

Інститут сільськогосподарської мікробіології

та агропромислового виробництва НААН (м. Чернігів, Україна);

e-mail: taniateri5@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4021-9202>

Досліджено характер антагоністичної взаємодії бактерій *Bacillus amyloliquefaciens* B-22, *B. amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* 5/13 та *B. cereus* 3/7, попередньо виділених із поверхні гранул мінеральних добрив, і фітопатогенних мікроміцетів, а також встановлено ступінь пригнічення розвитку міцелію грибів у лабораторних умовах. Антагоністичні властивості бактеріальних штампів визначали методом подвійних зустрічних культур. Інгібувальну активність мікробної культури оцінювали за відсотком пригнічення тест-культури при сумісному культивуванні з антагоністами. Найбільший інгібувальний вплив проти збудника альтернаріозу мали штами *B. amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* 5/13 та *B. amyloliquefaciens* B-22. Ріст міцелію *F. culmorum* 50716, *F. moniliforme* 156 та *F. oxysporum* 311 найбільше обмежував штам *B. amyloliquefaciens* B-22 (68,5%, 85,5% та 62,9% відповідно). Серед досліджуваних культур бактерій штам 5/13 на 71,1% пригнічував розвиток *F. solani* ЕК 1. Проти фітопатогену *N. oryzae* 5000 досліджувані штами *B. amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* 5/13 та *B. amyloliquefaciens* B-22 показали високий рівень інгібувальної активності — 96,6 та 83,7% відповідно. Проти фітопатогену *N. oryzae* 3000 показники інгібування були дещо нижчими. *B. cereus* 3/7 незначною мірою пригнічував ріст фітопатогенних грибів роду *Nigrospora* — 27,7% (*N. oryzae* 5000) та 31,6% (*N. oryzae* 3000). За результатами дослідження антагоністичної активності бактерій *B. amyloliquefaciens* B-22, *B. amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* 5/13 та *B. cereus* 3/7, виділених із поверхні гранул мінеральних добрив, встановлено, що штами B-22 та 3/7 проявляють досить високу фунгістатичну дію до фітопатогенних тест-культур. *B. cereus* 3/7 є найменш ефективним у пригніченні росту фітопатогенних мікроміцетів.

Ключові слова: антагонізм, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus cereus*, фітопатогенні мікроміцети.

ВСТУП

Однією з важливих властивостей бактеріальних штампів, селекціонованих для застосування в сільському господарстві, є їхня здатність проявляти антагоністичну активність щодо патогенних видів мікроорганізмів, особливо якщо йдеться про пошук біоагентів для створення біопрепаратів.

Спороутворюючі бактерії роду *Bacillus* найчастіше обираються як потенційні агенти біопрепаратів, що зумовлено низкою їхніх важливих властивостей, зокрема високою фізіологічною активністю та широким спектром метаболітів. Особливо цінною є здатність бацил синтезувати фітогормональні речовини, анти-

біотичні сполуки, ферменти, токсини тощо [11; 38]. Не менш важливою є їхня участь у процесах трансформації сполук та обміну таких макроелементів, як нітроген і фосфор. Зручність використання бактерій роду *Bacillus* у біотехнологічних процесах пояснюється також їхньою високою толерантністю до дії несприятливих чинників довкілля [5–6; 35; 37].

Значна кількість представників *Bacillus* довела свою ефективність проти широкого спектра патогенів рослин. Серед спороутворюючих бактерій роду *Bacillus* за антагоністичними властивостями щодо фітопатогенних грибів вид *B. amyloliquefaciens*, за узагальнюючими даними А. Мелентьєва, можна віднести до умовної

групи “часто згадуються”. До видів, які “частіше всього” проявляють антагонізм, належать *B. subtilis*, *B. polymyxa*, *B. cereus* [3].

Метою дослідження є з'ясування характеру антагоністичної взаємодії бактерій *Bacillus amyloliquefaciens* B-22, *B. amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* 5/13 та *B. cereus* 3/7, попередньо виділених із поверхні гранул мінеральних добрив, і фітопатогенних мікроміцетів, та встановлення ступеня пригнічення розвитку міцелію грибів у лабораторних умовах.

Загалом, представники роду *Bacillus* є активними продуцентами низки біологічно активних речовин, серед яких важливе значення мають сполуки фунгіцидного та бактерицидного спрямування, що дозволяє розглядати їх як перспективних агентів для біоконтролю фітопатогенів.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Досліджено та описано низку механізмів реалізації конкурентної взаємодії між мікроорганізмами, зокрема між групами агрономічно корисних бактерій і фітопатогенних мікроміцетів. Пригнічення росту та розвитку фітопатогенів може відбуватися шляхом прямого антагонізму, який виникає внаслідок фізичного контакту або високого ступеня селективності до збудника, та/або непрямого антагонізму, що є результатом дій, які не передбачають прямого контакту з патогеном.

Серед фунгіцидних і фунгістатичних механізмів, що властиві бактеріям, у літературних джерелах описані конкуренція за поживний субстрат (проявляється у швидкості росту); синтез низки речовин, специфічна дія яких спрямована на інгібування синтезу клітинної стінки грибів або порушення проникності клітинних мембран; синтез літичних екзоферментів (хітинази, β -1,3-глюканази тощо), що здатні руйнувати клітинні стінки грибів при контакті з ними [3; 10; 17; 19–20; 32–33]. До перерахованих способів варто ще віднести гіперпаразитизм, хижацтво, антибіоз, перехресний захист та індуквану стійкість [22]. Останній пов'язаний зі стимулюванням захисних механізмів рослини-господаря непатогенними мікроорганізмами та є непрямою формою антагонізму [30]. На відміну від гіперпаразитизму, мікробне хижацтво є більш загальним, неспецифічним і, як правило, забезпечує менш передбачуваний рівень контролю захворювання [22].

За результатами аналізу літературних джерел, бактерії роду *Bacillus* мають високий потенціал синтезу вторинних метаболітів і частіше згадуються як продуценти різних типів антимікробних речовин. С.А. Dunlap та ін. про-

аналізували геном штаму *B. amyloliquefaciens* AS 43.3 та ідентифікували певний кластер генів, що кодують такі вторинні метаболіти, як ліпопептиди (сурфактин, ітурин, фенгіцин), сидерофор (бацилібактин) та антибіотик бацілізин [14]. Про синтез бактеріями *B. amyloliquefaciens* поліпептидів ітуруну та сурфактину, активних проти фітопатогенних грибів *Aspergillus* ssp., *Fusarium* ssp. та *Bipolaris sorokiniana*, повідомляє L.B. Benitez зі співавторами [8]. Описана також здатність штаму *B. amyloliquefaciens* WH1 за допомогою синтезу ліпопептидного антибіотику сурфактину пригнічувати ріст грибів (*Rhizoctonia solani*) [34]. А синтез циклічного ліпопептиду фенгіцину з антибактеріальною та протигрибною активністю штамом *B. amyloliquefaciens* MEP218 описаний у роботі D.B. Medeot зі співавторами [27]. S.H. Ji та ін. методом подвійних культур встановили, що *B. amyloliquefaciens* CNU114001 пригнічує розвиток патогенних грибів родів *Alternaria*, *Botrytis*, *Penicillium*, та ідентифікували антифунгальну речовину як відомий ліпопептид ітурин [23].

Синтез літичних ферментів, зокрема хітинази, як один з ефективних механізмів, що пригнічує розвиток фітопатогенних грибів, описаний для багатьох ґрунтових бактерій. Зокрема, *B. cereus* унаслідок розщеплення клітинних стінок живих клітин грибів і деструкції мертвого міцелію засвоює розчинні вуглець та азот як єдине джерело N та C. Посилаючись на відповідні джерела, автори роблять припущення про можливість розкладу міцелію грибів бацилами в ґрунті [4; 13].

Антагоністичну активність представників роду *Bacillus*, пов'язану з хітинолітичною активністю бактерій, що супроводжується морфологічними змінами міцелію при сумісному культивуванні мікроорганізмів, описали А.А. Рой та О.С. Харкевич [4]. Також хітиназна активність бактерій виду *B. amyloliquefaciens* V656, здатних інгібувати ріст мікроміцетів, описана в роботах J. Wang зі співав. [39] та S. El-Aassar та ін. [15]. Утім, дані про синтез гідролітичних ферментів мікроорганізмами поодинокі. Є припущення, що лізис клітинної стінки патогенних грибів відбувається внаслідок координованої дії гідролітичних ферментів, таких як хітиназа, ламінараза, целюлаза та протеаза [19; 20].

Щодо конкурентного взаємовпливу, то, згідно з суперечливою думкою D. Backhouse та A. Stewart [7], дія бацил на патогенні гриби не є результатом конкуренції за поживні речовини. Цей тип конкурентної взаємодії між мікроорганізмами в роботі [28] класифікований як непрямий антагонізм, або ж пасивний [1], який може реалізовуватись через механізм конкуренції та/або індукції резистентності

організму господаря. Однак у конкуренції за поживні речовини можуть бути залучені інші механізми, пов'язані із синтезом вторинних метаболітів, описаних вище. Зважаючи на те, що в ґрунтовому середовищі більшість корисних мікроорганізмів мають інтенсивніший ріст, ніж патогенні види, основна задача яких полягає в подоланні захисних механізмів рослин, не-патогенні представники швидше контамінують (заселяють) субстрат та адаптують ферментативну систему для розщеплення відповідних полімерних сполук.

Проаналізовані літературні джерела вказують на те, що, крім синтезу вторинних метаболітів, бактерії здатні використовувати й інші способи інгібування чи повного знищення клітин фітопатогенів. Однак нам не відомі точні антагоністичні механізми в складних мікробних угрупованнях ґрунтів, які часто лежать в основі посиленого пригнічення хвороб. Хоча інгібування, ймовірно, пов'язане зі структурою мікробного угруповання з урахуванням (антагоністичних) функцій, залишаються питання щодо організмів або комбінацій організмів, які задіяні фізично, та їх фізіолого-біохімічної активності, що важливо для супресивного впливу.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Антагоністичні властивості бактеріальних штамів визначали методом подвійних зустрічних культур на картопляно-сахарозному агарі (КСА). Для визначення антифунгальної активності бактерій методом подвійних культур у чашки Петрі засівали міцелій гриба методом уколу та на відстані 6 см від уколу підсівали бактеріальний штам методом штриха. Посів здійснювали в чашках Петрі діаметром 90 мм із шаром середовища завтовшки 6 мм. Чашки Петрі розміщували в термостаті за температури $26 \pm 2^\circ\text{C}$. Повторність досліду — триразова. Контрольними варіантами слугували чисті культури гриба та бактерії, посіяні в окремі чашки. На 7-му добу проводили облік результатів. Інгібувальну активність визначали, орієнтуючись на діаметри колоній у контрольному та дослідних варіантах, за формулою $(D_K - D_0)/D_K$, де D_K — діаметр колонії в контролі, D_0 — у досліді, виражаючи показники у відсотках [2]. Залежно від ступеня дії антагоніста на культуру, ефект оцінювали як інгібуючий, індиферентний або стимулюючий.

Тест-об'єктами були фітопатогенні мікроміцети: *Fusarium culmorum* Sacc. 50716, *F. moniliforme* J. Sheld., *F. oxysporum* Schltdl., *A. alternata*, *F. moniliforme*, *F. culmorum* 50716, *F. oxysporum*, *F. solani* ЕК 1 (із колекції лабораторії рослинно-мікробних взаємодій Інституту сіль-

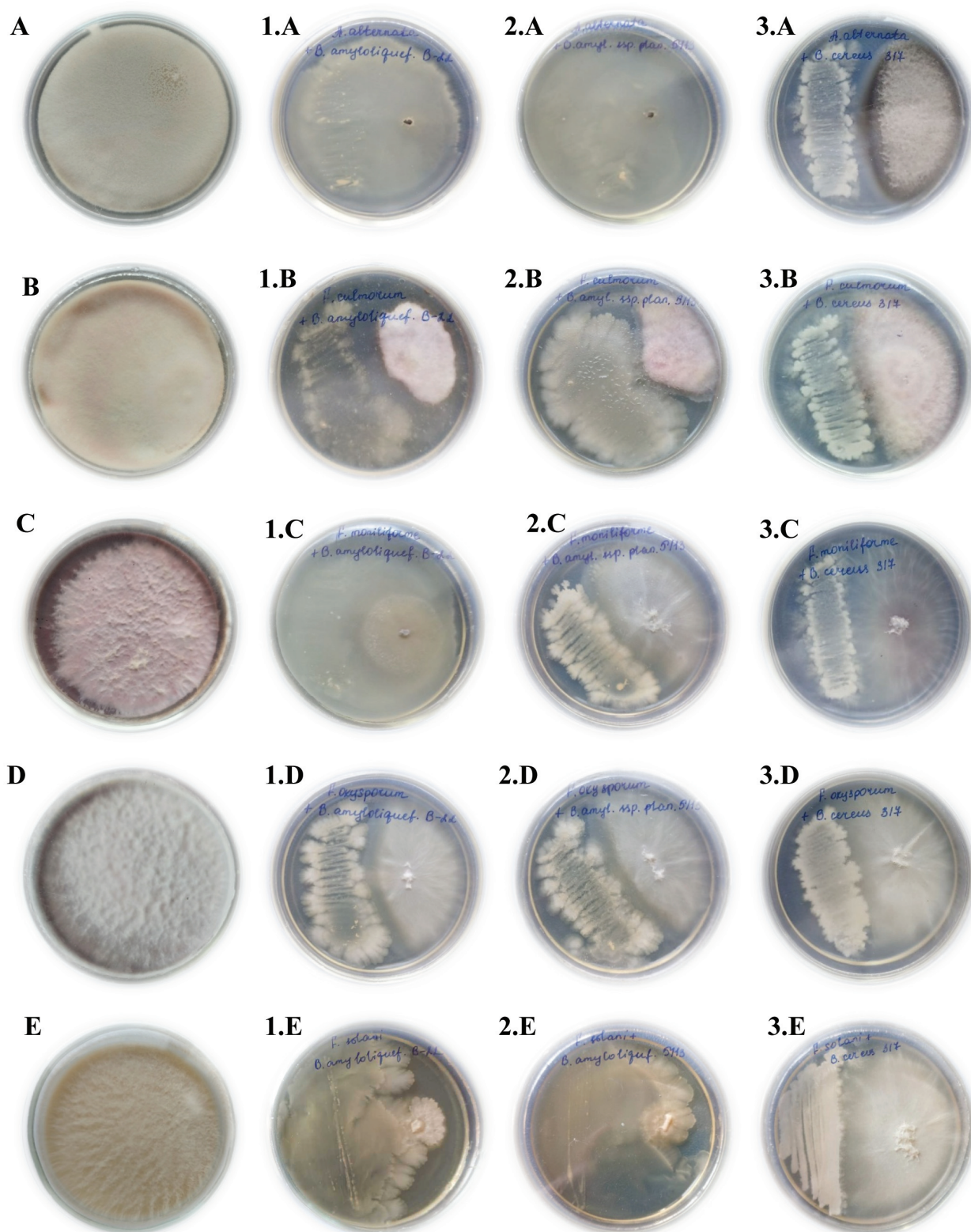
ськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН). Штами бактерій *B. amyloliquefaciens* B-22, *B. amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* 5/13 та *B. cereus* 3/7 були виділені з поверхні гранул мінеральних добрив у лабораторії ґрунтової мікробіології ІСМАВ НААН.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Серед обраних тест-культур для визначення антагоністичної активності бацит є патогенні види, які завдають значних збитків широкому колу сільськогосподарських культур зернової, олійної та овочевої груп [24–26; 31]. Зокрема, *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. є причиною появи раннього фітофторозу та бурі плямистості рослин картоплі [18; 29; 36]. У продуктах, заражених альтернаріозом, можуть накопичуватися метаболіти грибів (мікотоксини), що є небезпечними для людини та сільськогосподарських тварин [40]. Гриби роду *Fusarium*, добре відомі своєю вираженою фітопатогенністю та синтезом токсинів, пов'язані з розвитком фузаріозної сухої гнилі бульб картоплі та є причиною втрати 60% бульб, що зберігаються [9]. Також відомо, що фузарії синтезують низку токсинів (трихотеценові мікотоксини — дезоксиніваленон, ніваленон, діацетоксіціпренол та еніатини), що можуть спричиняти появу гострих токсикозів у тварин та людини при споживанні такої продукції [12; 16; 21].

За результатами дослідження антагоністичної активності бактерій роду *Bacillus* встановлено, що досліджувані штами *B. amyloliquefaciens* B-22, *B. amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* 5/13 та *Bacillus cereus* 3/7 проявили інгібувальний вплив щодо фітопатогенних мікроміцетів у лабораторних дослідженнях *in vitro* (рис. 1). До збудника альтернаріозу *A. alternata* найбільший інгібувальний вплив мали штами *B. amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* 5/13 та *B. amyloliquefaciens* B-22, ступінь інгібування росту міцелію становив 97,2 та 84,4% відповідно. При цьому штам *B. cereus* 3/7 пригнічував ріст гриба лише на 32,0%.

У пригніченні росту збудників фузаріозу більш ефективними також були штами *B. amyloliquefaciens* B-22, *B. amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* 5/13 та меншою мірою *B. cereus* 3/7. Для грибів *F. culmorum* 50716, *F. moniliforme* 156 та *F. oxysporum* 311 найбільшу інгібувальну активність виявив штам *B. amyloliquefaciens* B-22 (68,5%, 85,5% та 62,9% відповідно), тоді як для штаму *B. amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* 5/13 відповідні показники становили 61,1%, 51,8% та 48,1% (рис. 2). Деяко інша активність спостерігалася щодо мікроміцета *F. solani* ЕК 1,

Рис. 1. Антагоністична активність *Bacillus* до фітопатогенних мікроміцетів

Джерело: виконано авторами на основі власних досліджень.

Примітка: 1 — *Bacillus amyloliquefaciens* B-22; 2 — *B. amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* 51/3; 3 — *B. cereus* 317; A — *Alternaria alternata* 89; B — *Fusarium culmorum* Sacc. 50716; C — *F. moniliforme* 156; D — *F. oxysporum* 311; E — *F. solani* EK1.

Антагоністична активність бактерій роду *Bacillus*, виділених із поверхні гранул мінеральних добрив

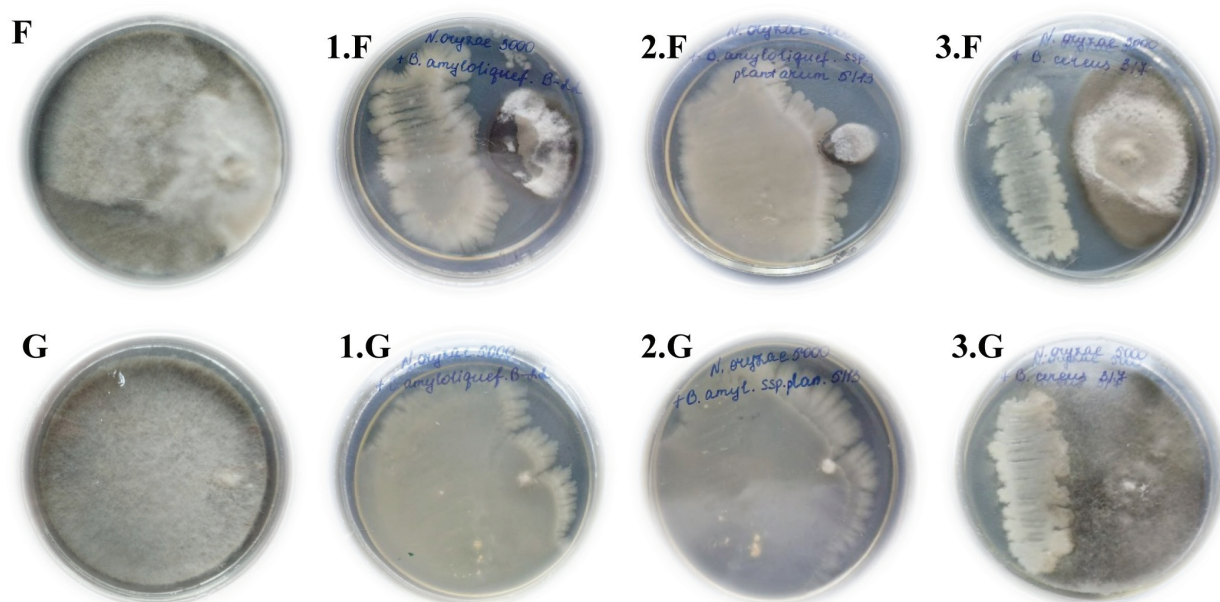


Рис. 1 (продовження). Антагоністична активність *Bacillus* до фітопатогенних мікроміцетів

Джерело: виконано авторами на основі власних досліджень.

Примітка: 1 — *Bacillus amyloliquefaciens* B-22; 2 — *B. amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* 5/13; 3 — *B. cereus* 3/7; F — *Nigrospora oryzae* 3000; G — *N. oryzae* Berk. 5000.

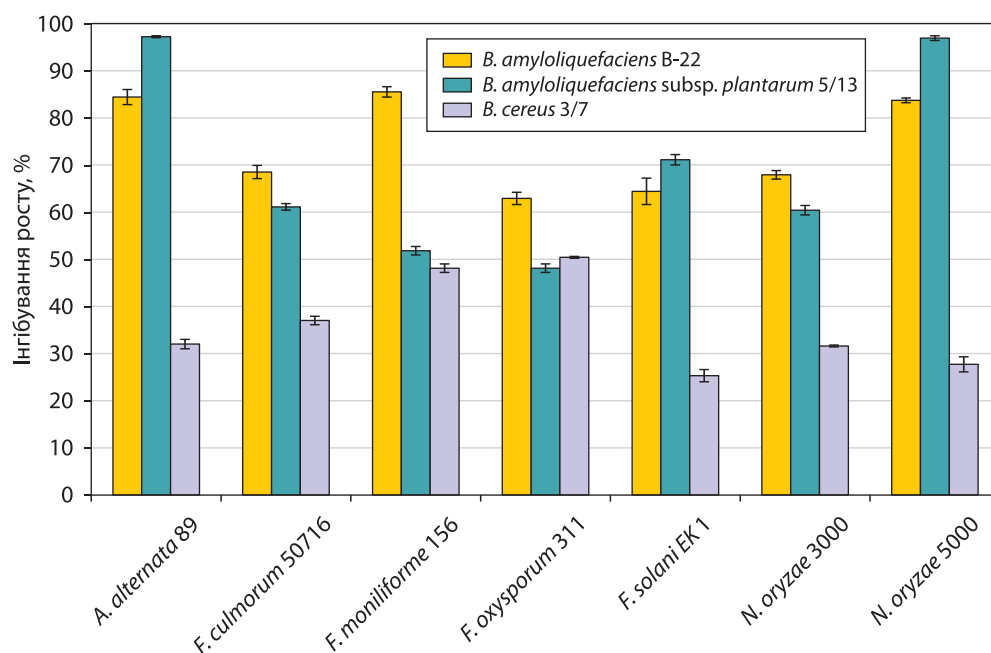


Рис. 2. Інгібувальна активність бактерій щодо фітопатогенів

Джерело: розроблено авторами на основі власних досліджень.

який найбільше пригнічувався штамом *B. amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* 5/13 (71,1%) та меншою мірою *B. amyloliquefaciens* B-22 (64,4%). *B. cereus* 3/7 проявив інгібувальний вплив до вищезгаданого гриба на 25,3%, що є для нього

найнижчим показником інгібування досліджуваних фітопатогенів.

Проти фітопатогену *N. oryzae* 5000 досліджувані штами *B. amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* 5/13 та *B. amyloliquefaciens* B-22 пока-

зали високий рівень інгібувальної активності — 96,6% та 83,7% відповідно. Проти фітопатогену *N. oryzae* 3000 показники інгібування були дещо нижчими: 67,9% для штаму *B. amyloliquefaciens* B-22 та 60,4% для *B. amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* 5/13. Водночас встановлено, що штам *B. cereus* 3/7 незначною мірою пригнічував ріст фітопатогенних грибів роду *Nigrospora* — 27,7% (*N. oryzae* 5000) та 31,6% (*N. oryzae* 3000).

Отже, досліджувані агрономічно цінні штами бактерій проявляють фунгістатичну дію до наведених вище фітопатогенних мікроорганізмів, хоча й різною мірою. *B. cereus* 3/7 є найменш ефективним у пригніченні росту тест-культур фітопатогенних мікроміцетів.

Оскільки механізм антагонізму залежить від штамових особливостей бактерій і виду фітопатогенного гриба, виникає необхідність у проведенні подальших детальних досліджень з урахуванням можливої комплексної природи антагоністичної активності бактерій, виділених із поверхні гранул мінеральних добрив.

ВИСНОВКИ

Досліджувані агрономічно цінні штами бактерій *B. amyloliquefaciens* B-22, *B. amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* 5/13 та *B. cereus* 3/7 проявляють фунгістатичну дію до фітопатогенних мікроорганізмів по-різному. *B. cereus* 3/7 є найменш ефективним у пригніченні росту тест-культур фітопатогенних мікроміцетів. Зважаючи на отримані під час лабораторних досліджень результати, можемо припустити, що швидка колонізація субстрату (агаризованого поживного середовища) штамами бактерій роду *Bacillus* за їх одночасного культивування з фітопатогенними мікроміцетами в умовах *in vitro* потенційно може бути реалізована в зоні ризосфери рослин. Відповідно, асоційовані з рослиною корисні мікроорганізми, завдяки швидкій колонізації, обмежуватимуть доступ до субстрату патогенним видам.

ЛІТЕРАТУРА

1. Антоняк Г.Л. Екологія грибів. Львів: ЛНУ, 2013. 628 с.
2. Експериментальна ґрунтова мікробіологія / за ред. В.В. Волкогона. К.: Аграрна наука, 2010. 464 с.
3. Мелентьев А.И. Аэробные спорообразующие бактерии *Bacillus* Cohn в агроэкосистемах. М.: Наука, 2007. 147 с.
4. Рой А.А., Харкевич О.С. Міколітична активність фосфатмобілізуювальних ґрунтових бактерій роду *Bacillus* Cohn. *Мікробіологія і біотехнологія*. 2015. № 1. С. 66–76.
5. Abbas A., Khan S.U., Khan W.U., Saleh T.A., Khan M., Ullah S., Ali A., Ikram M. Antagonist effects of strains of *Bacillus* spp. against *Rhizoctonia solani* for their protection against several plant diseases: Alternatives to chemical pesticides. *Comptes Rendus. Biologies*. 2019. Vol. 342 (5–6). P. 124–135. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.crv.2019.05.002>
6. Ahmad Z., Wu J., Chen L., Dong W. Isolated *Bacillus subtilis* strain 330-2 and its antagonistic genes identified by the removing PCR. *Sci. Rep.* 2017. Vol. 7. P. 1–13.
7. Backhouse D., Stewart A. Interactions between *Bacillus* species and sclerotia of *Sclerotium cepivorum*. *Soil Biol. and Biochem.* 1989. Vol. 21, No. 1. P. 173–176.
8. Benítez L.B., Velho R.V., Lisboa M.P., Medina L.F., Brandelli A. Isolation and characterization of antifungal peptides produced by *Bacillus amyloliquefaciens* LBM5006. *J. of Microbiol.* 2010. Vol. 48 (6). P. 791–797. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12275-010-0164-0>
9. Bojanowski A., Avis T.J., Pelletier S., Tweddell R.J. Management of potato dry rot. *Postharvest Biol. Technol.* 2013. Vol. 84. P. 99–109. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.04.008>
10. Bressan W., Figueiredo J.E.F. Chitinolytic *Bacillus* spp. isolates antagonistic to *Fusarium moniliforme* in maize. *Journal of Plant Pathology*. 2010. Vol. 92 (2). P. 343–347.
11. Chaihar M., Chunhaleuchanon S., Kozo A., Lumyong S. Screening of rhizobacteria for their plant growth promoting activities. *KMITL Sci. Tech. J.* 2008. Vol. 8. P. 18–23.
12. Delgado J.A., Schwarz P.B., Gillespie J., Rivera-Varas V.V., Secor G.A. Trichothecene mycotoxins associated with potato dry rot caused by *Fusarium graminearum*. *Phytopathol.* 2010. Vol. 100. P. 290–296. DOI: <https://doi.org/10.1094/phyto-100-3-0290>
13. Dighton J. Fungi in Ecosystem processes. New York-Basel: Marcel Dekker Inc., 2003. 432 p.
14. Dunlap C.A., Browman M.J., Schisler D.A. Genomic analysis and secondary metabolite production in *Bacillus amyloliquefaciens* AS 43.3: A biocontrol antagonist of *Fusarium* head blight. *Biological Control*. 2013. Vol. 64, Issue 2. P. 166–175. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2012.11.002>
15. El-Aassar S., Ghanem K., Sabrys A., Ghanem N. Purification and characterization of chitinases produced by *Bacillus amyloliquefaciens*. *Bioseparation*. 1992. Vol. 3, No. 1. P. 37–46. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf010885d>
16. Ellner F.M., Mycotoxins in potato tubers infected by *Fusarium sambucinum*. *Mycotoxin Res.* 2002. Vol. 18. P. 57–61. DOI: <https://doi.org/10.1007/bf02946697>
17. Emmert E.A.B., Handelsman J. Biocontrol of plant disease: a (Gram-) positive perspective. *FEMS Microbiol.* 1999. Vol. 171. P. 1–9. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.1999.tb13405.x>
18. Ganie S.A., Ghani M.Y., Nissar Q., Jabeen N., Anjum Q., Ahanger F.A., Ayaz A. Status and symptomatology of early blight (*Alternaria solani*) of potato (*Solanum tuberosum* L.) in Kashmir valley. *African Journal of Agricultural Research*. 2013. Vol. 8 (41). P. 5104–5115. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJAR2013.7338>

19. Gruber S., Seidl-Seiboth V. Self versus non-self: fungal cell wall degradation in *Trichoderma*. *Microbiol.* 2012. Vol. 158. P. 26–34. DOI: <https://doi.org/10.1099/mic.0.052613-0>
20. Gupta C.P., Kumar B., Dubey R.C., Maheshwari D.K. Chitinase mediated destructive antagonistic potential of *Pseudomonas aeruginosa* GRC against *Sclerotinia sclerotiorum* causing charcoal rot of peanut. *Bio. Control.* 2006. Vol. 51. P. 821–835. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10526-006-9000-1>
21. Herrmann M., Zocher R., Haese A. Enniatin production by *Fusarium* strains and its effect on potato tuber tissue. *AEM.* 1996. Vol. 62. P. 393–398. DOI: <https://doi.org/10.1128/aem.62.2.393-398.1996>
22. Heydari A., Pessarakli M. A Review on Biological Control of Fungal Plant Pathogens Using Microbial Antagonists. *Journal of Biological Sciences.* 2010. Vol. 10. P. 273–290. DOI: <https://doi.org/10.3923/jbs.2010.273.290>
23. Ji S.H., Paul N.C., Deng J.X., Kim Y.S., Yun B.-S., Yu S.H. Biocontrol Activity of *Bacillus amyloliquefaciens* CNU114001 against Fungal Plant Diseases. *Mycobiology.* 2013. Vol. 41, Issue 4. P. 234–242. DOI: <https://doi.org/10.5941/MYCO.2013.41.4.234>
24. Louis B., Waikhom S.D., Singh W.M., Talukdar N.C., Roy P. Diversity of Ascomycetes at the potato interface: new devastating fungal pathogens posing threat to potato farming. *Plant Pathology Journal.* 2014. Vol. 13 (1). P. 18–27. DOI: <https://doi.org/10.3923/ppj.2014.18.27>
25. Mamaghani N.A., Masiello M., Somma S., Moretti A., Saremi H., Haidukowski M., Altomare C. Endophytic *Alternaria* and *Fusarium* species associated to potato plants (*Solanum tuberosum* L.) in Iran and their capability to produce regulated and emerging mycotoxins. *Heliyon.* 2024. Vol. 10, e26385. 18 p. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26385>
26. Marak M.C.N., Kayang H. Isolation and identification of endophytic fungi associated with *Solanum tuberosum* L. of south-west Garo Hills, Meghalaya. *IJAASST.* 2018. Vol. 5 (1). P. 58–65.
27. Medeot D.B., Fernandez M., Morales G.M., Jofré E. Fengycins From *Bacillus amyloliquefaciens* MEP218 Exhibit Antibacterial Activity by Producing Alterations on the Cell Surface of the Pathogens *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* and *Pseudomonas aeruginosa* PA01. *Front. Microbiol.* 2020. Vol. 10 (3107). P. 1–12. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.03107>
28. Pal K.K., McSpadden G.B. Biological Control of Plant Pathogens. *The Plant Health Instructor.* 2006. Vol. 2. P. 1117–1142. DOI: <https://doi.org/10.1094/PHI-A-2006-1117-02>
29. Park J., Kim S., Jo M., An S., Kim Y., Yoon J., ... Kim Y. Isolation and Identification of *Alternaria alternata* from Potato Plants Affected by Leaf Spot Disease in Korea: Selection of Effective Fungicides. *J. of Fungi.* 2024. Vol. 10. P. 53. DOI: <https://doi.org/10.3390/jof10010053>
30. Park K., Ahn I.-P., Kim C.-H. Systemic resistance and expression of the pathogenesis-related genes mediated by the plant growth-promoting rhizobacterium *Bacillus amyloliquefaciens* EXTN-1 against anthracnose disease in cucumber. *Mycobiology.* 2001. Vol. 29 (1). P. 48–53.
31. Pinto V.E.F. Patriarca A. *Alternaria* species and their associated mycotoxins. *Mycotoxigenic Fungi. Methods in Molecular Biology.* New York: Humana Press, 2017. P. 13–32. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4939-6707-0_2
32. Pleban S., Chernin L. Chet I. Chitinolytic activity of an endophytic strain of *Bacillus cereus*. *Appl. Microbiol.* 1997. Vol. 25. P. 284–288. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1472-765x.1997.00224.x>
33. Podile A.R., Prakash A.P. Lysis and biological control of *Aspergillus niger* by *Bacillus subtilis* AF 1. *Canadian Journal of Microbiology.* 1996. Vol. 42 (6). P. 533–538. DOI: <https://doi.org/10.1139/m96-072>
34. Qi G., Zhu F., Du P., Yang X., Qiu D., Yu Z., Chen J., Zhao X. Lipopeptide induces apoptosis in fungal cells by a mitochondria-dependent pathway. *Peptides.* 2010. Vol. 31 (11). P. 1978–1986. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.peptides.2010.08.003>
35. Raaijmakers J.M., Vlami M., Souza J.T. Antibiotic production by bacterial biocontrol agents. *Antonie Van Leeuwenhoek.* 2002. Vol. 81. P. 537–547.
36. Saharan G.S., Mehta N., Meena P.D., *Alternaria* Diseases of Crucifers: Biology, Ecology and Disease Management. Springer Singapore, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-981-10-0021-8>
37. Shafi J., Tian H., Ji M. *Bacillus* species as versatile weapons for plant pathogens: a review. *Biotechnology & Biotechnological Equipment.* 2017. Vol. 31, Issue 3. P. 446–459. DOI: <https://doi.org/10.1080/13102818.2017.1286950>
38. Silo-Suh L.A., Lethbridge B.J., Raffel S.J., He H., Clardy J., Handelsman J. Biological activities of two fungistatic antibiotics produced by *Bacillus cereus* UW85. *Appl. Environ. Microbiol.* 1994. Vol. 60. P. 2023–2030.
39. Wang J., Liu J., Wang X. Application of electrospray ionization mass spectrometry in rapid typing of fengycin homologues produced by *Bacillus subtilis*. *Lett. Appl. Microbiol.* 2004. Vol. 39 (1). P. 98–102. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.2004.01547.x>
40. Yuldashova Z.Z., Sodikov B.S., Khamiraev U.K. *Alternaria* disease of potato and its control (review). *EPRA International Journal of Research & Development.* 2023. Vol. 8 (5). P. 168–172. DOI: <https://doi.org/10.36713/epra13285>

ANTAGONISTIC ACTIVITY OF *BACILLUS* BACTERIA ISOLATED FROM THE SURFACE OF MINERAL FERTILIZER GRANULES

Shevchenko L.

Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher

Institute of Agricultural Microbiology and Agroindustrial Manufacture of NAAS (Chernihiv, Ukraine)

Associate Professor

Chernihiv Polytechnic National University (Chernihiv, Ukraine)

e-mail: shevchenkolyubov@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2637-1999>

Sasina T.

Postgraduate student

Institute of Agricultural Microbiology and Agroindustrial Manufacture of NAAS (Chernihiv, Ukraine)

e-mail: taniateri5@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4021-9202>

The nature of the antagonistic interaction between the bacteria *Bacillus amyloliquefaciens* B-22, *B. amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* 5/13 and *B. cereus* 3/7, previously isolated from the surface of mineral fertilizer granules, and phytopathogenic micromycetes was investigated, and the degree of inhibition of the development of fungal mycelium in laboratory conditions was established. The antagonistic properties of bacterial strains were determined by the method of double counter cultures. The inhibitory activity of the microbial culture was estimated by the percentage of inhibition of the test culture when co-cultivated with antagonists. The strains *B. amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* 5/13 and *B. amyloliquefaciens* B-22 had the greatest inhibitory effect against the causative agent of *Alternaria* blight. The growth of mycelium of *F. culmorum* 50716, *F. moniliforme* 156 and *F. oxysporum* 311 was most limited by the *B. amyloliquefaciens* B-22 strain (68.5%, 85.5% and 62.9% respectively). Among the bacterial cultures studied, strain 5/13 inhibited the development of *F. solani* EK 1 by 71.1%. Against the phytopathogen *N. oryzae* 5000, the studied strains *B. amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* 5/13 and *B. amyloliquefaciens* B-22 showed a high level of inhibitory activity — 96.6 and 83.7%, respectively. Against the phytopathogen *N. oryzae* 3000, the inhibition rates were somewhat lower. *B. cereus* 3/7 slightly inhibited the growth of phytopathogenic fungi of the genus *Nigrospora* — 27.7% (*N. oryzae* 5000) and 31.6% (*N. oryzae* 3000). According to the results of the study of the antagonistic activity of the bacteria *B. amyloliquefaciens* B-22, *B. amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* 5/13 and *B. cereus* 3/7, isolated from the surface of mineral fertilizer granules, it was found that strains B-22 and 3/7 exhibit a fairly high fungistatic effect on phytopathogenic test cultures. *B. cereus* 3/7 is the least effective in inhibiting the growth of phytopathogenic micromycetes.

Keywords: antagonism, bacteria isolated from the surface of granules, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus cereus*, phytopathogenic micromycetes.

REFERENCES

1. Antoniak, H.L. (2013). Ecology of fungi. Lviv: LNU.
2. Volkohon, V.V. (Ed.). (2010). Experimental soil microbiology. K.: Agrarian Science.
3. Melentyev, A.I. (2007). Aerobic spore-forming bacteria *Bacillus* Cohn in agroecosystems. Moscow: Nauka.
4. Roy, A.A., & Harkevych, O.S. (2015). Mycolytic activity of phosphate-mobilising soil bacteria of the genus *Bacillus* Cohn. *Microbiology and biotechnology*, 1, 66–76.
5. Abbas, A., Khan, S.U., Khan, W.U., Saleh, T.A., Khan, M., Ullah, S., Ali, A., & Ikram, M. (2019). Antagonist effects of strains of *Bacillus* spp. against *Rhizoctonia solani* for their protection against several plant diseases: Alternatives to chemical pesticides. *Comptes Rendus. Biologies*, 342 (5–6), 124–135. doi: <https://doi.org/10.1016/j.crvi.2019.05.002>
6. Ahmad, Z., Wu, J., Chen, L., & Dong, W. (2017). Isolated *Bacillus subtilis* strain 330-2 and its antagonistic genes identified by the removing PCR. *Sci. Rep.*, 7, 1–13.
7. Backhouse, D., & Stewart, A. (1989). Interactions between *Bacillus* species and sclerotia of *Sclerotium cepivorum*. *Soil Biol. and Biochem.*, 21 (1), 173–176.
8. Benitez, L.B., Velho, R.V., Lisboa, M.P., Medina, L.F., & Brandelli, A. (2010). Isolation and characterization of antifungal peptides produced by *Bacillus amyloliquefaciens* LBM5006. *J. of Microbiol.*, 48 (6), 791–797. doi: <https://doi.org/10.1007/s12275-010-0164-0>
9. Bojanowski, A., Avis, T.J., Pelletier, S., & Tweddell, R.J. (2013). Management of potato dry rot. *Postharvest Biol. Technol.*, 84, 99–109. doi: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.04.008>
10. Bressan, W., & Figueiredo, J.E.F. (2010). Chitinolytic *Bacillus* spp. isolates antagonistic to *Fusarium moniliforme* in maize. *Journal of Plant Pathology*, 92 (2), 343–347.
11. Chaihar, M., & Chunhaleuchanon, S., Kozo, A., & Lumyong S. (2008). Screening of rhizobacteria for their plant growth promoting activities. *KMITL Sci. Tech. J.*, 8, 18–23.
12. Delgado, J.A., Schwarz, P.B., Gillespie, J., Rivera-Varas, V.V., & Secor, G.A. (2010). Trichothecene mycotoxins associated with potato dry rot caused by *Fusarium graminearum*. *Phytopathology*, 100 (3), 290–296. doi: <https://doi.org/10.1094/PHYTO-100-3-0290>
13. Dighton, J. (2003). Fungi in Ecosystem processes. New York-Basel: Marcel Dekker Inc.
14. Dunlap, C.A., Browman, M.J., & Schisler, D.A. (2013). Genomic analysis and secondary metabolite production in *Bacillus amyloliquefaciens* AS 43.3: A biocontrol antagonist of *Fusarium* head blight. *Biological Control*, 64 (2), 166–175. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2012.11.002>
15. El-Aassar, S., Ghanem, K., Sabrys, A., & Ghanem, N. (1992). Purification and characterization of chitinases produced by *Bacillus amyloliquefaciens*. *Bioseparation*, 3 (1), 37–46. doi: <https://doi.org/10.1021/jf010885d>
16. Ellner, F.M. (2002). Mycotoxins in potato tubers infected by *Fusarium sambucinum*. *Mycotoxin Res*, 18, 57–61. doi: <https://doi.org/10.1007/bf02946697>
17. Emmert, E.A.B., & Handelsman, J. (1999). Biocontrol of plant disease: a (Gram-) positive perspective. *FEMS Microbiol.*, 171, 1–9. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.1999.tb13405.x>
18. Ganie, S.A., Ghani, M.Y., Nissar, Q., Jabeen, N., Anjum, Q., Ahanger, F. A., & Ayaz, A. (2013). Status and symptomatology of early blight (*Alternaria solani*) of potato (*Solanum tuberosum* L.) in Kashmir valley. *African Journal of Agricultural Research*, 8 (41), 5104–5115. doi: <https://doi.org/10.5897/AJAR2013.7338>

19. Gruber, S., & Seidl-Seiboth, V. (2012). Self versus non-self: fungal cell wall degradation in *Trichoderma*. *Microbiol*, 158, 26–34. doi: <https://doi.org/10.1099/mic.0.052613-0>
20. Gupta, C.P., Kumar, B., Dubey, R.C., & Maheshwari, D.K. (2006). Chitinase mediated destructive antagonistic potential of *Pseudomonas aeruginosa* GRC against *Sclerotinia sclerotiorum* causing charcoal rot of peanut. *Bio. Control*, 51, 821–835. doi: <https://doi.org/10.1007/s10526-006-9000-1>
21. Herrmann, M., Zocher, R., & Haese, A. (1996). Enniatin production by *Fusarium* strains and its effect on potato tuber tissue. *AEM*, 62, 393–398. doi: <https://doi.org/10.1128/aem.62.2.393-398.1996>
22. Heydari, A., & Pessarakli, M.A. (2010). Review on Biological Control of Fungal Plant Pathogens Using Microbial Antagonists. *Journal of Biological Sciences*, 10, 273–290. doi: <https://doi.org/10.3923/jbs.2010.273.290>
23. Ji, S.H., Paul, N.C., Deng, J.X., Kim, Y.S., Yun, B.-S., & Yu, S.H. (2013). Biocontrol Activity of *Bacillus amyloliquefaciens* CNU114001 against Fungal Plant Diseases. *Mycobiology*, 41, 4, 234–242. doi: <https://doi.org/10.5941/MYCO.2013.41.4.234>
24. Louis, B., Waikhom, S.D., Singh, W.M., Talukdar, N.C., & Roy, P. (2014). Diversity of Ascomycetes at the potato interface: new devastating fungal pathogens posing threat to potato farming. *Plant Pathology Journal*, 13 (1), 18–27. doi: <https://doi.org/10.3923/ppj.2014.18.27>
25. Mamaghani, N.A., Masiello, M., Somma, S., Moretti, A., Saremi, H., Haidukowski, M., & Altomare, C. (2024). Endophytic *Alternaria* and *Fusarium* species associated to potato plants (*Solanum tuberosum* L.) in Iran and their capability to produce regulated and emerging mycotoxins. *Heliyon*, 10 (e26385), 18. doi: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26385>
26. Marak, M.C.N., & Kayang, H. (2018). Isolation and identification of endophytic fungi associated with *Solanum tuberosum* L. of south-west Garo Hills, Meghalaya. *IJAASST*, 5 (1), 58–65.
27. Medeot, D.B., Fernandez, M., Morales, G.M., & Jofré, E. (2020). Fengycins From *Bacillus amyloliquefaciens* MEP218 Exhibit Antibacterial Activity by Producing Alterations on the Cell Surface of the Pathogens *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* and *Pseudomonas aeruginosa* PA01. *Front. Microbiol*, 10 (3107), 1–12. doi: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.03107>
28. Pal, K.K., & McSpadden, G.B. (2006). Biological Control of Plant Pathogens. *The Plant Health Instructor*, 2, 1117–1142. doi: <https://doi.org/10.1094/PHI-A-2006-1117-02>
29. Park, J., Kim, S., Jo, M., An, S., Kim, Y., Yoon, J., & Kim, Y. (2024). Isolation and Identification of *Alternaria alternata* from Potato Plants Affected by Leaf Spot Disease in Korea: Selection of Effective Fungicides. *J. of Fungi*, 10, 53. doi: <https://doi.org/10.3390/jof10010053>
30. Park, K., Ahn, I.-P., & Kim, C.-H. (2001). Systemic resistance and expression of the pathogenesis-related genes mediated by the plant growth-promoting rhizobacterium *Bacillus amyloliquefaciens* EXTN-1 against anthracnose disease in cucumber. *Mycobiology*, 29 (1), 48–53.
31. Pinto, V.E.F., & Patriarca, A. (2017). *Alternaria* species and their associated mycotoxins. Mycotoxigenic Fungi. *Methods in Molecular Biology*. New York: Humana Press, 13–32. doi: https://doi.org/10.1007/978-1-4939-6707-0_2
32. Pleban, S., Chernin, L., & Chet, I. (1997). Chitinolytic activity of an endophytic strain of *Bacillus cereus*. *Appl. Microbiol*, 25, 284–288. doi: <https://doi.org/10.1046/j.1472-765x.1997.00224.x>
33. Podile, A.R., & Prakash, A.P. (1996). Lysis and biological control of *Aspergillus niger* by *Bacillus subtilis* AF 1. *Canadian Journal of Microbiology*, 42 (6), 533–538. doi: <https://doi.org/10.1139/m96-072>
34. Qi, G., Zhu, F., Du, P., Yang, X., Qiu, D., Yu, Z., Chen, J., & Zhao, X. (2010). Lipopeptide induces apoptosis in fungal cells by a mitochondria-dependent pathway. *Peptides*, 31 (11), 1978–1986. doi: <https://doi.org/10.1016/j.peptides.2010.08.003>
35. Raaijmakers, J.M., Vlam, M., & Souza, J.T. (2002). Antibiotic production by bacterial biocontrol agents. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 81, 537–547.
36. Saharan, G.S., Mehta, N., & Meena, P.D. (2016). *Alternaria* Diseases of Crucifers: Biology, Ecology and Disease Management. Springer Singapore. doi: <https://doi.org/10.1007/978-981-10-0021-8>
37. Shafi, J., Tian, H., & Ji, M. (2017). *Bacillus* species as versatile weapons for plant pathogens: a review. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 31 (3), 446–459. doi: <https://doi.org/10.1080/13102818.2017.1286950>
38. Silo-Suh, L.A., Lethbridge, B.J., Raffel, S.J., He, H., Clardy, J., & Handelsman, J. (1994). Biological activities of two fungistatic antibiotics produced by *Bacillus cereus* UW85. *Appl. Environ. Microbiol*, 60, 2023–2030.
39. Wang, J., Liu, J., & Wang, X. (2004). Application of electrospray ionization mass spectrometry in rapid typing of fengycin homologues produced by *Bacillus subtilis*. *Lett. Appl. Microbiol*, 39 (1), 98–102. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.2004.01547.x>
40. Yuldashova, Z.Z., Sodikov, B.S., & Khamiraev, U.K. (2023). *Alternaria* disease of potato and its control (review). *EPRA International Journal of Research & Development (IJRD)*, 8 (5), 168–172. doi: <https://doi.org/10.36713/epri13285>

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

ШЕВЧЕНКО Любов Анатоліївна, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН (вул. Шевченка, 97, м. Чернігів, Україна 14035); доцент, Національний університет “Чернігівська політехніка” (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, Україна, 14030; e-mail: shevchenkolyubov@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2637-1999>).

САСІНА Тетяна Сергіївна, аспірантка, Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН (вул. Шевченка, 97, м. Чернігів, Україна, 14035; e-mail: taniateri5@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4021-9202>).

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СТРУКТУРИ ДЕРЕВНОЇ РОСЛИННОСТІ ТА ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ФІТОМЕЛІОРАТИВНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕРИКОНА ШАХТИ "МЕЖИРІЧАНСЬКА" ЛЬВІВСЬКО-ВОЛИНСЬКОГО ВУГІЛЬНОГО БАСЕЙНУ

К.І. Барабан
аспірантка

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
(м. Івано-Франківськ, Україна)

e-mail: beemveshka@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7429-4051>

Терикони шахти "Межирічанська" Львівсько-Волинського вугільного басейну стали об'єктом багатьох екологічних, геохімічних і ботанічних досліджень. Вивчення їхнього впливу дозволяє оцінити екологічні ризики та розробити заходи для мінімізації негативних наслідків. Важливе місце в дослідженні деревної та трав'янистої рослинності терикона посідало вивчення їхньої екологічної структури залежно від рівня багатства едафотопів, вологості та освітленості місцевостань. На териконі шахти "Межирічанська" під час проведення досліджень спостерігався природний фітомеліоративний процес. Процес природного заростання цієї території є неоднорідним: на окремих ділянках був значний і різноманітний деревний та трав'янистий покрив, тоді як на інших він практично відсутній. Значний вплив на інтенсивність цього процесу має підстилаюча поверхня, сформована з породи, яка на багатьох ділянках терикона сильно ущільнена. Внаслідок цього спостерігається знижена швидкість проникнення вологи та аераційних процесів. Крім того, ущільнення підвищує міцність ґрунту (тобто його здатність протистояти переміщенню під дією прикладеної сили), що змушує кореневі системи рослинного покриву докладати більше зусиль для проникнення в ущільнений шар. На багатьох дослідних ділянках зафіксовано IV (сильно ущільнений) та V категорії (надзвичайно ущільнений) ґрунт. Встановлено, що флора териконів представлена 28 видами вищих судинних рослин, які належать до 25 родів і 15 родин. Ці види здатні виживати в складних умовах, зокрема на сухих, кислих і малопоживних субстратах. Рослинність териконів характеризується наявністю видів-піонерів, які швидко колонізують деградовані території. Деякі рослини продемонстрували здатність до накопичення важких металів, що відкриває перспективи для фіторе mediaції — використання рослин для очищення забруднених земель. Отримані результати мають практичне значення для рекультивації техногенних ландшафтів.

Ключові слова: техногенні ландшафти, фітомеліорація, рекультивація, гірничопромислові підприємства, екологічна безпека, екологія, довкілля.

ВСТУП

Україна має значні запаси вугілля, а Львівсько-Волинський вугільний басейн є основним вуглевидобувним комплексом Західного регіону України. Висока концентрація техногенних вугільних об'єктів (відходів гірничодобувних підприємств, шахт, вуглевидобування та вуглезабагачення) на невеликих площах значно сприяє деградації компонентів техногенного середовища. Тому екологічні аспекти використання вуглевмісних штучних об'єктів Червоноградського гірничопромислового району набувають особливого значення та актуальності. Терикони шахти "Межирічанська" Львівсько-Волинського вугільного басейну стали об'єктом численних екологічних, геохімічних і ботанічних досліджень. Вивчення їхнього впливу дозволяє оціни-

ти екологічні ризики та розробити заходи для мінімізації негативних наслідків [2; 21; 25].

Екологічна небезпека породних відвалів залежить від низки чинників, серед яких хімічний та мінералогічний склад порід, особливості фізико-хімічних внутрішніх і зовнішніх перетворень у поєднанні з кліматичними та гідрогеологічними умовами, а також їхня чутливість до процесів деградації. Кожен породний відвал залежно від місцезнаходження має специфічні характеристики, що негативно впливають на довкілля. Характер та інтенсивність впливу цього джерела техногенної небезпеки безпосередньо залежать від місця розташування та умов функціонування об'єкта. Крім того, в процесі осадження хімічний склад залишкового ґрунту та відпрацьованих порід зазнає

значних змін і вже не відповідає початковому [20; 23; 26; 28].

Найбільшого негативного впливу породних відвалів, розташованих на територіях вугледобувних регіонів, зазнають атмосферне повітря та ґрунти, що своєю чергою призводить до зниження врожайності.

Породні відвали гірничодобувних підприємств є великомасштабними об'єктами забруднення довкілля у Львівсько-Волинському вугільному басейні. Займаючи значні площі, відвали є постійним джерелом надходження пилових фракцій в атмосферне повітря. До пиління призводять такі процеси, як видування вітром, розвантаження автосамоскидів, робота бульдозерів при формуванні відвалу та ін. [22]. Сприяють виділенню пилу в атмосферне повітря також метеорологічні умови, зокрема суха погода та сильний вітер.

На території Червоноградського вуглевидобувного регіону внаслідок багаторічного видобутку вугілля виникла низка проблем техногенно-екологічного характеру. Геологічне середовище на досліджуваній території є техногенно-природною системою з переважним впливом господарсько-промислової діяльності, насамперед вуглевидобувної. Порушено гідрогеологічний режим підземної гідросфери, триває нагромадження териконів, відбувається процес просідання земної поверхні, що призводить до підтоплення та утворення техногенного рельєфу [16; 24; 28].

Інтенсивний розвиток природно-антропогенних процесів у межах породних відвалів шахт Червоноградського гірничопромислового району потребує здійснення рекультивації порушених земель. Метою рекультивації та фітомеліорації в контексті сталого розвитку є відновлення продуктивності порушених територій та оздоровлення довкілля.

Мета дослідження полягає в аналізі екологічної структури деревних і чагарникових видів, виявлених під час аналізу пробних площ, закладених на вибраних ділянках терикона шахти “Межирічанська” (ДП “Львіввугілля”). Зокрема, проаналізовано наявну рослинність за її відношенням до таких абіотичних чинників: рівня вмісту поживних речовин у ґрунті (трофоморфи), умов зволоження (гігроморфи) та адаптацій до світлового режиму (геліоморфи). Також встановлено коефіцієнт фітомеліоративної ефективності рослинного покриття, який характеризує перебіг фітомеліоративних процесів і частку кожного з наявних типів фітоценозів.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

На території Львівсько-Волинського вугільного басейну спостерігається велика різно-

манітність і своєрідність флори, що спричинено екотонним положенням цієї території, оскільки поруч розташовані Західне Полісся та Подільський Лісостеп. Переважають лісова рослинність і значна частка центральноєвропейських видів та угруповань [19; 27; 29].

Виявлення повного флористичного складу цієї території потребує подальшого вивчення. За матеріалами польових досліджень, літературних і гербарних матеріалів можна стверджувати, що склад флори Малого Полісся може досягати 700 видів судинних рослин [1; 11; 14]. Вона є порівняно молододою та сформувалася в післяльодовиковий період із різних ботаніко-географічних центрів, основними з яких є гумідний, аридний та арктоальпійський. Гляціальні води утворили тут зандрову рівнину з досить бідними супіщаними відкладами, на яких переважає флора бореального характеру. Внаслідок історичної молодості вона відзначається незначною кількістю ендемічних видів і значною кількістю погранично-ареальних видів, насамперед тих, що перебувають на південній межі ареалу. Серед еколого-ценотичних груп регіону переважають бореальні види соснових лісів, зокрема *Pinus sylvestris*, *Betula pendula*, *Frangula alnus*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Pyrola rotundifolia*, а також деякі види папоротей. Характерною особливістю флори є наявність в її складі центральноєвропейських видів, які розташовуються на східній межі поширення. До них належать *Juncus bulbosus*, *Juncus squarrosus*, *Rubus hirtus*, *Lembotropis nigricans* та ін. Своєрідну групу становлять реліктові види — третинний релікт *Scheuchzeria palustris*, післяльодовикові релікти — *Salix myrtilloides*, *Galinago gallinago*, *Diphasiastrum complanatum*. Із нечисленних ендеміків виявлені популяції *Dianthus pseudosguarasus* Klok [13].

У регіоні є багато різноманітних за генезисом боліт. Усі вони вкриті гігрофільною рослинністю, зокрема й вільховими фітоценозами. Низові мінеральні та торф'яні болота мають високий рівень родючості, вони підлягають осушувальній меліорації та широко використовуються як сільськогосподарські угіддя. Болота є важливим компонентом географічних ландшафтів, мають значні запаси торфу та специфічну флору і фауну, що зникають при осушуванні [18].

Згідно з дослідженням [5], граб — це постійний представник другого та третього рівнів корінних типів лісу складних суборів. Характерними для них є наявність у підліску ліщини, а в трав'яному ярусі — оліго-, мезо- та евтрофних видів. Як показали дослідження, на території Малого Полісся граб і ліщина разом із дубом позитивно впливають на розкладання

соснової підстилки, що сприяє прискоренню біо-кругообігу речовин та мобілізації потенційних запасів елементів живлення для задоволення потреб деревних видів. Грабово-дубово-соснові деревостої сформувалися здебільшого у свіжих, вологих і сирих складних суборах. Корінні насадження складних суборів на території Малого Полісся внаслідок антропогенної дії збереглися лише в заповідниках і зелених зонах навколо населених пунктів [7].

Науковці [4] у разі лісової рекультивації таких складних об'єктів пропонують проводити її в три етапи: підготовчий, технічний і біологічний. Підготовчий етап включає обстеження порушеної території та розробку проекту рекультивації. Технічний етап передбачає підготовку території до створення рослинного покриву. Біологічний етап полягає в повному відновленні родючості ґрунту та створенні продуктивних фітоценозів.

Питання фітомеліорації породних відвалів шахт Львівсько-Волинського вугільного басейну детально досліджували У.Б. Башуцька [1], П.В. Босак [3], Я.В. Генік [5], Г.М. Мануїлова [12], В.В. Попович [15] та інші автори [9; 11; 13; 14]. Зокрема, В.В. Попович визначив та описав групу дерев, які найактивніше ростуть (самозаростають) на териконах шахти № 5 м. Нововолинська: *Quercus robur* L. (дуб звичайний), *Betula verrucosa* Ehrh. (береза повисла), *Salix caprea* L. (верба козяча), *Carpinus betulus* L. (граб звичайний), *Rubinia pseudoacacia* L. (робінія звичайна). На рекультивованих териконах Нововолинського гірничопромислового району створено насадження за участю *Sorbus aucuparia* L. (горобина звичайна), *Ligustrum vulgare* L. (бирючина звичайна), *Sambucus nigra* L. (бузина чорна). Такі насадження також створено на поверхні рекультивованих териконів інших досліджуваних шахт м. Нововолинська [15].

Сьогодні важливі питання формування фітоценозів у різних умовах залишаються недостатньо дослідженими. Не повністю оцінено значення порід, що їх складають, щодо підвищення біологічної продуктивності, життєздатності та динамічності лісових фітоценозів. Особливо це стосується формування рослинності в умовах дегазованих ландшафтів [17].

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Досліджуваний терикон ДП “Шахта “Межирічанська”” (до 2001 року — Шахта № 3 “Великомостівська”) належить до відокремленого підрозділу державного підприємства ВО ДКХ “Львіввугілля” Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну. Він займає центральну частину Межирічанського родовища. Шахта

введена в експлуатацію 17 вересня 1959 року з проектною виробничою потужністю 750 тис. т. Терикон розташований неподалік автодороги Р15 і м. Шептицький (до 2024 року — м. Червоноград) Львівської області.

Деревну та чагарникову рослинність вивчали зі східного, північного, південного, західного боків і вершини терикона шахти “Межирічанська”. Збір даних для дослідження видового складу насаджень здійснювався методом спостережень. Під час спостережень використовувалися загальнонаукові, флористичні, порівняльні, математично-статистичні методи та довідникові дані [6].

Для визначення коефіцієнта фітомеліоративної ефективності використано загальноприйнятну формулу за В.П. Кучерявим [10]:

$$K_{FM} = (S_p \cdot b + S_a \cdot b + S_{pm} \cdot b + S_f \cdot b + S_v \cdot b + S_{sv2} \cdot b + S_{sv1} \cdot b + S_{st} \cdot b + S_r \cdot b) / S, \quad (1)$$

де: S — загальна площа; S_p — площа, зайнята пратоценозом; S_a — агроценозом; S_{pm} — помологоценозом; S_f — фрутоценозом; S_v — вітоценозом; S_{sv1} — сільваценозом одноярусним; S_{sv2} — сільваценозом двоярусним; S_{st} — стрипоценозом; S_r — рудероценозом; b — кількість балів, яку отримав ценоз.

Для повноти оцінки на шістьох досліджуваних територіях було закладено пробні ділянки розміром 10×10 м, на яких проводили аналіз існуючих груп насаджень та облік зростаючої рослинності.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За результатами досліджень у структурі рослинності терикона виділено такі класифікаційні групи за відношенням до наявності поживних речовин в едафотопі (трофністю): види, які віддають перевагу середнім за тропністю умовам місцезростання (*мезотрофи*) — 15 видів; види, які зростають переважно в бідних умовах місцезростання (*оліготрофи*) — 12 видів; види, що віддають перевагу багатим умовам місцезростання (*мегатрофи*, або *еутрофи*) — 5 видів (рис. 1).

Отже, частка *оліготрофів*, що зростають на бідних ґрунтах, становить 37,5%, *мезотрофів*, які віддають перевагу середнім умовам родючості ґрунтів, — 46,9%, а *еутрофів*, які люблять родючі умови місцезростання, — лише 15,6%.

За відношенням рослин до зволоження виділено такі групи (гігморифи): *ксеромезофіти* (рослини, які мають певні пристосування для перенесення нетривалої засухи); *мезоксерофіти* (посухостійкі рослини з високою кон-

курентоспроможністю за умов достатнього водопостачання, що характеризуються інтенсивною транспірацією та невисокою стійкістю до зневоднення тканин); *мезофіти* (рослини, пристосовані до життя в умовах середнього водозабезпечення (середня вологість ґрунту й повітря)); *мезогігрофіти* (займають проміжне положення між гігрофітами та мезофітами); *гігрофіти* (вологолюбні рослини, що ростуть на надмірно зволоженому ґрунті).

Встановлено наступне співвідношення вищезгаданих груп: *ксеромезофіти* — 6 видів; *мезоксерофіти* — 8 видів; *мезофіти* — 13 видів; *мезогігрофіти* — 3 види; *гігрофіти* — 2 види. Співвідношення їхніх часток показано на рис. 2.

Отже, найбільшим є представництво *мезофітів* — 40,6%, значно менше *мезоксерофітів* — 25%, та *ксеромезофітів* — 18,8%. Відповідно, через утруднені умови зростання, найнижчу частку в представництві займають *мезогігрофіти* — 9,4%, і *гігрофіти* — 6,2%.

За відношенням до освітлення території місцезростання та адаптації рослин до світлового режиму (геліоморфізм) зафіксовано такі групи рослинного покриву: *геліофіти* (рослини, які можуть розвиватися лише в умовах повного сонячного освітлення, сильне затінення пригнічує їхній ріст; належать рослини відкритих місцезростань); *сціофіти* (рослини, які розвиваються в умовах недостатнього освітлення — потребують 1/3 і менше від повного освітлення, не переносять яскравого світла); *сціогеліофіти* (світлолюбні рослини, але через широку екологічну амплітуду щодо світла можуть жити в умовах значного затінення); *геліосціофіти* (тіньолілюбні рослини, здатні успішно рости навіть за умов повного сонячного освітлення).

Встановлено наступне співвідношення вищезазначених груп: *геліофіти* — 8 видів; *сціофіти* — 11 видів; *сціогеліофіти* — 10 видів; *геліосціофіти* — 3 види. Співвідношення їхніх часток показано на рис. 3.

Найбільше представлені *сціофіти* — 34,4%, *сціогеліофіти* — 31,2%, дещо менше *геліофітів* — 25%. Найменшу частку займають *геліосціофіти* — 9,4%.

Коефіцієнт фітомеліоративної ефективності. Для оцінки поточного фітомеліоративного процесу, що відбувається на досліджуваних ділянках терикона, було розраховано коефіцієнт фітомеліоративної ефективності рослинного покриву, який виражається в балах. Виділяють таку диференціацію за функціями та можливостями розвитку в конкретних умовах території (присутні або відсутні) кожної з перелічених груп насаджень: пратоценози — лучні

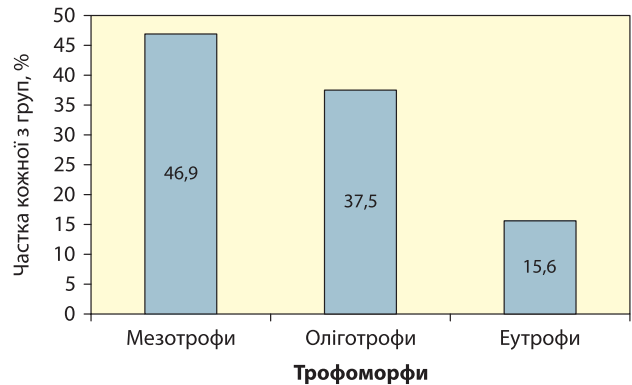


Рис. 1. Структура рослинного покриву за трофоморфами

Джерело: розроблено за результатами власних досліджень.

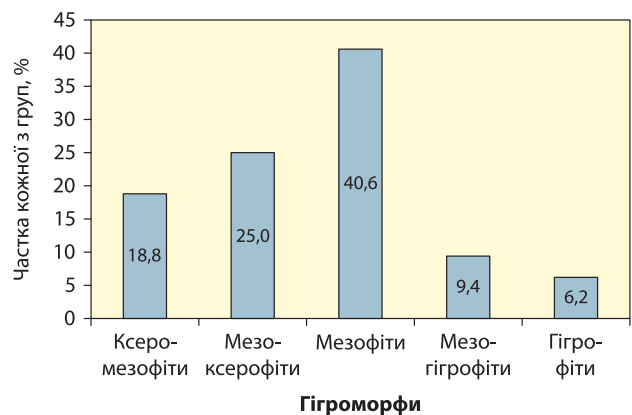


Рис. 2. Структура рослинного покриву за гіломорфами

Джерело: розроблено за результатами власних досліджень.

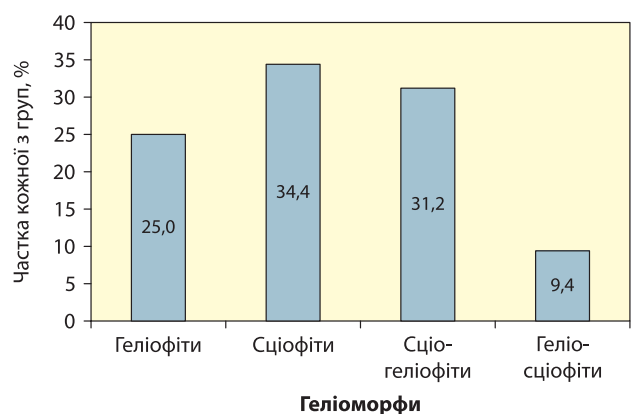


Рис. 3. Структура рослинного покриву за геліоморфами

Джерело: розроблено за результатами власних досліджень.

угруповування, агроценози — сільськогосподарські насадження, помологоценози — сади або їхні залишки, фрутоценози — чагарникові насадження, вітоценози — виноградники, сільваценози — лісові угруповування, стрипоценози — смуги різного функціонального пристосування, рудероценози — угруповування бур'янових рослин.

Ділянка № 1 (південний бік терикона). Ця дослідна ділянка розташована біля підніжжя терикона, на території, яка внаслідок видобувної діяльності зазнала трансформації первинних природних ландшафтів, значної деградації та перебуває під техногенним впливом. На цій ділянці зафіксовано високий рівень ущільнення поверхні. Розміщення деревного та трав'янистого покриву (піонерний тип рослинності) мозаїчне з ознаками групового. На цьому териконі відбувається природна фітомеліорація, яка поступово оптимізує первинні техноземи та сприяє підвищенню рівня родючості ґрунтів. Тут зафіксовано сільваценози одноярусні (S_{svl}) та рудероценози (S_r). Площа ділянки, зайнята сільваценозом одноярусним, становить 15%, рудероценозом — 25%.

Ділянка № 2 (східний бік терикона). Ділянка розташована в зниженні рельєфу, де зафіксовані схили крутизною 40–45°. Тут представлений різноманітний рослинний покрив, який суцільно вкриває поверхню. На цій території сформовані рослинні угруповання, що складаються з дерев, кущів, трав, мохового покриву. Також зафіксовано численні плодові тіла грибів і шар підстилки 5–10 см, що свідчить про сприятливі умови для локального формування природного середовища. Серед зафіксованих угруповань: сільваценоз одноярусний (S_{svl}) — 35%; рудероценоз (S_r) — 10%; фрутоценоз (S_f) — 15%.

Ділянка № 3 (північний бік терикона). Ділянка розташована в умовах рельєфу, де поверхня поступово під кутом піднімається вгору (10–30°), плавно переходячи у вершину терикона. Дещо нижче є також рівнинні ділянки, зайняті лучною та деревною рослинністю. Зафіксовано такі фітомеліоративні групи: сільваценоз одноярусний (S_{svl}) — 30%; рудероценоз (S_r) — 5%; фрутоценоз (S_f) — 10%; пратоценоз (S_p) — 25%.

Ділянка № 4 (західний бік терикона). Територія рівнинного типу, розташована поруч зі штучно сформованою дорогою, якою піднімається автомобільна техніка до верхньої тераси терикона. Ця ділянка має незначний ухил, у межах 10°. Тут сформовані природні рослинні угруповання, що існують протягом 10–15 років, зі значною кількістю деревно-чагарникових насаджень і трав'янистого надґрунтового по-

криття. Зафіксовано наступні фітомеліоративні групи: сільваценоз одноярусний (S_{svl}) — 30%; рудероценоз (S_r) — 5%; фрутоценоз (S_f) — 15%; пратоценоз (S_p) — 30%.

Ділянка № 5 (вершина терикона). У ландшафтному відношенні ця ділянка суттєво відрізняється від усіх попередніх і розташована на штучно сформованому насипі з відпрацьованих порід, який утворювався протягом багатьох десятиліть. Тут є значна крутизна схилів (50–60°), місця впливу водної та вітрової ерозій. Невелика поверхня рівнинного типу вкрита деревами, частково трав'яним покривом і бур'янами. Підраховане співвідношення є таким: сільваценоз одноярусний (S_{svl}) — 25%; рудероценоз (S_r) — 10%; пратоценоз (S_p) — 20%.

Для повноти підрахунку коефіцієнта фітомеліоративної ефективності важливу роль відіграє показник b , який враховує комплексність ефективного впливу конкретного рослинного ценозу в балах. При цьому беруться до уваги такі важливі показники, як: сезонна фітомаса, рівень киснепродукування, фільтрувальні властивості, що обумовлені габітусом і типом вегетуючого покриття, вплив на мікроклімат, шумопоглинання та оптичний вплив. Середні значення балів (b) зеленої маси подані у таблиці 1.

Таблиця 1

Середні значення балів (b) зеленої маси за В.П. Кучерявим

Тип фітоценозу	Зелена маса (b)
Пратоценоз	0,7
Агроценоз	1,0
Рудероценоз	0,8
Фрутоценоз	4,0
Помологоценоз	5,0
Стрипоценоз	8,5
Сільваценоз одноярусний	9,0

Джерело: [8].

Використовуючи показник балів, наявний в конкретних досліджуваних умовах, та методу, встановлено наступний розподіл коефіцієнтів фітомеліоративної ефективності (K_{FM}) досліджуваних ділянок:

- ділянка № 1 (південний бік терикона): $K_{FM} = 1,5$;
- ділянка № 2 (східний бік терикона): $K_{FM} = 4,0$;
- ділянка № 3 (північний бік терикона): $K_{FM} = 4,5$;
- ділянка № 4 (західний бік терикона): $K_{FM} = 5,0$;
- ділянка № 5 (вершина терикона): $K_{FM} = 3,0$.

Зважаючи на проведені підрахунки, можна констатувати диференціацію отриманих даних. Найвищі коефіцієнти фітомеліоративної ефективності зафіксовано на дослідних ділянках № 4 — 5,0, та № 3 — 4,5. Трохи нижчі показники були на ділянках № 2 — 4,0, та № 5 — 3,0. Суттєво нижчий показник встановлено в складних умовах зростання на південному боці терикона — ділянка № 1, де коефіцієнт фітомеліоративної ефективності становив 1,5, що свідчить про піонерний етап сукцесійного розвитку.

ВИСНОВКИ

Серед заходів, спрямованих на зменшення комплексу потенційних небезпек для довкілля та населення регіону, важливе місце посідає фітомеліоративний процес як біологічний етап рекультивації дегазованих територій. Традиційно він розподіляється на два напрями: плановий фітомеліоративний процес — оперативний на розрахунки в кошторисі потреб ґрунтосуміші, садивних місць, посадкового матеріалу та післяпосадкового догляду за насадженням; природний — передбачає викорис-

тання перетворюючої енергії росту та розвитку деревних і трав'янистих рослин, що, поступово адаптуючись до едафічних і кліматичних умов зростання, відповідно до своїх біолого-морфологічних особливостей, в процесі поступового “*стихийного*” росту та розвитку формують фітогенні поля, покращують механічну структуру ґрунту, підвищують його родючість через процеси сезонного опаду, збільшують рівень зволоження і сприяють розвитку сукцесійних процесів.

Розподіл коефіцієнта фітомеліоративної ефективності на досліджуваних площах різних зон показав, що його максимальне значення спостерігається із західного боку терикона (коефіцієнт фітомеліоративної ефективності — 5,0). Це зумовлено більшою інтенсивністю розширення площ лучної рослинності.

Для покращення санітарного стану насаджень рекомендуємо провести санітарні рубки, вибравши всі пошкоджені та аварійні дерева. Також доцільно створити куртини для урізноманітнення насаджень, забезпечення необхідного простору та сприяння швидшому росту і розвитку підросту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Башуцька У.Б. Антропогенно-природні сукцесії рослинності дегазованих ландшафтів Червоноградського гірничопромислового регіону: дис. ... канд. с.-г. наук: 06.03.01. Львів, 2004. 214 с.
2. Босак П.В. Фізико-хімічні властивості стічних вод з технологічних відвалів Нововолинського гірничопромислового району. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*. 2018. № 18. С. 117–124. DOI: <https://doi.org/10.32447/20784643.18.2018.13>
3. Босак П.В., Попович В.В. Екологічна безпека підтериконових стічних вод Нововолинського гірничопромислового району EcoLab. Том 1: моногр. Львів: ЛДУБЖД, 2022. 231 с.
4. Генік Я.В., Дида А.П. Рекультивація. Львів: ННБК, АТБ, 2019. 288 с.
5. Генік Я.В., Дудин Р.Б., Дида А.П., Марутяк С.Б., Каспрук О.І. Трансформаційні процеси в лісопаркових і паркових насадженнях урбанізованих екосистем заходу України. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2017. Вип. 27 (10). С. 9–15. DOI: <https://doi.org/10.15421/40271001>
6. Дендрофлора України. Дикорослі та культивовані дерева та куші. Покритонасінні: довідник. Частина II / під ред. М.А. Кохно, Н.М. Трофименко та ін. Київ: Фітосоціоцентр, 2005. 716 с.
7. Дідух Я.П. Рослинний світ України в аспекті кліматичних змін: монографія. Київ: Наукова думка, 2023. 172 с.
8. Кучерявий В.П. Урбоекологія: Львів: “Новий світ-2000”, 2020. 460 с.
9. Кучерявий В.П. Фітогенне поле і фітомеліорація: питання теорії та практики. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2016. Вип. 26 (7). С. 15–24.
10. Кучерявий В.П. Фітомеліорація: Львів: Світ, 2003. 540 с.
11. Луньова О.В. Особливості формування техноекосистем вугільних родовищ та оцінка екологічних ризиків. *Геотехнічна механіка*. 2019. № 149. С. 58–67. DOI: <https://doi.org/10.15407/geotm2019.149.058>
12. Мануїлова Г.М. Фітомеліорація дегазованих ландшафтів в умовах Львівщини: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.03.01. Львів, 2005. 18 с.
13. Музиченко О., Лішук С., Караїм О. Екологічна структура флори породних відвалів шахт Нововолинського гірничопромислового району. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Серія: Біологічні науки*. 2020. Вип. 2, № 390. С. 38–45. DOI: <https://doi.org/10.29038/2617-4723-2020-390-2-38-44>
14. Піндер В.Ф., Попович В.В., Босак П.В. Рекультиваційні заходи зниження техногенного впливу породних відвалів вугільних шахт на довкілля EcoLab. Том 2: моногр. Львів: ЛДУБЖД, 2023. 245 с.
15. Попович В.В. Фітомеліорація згасаючих териконів Львівсько-Волинського вугільного басейну: моногр. Львів: ВР та НВД ЛДУБЖД, 2014. 174 с.
16. Попович В.В., Волощишин А.І. Аеротехногенне забруднення довкілля в зоні вуглевидобування. *Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи*: матер. IV Міжнар. наук.-практ. конф. (Львів, 26 бер. 2021 р.). 2021. С. 131–132.
17. Попович В.В., Волощишин А.І. Екологічні особливості формування фітомеліоративного вкриття на

- териконах вугільних шахт. *Актуальні питання техногенної та цивільної безпеки України*: зб. матеріалів І Всеукр. наук. конф. Миколаїв: Видавець Торубара В.В., 2018. С. 86–87.
18. Попович В.В., Волошишин А.І. Фітомеліорація породних відвалів шахт у межах впливу Львівсько-Волинського вугільного басейну. *Збірник наукових праць Національного гірничого університету*. 2018. № 54. С. 377–394.
 19. Попович В.В., Шуплат Т.І., Босак П.В. Природна фітомеліорація техногенних водойм у зоні впливу породних відвалів вугільних шахт. *Українська школа гірничої інженерії*: матеріали XV Міжнар. наук.-практ. конф. (Бердянськ, 06–10 вер. 2021 р.). 2021. С. 41–42. DOI: <https://doi.org/10.33271/usme15.041>
 20. Bosak P., Popovych V., Stepova K., Dudyn R. Environmental impact and toxicological properties of mine dumps of the Lviv-Volyn Coal basin. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences*. 2020. Vol. 4, No. 440. P. 48–54. DOI: <https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.30>
 21. Bosak P., Popovych V., Stepova K., Marutyak S. Features of seasonal dynamics of hazardous constituents in wastewater from colliery spoil heaps of Novovolynsk mining area. *News of the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences*. 2020. Vol. 5, No. 443. P. 39–46. DOI: <https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.102>
 22. Karabyn V., Popovych V., Shainoha I., Lazaruk Y. Long-term monitoring of oil contamination of profile-differentiated soils on the site of influence of oil-and-gas wells in the central part of the Boryslav-Pokuttya oil-and-gas bearing area. *Petroleum and Coal*. 2019. Vol. 61, No. 1. P. 81–89.
 23. Kochmar I., Karabyn V., Stepova K., Stadnik V., Sozanskyi M. Thermal Impact on Heavy Metal Bioavailability in Burnt Rocks of Waste Heap of Chervonohradska Coal-preparation Plant (Lviv Region, Ukraine). *Geomatics and Environmental Engineering*. 2024. Vol. 18, No. 1. P. 117–133. DOI: <https://doi.org/10.7494/geom.2024.18.1.117>
 24. Petlovanyi M., Kuzmenko O., Lozynskyi V., Popovych V., Sai K., Saik P. Review of man-made mineral formations accumulation and prospects of their developing in mining industrial regions in Ukraine. *Mining of Mineral Deposits*. 2019. Vol. 13, No. 1. P. 24–38. DOI: <https://doi.org/10.33271/mining13.01.024>
 25. Popovych V., Voloshchyshyn A., Bosak P., Popovych N. Waste heaps in the urban environment as negative factors of urbanization. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. Vol. 915, No. 1. P. 012001. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/915/1/012001>
 26. Popovych V., Voloshchyshyn A., Rudenko D., Popovych N. Geochemical properties of water under the waste heaps in Chervonohrad mining region. *E3S Web of Conf. Ukrainian School of Mining Engineering*. 2019. No.123 01035. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201912301035>
 27. Popovych V.V., Voloshchyshyn A.I., Tyndyk O.S., Menshykova O.V., Shuplat T.I., Bosak P.V. Monitoring of heavy metals migration into edaphic horizons of coal mine dumps. *Ecologia Balkanica*. 2022. Vol. 4, Issue 2. P. 63–74.
 28. Skrobala V., Popovych V., Pinder V. Ecological patterns for vegetation cover formation in the mining waste dumps of the Lviv-Volyn coal basin. *Mining of Mineral Deposits*. 2020. Vol. 14, No. 2. P. 119–127. DOI: <https://doi.org/10.33271/mining14.02.119>
 29. Skrobala V., Popovych V., Tyndyk O., Voloshchyshyn A. Chemical pollution peculiarities of the Nadiya mine rock dumps in the Chervonohrad Mining District, Ukraine. *Mining of Mineral Deposits*. 2022. Vol. 16, No. 4. P. 71–79. DOI: <https://doi.org/10.33271/mining16.04.071>

RESEARCH OF THE ECOLOGICAL STRUCTURE OF WOODY VEGETATION AND DETERMINATION OF THE COEFFICIENT OF PHYTOMELIORATIVE EFFICIENCY OF THE MEZHRYCHANSKA MINE SPOIL HEAP IN THE LVIV-VOLYN COAL BASIN

Baraban K.

Postgraduate student

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (Ivano-Frankivsk, Ukraine)

e-mail: beemveshka@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7429-4051>

The waste heaps of the Mezhyrichanska mine in the Lviv-Volyn coal basin have been the subject of numerous environmental, geochemical and botanical studies. Studying their impact allows us to assess environmental risks and develop measures to minimise negative consequences. An important part of the study of the spoil heap's woody and herbaceous vegetation was the study of their ecological structure in terms of the richness of habitats, their humidity and light conditions. At the time of the research, a natural phytomelioration process was observed on the spoil heap of the Mezhyrichanska mine. The process of natural revegetation of this territory is heterogeneous: in some areas, there is a significant and diverse tree and herbaceous cover, while in others it is practically absent. The intensity of this process is significantly influenced by the underlying surface formed of rock, which is heavily compacted in many areas of the spoil tip. This results in a reduced rate of moisture penetration and aeration processes. In addition, compaction increases the strength of the soil (i.e. its ability to resist movement under the action of applied force), which forces the root systems of the vegetation cover to exert more effort to penetrate the compacted layer. In many of the experimental plots, category IV (highly compacted soil) and category V (extremely compacted soil) were recorded. It was found that the flora of the spoil heaps is

represented by 28 species of higher vascular plants belonging to 25 genera and 15 families. These species are able to survive in difficult conditions, in particular on dry, acidic and low-nutrient substrates. The spoil heaps vegetation is characterised by the presence of pioneer species that quickly colonise degraded areas. Some plants have demonstrated the ability to accumulate heavy metals, which opens up prospects for phytoremediation — the use of plants to clean up contaminated land. The results obtained are of practical importance for the reclamation of man-made landscapes.

Keywords: anthropogenic landscapes, phytomelioration, reclamation, mining enterprises, environmental safety, ecology, environment.

REFERENCES

1. Bashutska, U.B. (2004). Anthropogenic-natural vegetation succession of devastated landscapes of Chervonohrad mining region. (*Candidate's dissertation*, Ukrainian State Forestry University, Lviv, Ukraine).
2. Bosak, P.V. (2018). Physico-chemical properties of wastewater from technological waste dumps of Novovolynsk mining district. *Bulletin of Lviv State University of Life Safety*, 18, 117–124. doi: <https://doi.org/10.32447/20784643.18.2018.13>
3. Bosak, P.V., & Popovych, V.V. (2022). Ecological hazard of subterranean wastewater of the Novovolynsk mining district EcoLab: a monograph (Vol 1). Lviv: Lviv State University of Life Safety.
4. Henyk, Ya.V., & Dyda, A.P. (2019). Reclamation. Lviv: NNVK, ATB.
5. Henyk, Ya.V., Dudyn, R.B., Dyda, A.P., Marutiak, S.B., & Kaspruk, O.I. (2017). Transformational processes in forest and park plantations of urbanised ecosystems in Western Ukraine. *Scientific Bulletin of UNFU*, 27 (10), 9–15. doi: <https://doi.org/10.15421/40271001>
6. Kokhno, M.A., Trofymenko, N.M., & Parkhomenko, L.I. (Eds.). (2005). Dendroflora of Ukraine. Wild and cultivated trees and shrubs. Covered seeds: handbook (part 2). Kyiv: Phytosociological Centre.
7. Didukh, Ya.P. (2023). Flora of Ukraine in the context of climate change: a monograph. Kyiv: Scientific opinion.
8. Kucheriaviy, V.P. (2020). Urbanecology. Lviv: “Novyi svit-2000”.
9. Kucheriaviy, V.P. (2016). Phytogenic field and phytomelioration: issues of theory and practice. *Scientific Bulletin of UNFU*, 26 (7), 15–24.
10. Kucheriaviy, V.P. (2003). Phytomelioration. Lviv: Svit.
11. Lunova, O.V. (2019). Specific features of coal deposit techno-ecosystems formation and environmental risk assessment. *Geotechnical mechanics*, 149, 58–67. doi: <https://doi.org/10.15407/geotm2019.149.058>
12. Manuilova, H.M. (2005). Phytomelioration of devastated landscapes in the Lviv region. (*Extended abstract of the candidate's dissertation*, Ukrainian State Forestry University, Lviv, Ukraine).
13. Muzychenko, O., Lishchuk, S., & Karaim, O. (2020). Ecological structure of the flora of mine waste heaps in the Novovolynsk mining district. *Scientific Bulletin of Lesya Ukrainka Eastern European National University. Series: Biological sciences*, 2 (390), 38–45. doi: <https://doi.org/10.29038/2617-4723-2020-390-2-38-44>
14. Pinder, V.F., Popovych, V.V., & Bosak, P.V. (2023). Reclamation measures to reduce the anthropogenic impact of coal mine waste heaps on the environment EcoLab: a monograph (Vol. 2). Lviv: Lviv State University of Life Safety.
15. Popovych, V.V. (2014). Phytomelioration of deteriorating waste heaps in the Lviv-Volyn coal basin: a monograph. Lviv: Lviv State University of Life Safety.
16. Popovych, V.V., & Voloshchyshyn, A.I. (2021). Aerotechnogenic environmental pollution in the coal mining zone. In *Environmental safety as a basis for sustainable development of society. European experience and perspectives: material. IV International Scientific and Practical Conference* (pp. 131–132). Lviv.
17. Popovych, V.V., & Voloshchyshyn, A.I. (2018). Ecological features of phytomeliorative cover formation on coal mine waste heaps. In *Current issues of technogenic and civilian security in Ukraine. I Ukrainian Scientific Conference* (pp. 86–87). Mykolaiv.
18. Popovych, V.V., & Voloshchyshyn, A.I. (2018). Phytomelioration of mine waste heaps within the Lviv-Volyn coal basin. *Collection of research papers of the National Mining University*, 54, 377–394.
19. Popovych, V.V., Shuplat, T.I., & Bosak, P.V. (2021). Natural phytomelioration of man-made reservoirs in the zone of influence of coal mine waste heaps. In *Ukrainian School of Mining Engineering. International Scientific and Practical Conference* (pp. 41–42). Berdiansk. doi: <https://doi.org/10.33271/usme15.041>
20. Bosak, P., Popovych, V., Stepova, K., & Dudyn, R. (2020). Environmental impact and toxicological properties of mine dumps of the Lviv-Volyn Coal basin. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences*, 4 (440), 48–54. doi: <https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.30>
21. Bosak, P., Popovych, V., Stepova, K., & Marutyak, S. (2020). Features of seasonal dynamics of hazardous constituents in wastewater from colliery spoil heaps of Novovolynsk mining area. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences*, 5 (443), 39–46. doi: <https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.102>
22. Karabyn, V., Popovych, V., Shainoha, I., & Lazaruk, Y. (2019). Long-term monitoring of oil contamination of profile-differen-tiated soils on the site of influence of oil-and-gas wells in the central part of the Boryslav-Pokuttya oil-and-gas bearing area. *Petroleum and Coal*, 61 (1), 81–89.
23. Kochmar, I., Karabyn, V., Stepova, K., Stadnik, V., & Sozanskyi, M. (2024). Thermal impact on heavy metal bioavailability in burnt rocks of waste heap of Chervonohradska coal-preparation plant (Lviv Region, Ukraine). *Geomatics and Environmental Engineering*, 18 (1), 117–133. doi: <https://doi.org/10.7494/geom.2024.18.1.117>
24. Petlovanyi, M., Kuzmenko, O., Lozynskyi, V., Popovych, V., Sai, K., & Saik, P. (2019). Review of man-made mineral

- formations accumulation and prospects of heir developing in mining industrial regions in Ukraine. *Mining of Mineral Deposits*, 13 (1), 24–38. doi: <https://doi.org/10.33271/mining13.01.024>
25. Popovych, V., Voloshchyshyn, A., Bosak, P., & Popovych, N. (2021). Waste heaps in the urban environment as negative factors of urbanization. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 915 (1), 012001. doi: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/915/1/012001>
 26. Popovych, V., Voloshchyshyn, A., Rudenko, D., & Popovych, N. (2021). Geochemical properties of water under the waste heaps in Chervonohrad mining region. *E3S Web of Conf. Ukrainian School of Mining Engineering*, 123, 01035. doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201912301035>
 27. Popovych, V.V., Voloshchyshyn, A.I., Tyndyk, O.S., Menshykova, O.V., Shuplat, T.I., & Bosak, P.V. (2022). Monitoring of heavy metals migration into edaphic horizons of coal mine dumps. *Ecologia Balkanica*, 4 (2), 63–74.
 28. Skrobala, V., Popovych, V., & Pinder, V. (2020). Ecological patterns for vegetation cover formation in the mining waste dumps of the Lviv-Volyn coal basin. *Mining of Mineral Deposits*, 14 (2), 119–127. doi: <https://doi.org/10.33271/mining14.02.119>
 29. Skrobala, V., Popovych, V., Tyndyk, O., & Voloshchyshyn, A. (2022). Chemical pollution peculiarities of the Nadiya mine rock dumps in the Chervonohrad Mining District, Ukraine. *Mining of Mineral Deposits*, 16 (4), 71–79. doi: <https://doi.org/10.33271/mining16.04.071>

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

БАРАБАН Катерина Ігорівна, аспірантка, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу (вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна, 76000; e-mail: beemveshka@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7429-4051>).

Новини

Новини

Новини • Новини • Новини

Японія хоче досягнути нульових викидів CO₂ до 2050 року. За даними Європейської Комісії, зараз країна посідає 5 місце за обсягом викидів цього забруднювача до 2035 року Японія планує скоротити викиди вуглекислого газу CO₂ на 60% порівняно з рівнем 2013 року, а до 2050 року досягнути нульового рівня викидів. Про це повідомляє Bloomberg.

За оцінками аналітиків групи Climate Action Tracker, щоб обмежити зростання глобальної температури до 1,5°C вище за доіндустріальний рівень, країна має знизити викиди ще більше, ніж на 60% — орієнтовно на 80% до 2035 року. У 2023 році більш ніж 60% згенерованої електрики в країні припадало на вугілля та природний газ. Японія повільно переходить на відновлювані джерела енергії (ВДЕ), зокрема, через проблеми з регулюванням перезапуску атомних електростанцій, а також через брак доступних для будівництва сонячних електростанцій та наземних вітропарків територій.

ВПЛИВ СИСТЕМ ЗАХИСТУ ВІД БУР'ЯНІВ НА ФОРМУВАННЯ АСИМІЛЯЦІЙНОЇ ПОВЕРХНІ ЛИСТЯ РОСЛИН СОНЯШНИКУ

Б.Д. Каменщук

кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН (м. Вінниця, Україна)
e-mail: murkur@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2773-922X>

Є.Д. Ткач

доктор біологічних наук, старший дослідник
Інститут агроєкології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: bio_eco@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0666-1956>

А.А. Бунас

кандидат біологічних наук, старший дослідник
Інститут агроєкології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: bio-206316@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4806-7004>

М.В. Кривулько

аспірант
Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН (м. Вінниця, Україна)
e-mail: kryvulko96@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0339-0441>

Соняшник — основна олійна культура в нашій країні, на частку якої припадає майже 65% посівів олійних культур і 15% усіх посівних площ. Останніми роками площа посівів соняшнику в Україні зростала до 6 млн га, що сприяло виробництву високоякісного насіння. У зв'язку з цим актуальними стають дослідження, спрямовані на вивчення та пошук різних шляхів підвищення екологічної ефективності вирощування цієї культури. У статті подано динаміку формування тривалості міжфазних періодів і площі поверхні листкового апарату в гібридів соняшнику за різних систем захисту рослин від бур'янів. Досліджено зміну площі асиміляційної поверхні рослин соняшнику впродовж вегетаційного періоду середньоранніх гібридів НК Конді, НК Неома, Суміко HTS в умовах Правобережного Лісостепу України. Висвітлено результати наукових спостережень за посівами соняшнику у 2020–2022 рр. Проаналізовано новітні, традиційні та найбільш поширені моделі захисту рослин від бур'янів при вирощуванні соняшнику. Визначено площу листкової поверхні рослин соняшнику та особливості її змін за різних систем захисту. Виявлено вплив різних систем захисту рослин в екстремальних кліматичних умовах вирощування, що своєю чергою зумовлює необхідність удосконалення технологій вирощування кожного гібрида окремо з урахуванням його генетичних можливостей і специфіки регіону. Встановлено, що за використання Нової синтетичної та Євро-Лайтнінгової систем захисту повне настання фаз розвитку відбувалося на 1–2 доби пізніше порівняно з екологічним варіантом захисту. Обґрунтовано необхідність проведення додаткових досліджень біології розвитку нових гібридів соняшнику інтенсивного типу за вирощування в умовах нових синтетичних систем захисту від бур'янів. Наведено результати змін асиміляційної поверхні листкової поверхні рослин гібридів соняшнику за традиційної, Євро-Лайтнінгова, Експрес та екологічної систем захисту рослин.

Ключові слова: площа листкової поверхні, системи захисту, гербіциди, тривалість фаз росту соняшнику, Євро-Лайтнінг, Експрес, гібриди, НК Неома, НК Конді, Суміко HTS.

ВСТУП

Соняшник (*Helianthus* L., родина *Asteraceae*) — цінна олійна та медоносна культура. В Європі він з'явився в 1510 році, коли іспанці привезли його з Америки, назвавши перуанською хризантемою. В Україні соняшник почали вирощувати в XVIII столітті. Соняшникову

олію вперше отримали лише в середині XIX століття [1].

Саме на частку соняшнику припадає майже 65% посівів олійних культур, або 15% усіх посівних площ. За підсумками 2023–2024 маркетингового року в Україні було перероблено понад 15 млн т насіння соняшнику. У світо-

вому виробництві олійних культур соняшник займає 8%, або 27 млн га. Основні посіви його зосереджені в Європі (60%) та Азії (20%). Серед країн-лідерів: Україна — 5,2 млн га, Аргентина — 3,4 млн га, Індія — 2,2 млн га, США — 1,4 млн га [2–4].

Урожайність соняшнику та реалізація його генетичного потенціалу залежать від комплексу чинників, серед яких погодні умови, сівозміна, збалансоване живлення, ураження хворобами, наявність бур'янів. Окремою проблемою агроценозів є паразитична рослина вовчок звичайний (*Orobancha cymana* Wallr.). У середньому втрати врожаю від бур'янів, хвороб, шкідників, паразитів і неефективних агротехнічних заходів становлять 10–35%. У роки, коли погодні умови сприяють розвитку хвороб, втрати лише від гнилей можуть досягати 70% і більше.

Проте вважається, що бур'яни є головним чинником, який заважає соняшнику реалізувати його генетичний потенціал урожайності. Це зумовлено тим, що на початку вегетації рослини соняшнику потребують максимально надійного захисту від бур'янів через їхню низьку конкурентну здатність за нішу існування. Гербокричний період соняшнику триває 40–50 діб — від появи сходів до утворення кошиків. Така тривалість зумовлена дуже повільним ростом культури на початкових етапах вегетації, що пояснюється як її біологічними особливостями, так і технологічними факторами: через широкорядний посів створюються сприятливі умови для проростання насіння бур'янів у ґрунті [2; 3].

З огляду на вищевикладене, метою дослідження є пошук максимально ефективних шляхів захисту агроценозів соняшнику від бур'янів для збільшення валового виробництва насіння та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Упродовж останніх років в Україні спостерігалася тенденція до збільшення виробництва насіння соняшнику, що було спричинено розширенням посівної площі до 6 млн га. Одночасно зі збільшенням площі підвищувалася й урожайність. Частка України у світовій торгівлі соняшником олією становить 57%, що підтверджує її лідерство в експорті цього продукту [6].

Дослідженнями [7–9] показано, що видовий склад бур'янів у Лісостеповій і Степовій зонах відрізняється. Проте загалом посіви соняшнику забруднюються переважно злаковими та дводольними бур'янами. Найпоширенішими бур'янами, що засмічують посіви соняшнику в умовах Степу, є двосім'ядольні малорічні

(лобода біла, щириця, гірчак березкоподібний, суріпиця польова, гірчиця польова, нетреба звичайна та амброзія полинолиста), багаторічні (осот рожевий і жовтий, молочаї, березка польова), односім'ядольні (мишій сизий і зелений, полосука звичайна). В умовах Лісостепу найпоширеніші такі бур'яни: двосім'ядольні малорічні (ромашка непахуча, талабан польовий, грицики звичайні, підмаренник чіпкий, зірочник середній, редька дика, суріпиця звичайна, гірчиця польова), багаторічні (осот рожевий і жовтий, види молочаю, березка польова), односім'ядольні (мишій сизий і зелений, полосука звичайна).

Основними способами контролю чисельності бур'янів у посівах сільськогосподарських культур є технологія вирощування, зокрема обробіток ґрунту, сівозміна, система застосування пестицидів і агрохімікатів у догляді за агроценозом соняшнику. Однак для ефективного контролю чисельності бур'янів в агрофітоценозах недостатньо застосовувати лише один спосіб; їх необхідно поєднувати в комплексі, враховуючи тип забур'яненості [10–12].

Дослідження впливу систем удобрення та основного обробітку ґрунту показують, що при застосуванні мінеральної системи удобрення в сівозмінах була найменша кількість бур'янів. Склад бур'янів був таким: кількість однодольних була на 68% меншою, а дводольних — на 14% меншою порівняно з варіантом без удобрення. М.В. Войтовик зазначає, що на початку вегетації забур'яненість соняшнику за мінеральної системи в різних типах сівозмін зменшується до: 184 шт./м² у просапній, 170 шт./м² у зернопросапній спеціалізованій, 95 шт./м² у зернопросапній та 85 шт./м² у плодозмінній. Органічна й органо-мінеральна системи удобрення на період збирання врожаю соняшнику спричиняли збільшення чисельності бур'янів на 25% і 6,0% відповідно порівняно з мінеральною системою [13].

Отже, продуктивність соняшнику та підвищення рівня рентабельності його виробництва можливі лише завдяки раціональному підходу та збалансованому застосуванню мінеральних добрив, технологічно доцільного типу обробітку ґрунту та інтегрованої системи захисту рослин від шкідників, хвороб і бур'янів. У підсумку агровиробники зможуть реалізувати генетичний потенціал рослин і збільшити валове виробництво високоякісного насіння соняшнику без додаткових матеріальних затрат.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили впродовж 2020–2022 рр. шляхом закладання польових дослідів в умовах Правобережного Лісостепу на дослід-

ному полі Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН України відповідно до загальноприйнятих методик. Інформаційну базу досліджень становлять законодавчі та нормативні документи, економічні огляди, монографії, науково-аналітичні статті вітчизняних та іноземних авторів, матеріали Державної служби статистики України, Міністерства аграрної політики та продовольства України, Міністерства економіки України, власні розробки й дослідження авторів.

Вплив систем захисту від бур'янів на морфо-біологічні та фізіологічні особливості гібридів соняшнику визначали у двофакторному польовому досліді.

Схема дослідів:

- **Фактор А** — гібриди соняшнику селекції компанії “Сингента” (Syngenta AG):

- 1) НК Конді — інтенсивний, середньостиглий гібрид лінолевого типу; вміст олії — до 55%; напрям вирощування — класичний; потенційна врожайність — 5 т/га;

- 2) НК Неома — інтенсивний, середньостиглий гібрид лінолевого типу; вміст олії — до 50%; напрям вирощування — Clearfield; потенційна врожайність — до 5 т/га;

- 3) Суміко HTS — інтенсивний, середньостиглий гібрид лінолевого типу; вміст олії — до 55%; напрям вирощування — HTS (Express); потенційна врожайність — до 4,7 т/га;

- **Фактор В** — система захисту від бур'янів:

- 1) контроль (без захисту);

- 2) традиційна (грунтовий гербіцид);

- 3) Євро-Лайтнінг (діюча речовина (др.) — ізамір, 15 г/л, імазамокс, 33 г/л) — для гібрида НК Неома;

- 4) Експрес (др. — трибенурол-метил, 750 г/кг) + Харума (др. — хізалопфон-П-етил, 125 г/л) — для гібрида Суміко HTS;

- 5) Нова синтетична (Геліантекс (др. — галауксифен-метил + Харума)) — для НК Конді;

- 6) екологічна (боронування + міжрядне рихлення).

Площа дослідної ділянки — 72,8 м², облікової — 36,4 м². Польові досліді закладали методом розщеплених ділянок у трикратній повторності. Площу листової поверхні рослин соняшнику визначали за методикою М.І. Орловського [14]. Математико-статистичне оброблення експериментальних даних виконано в програмі Statistica 6.0.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Листковий апарат рослин відіграє вирішальну роль у формуванні продуктивності всіх

агроценозів. Саме цей орган виконує функцію фотосинтезу, і саме тут відбувається процес формування органічної речовини [15]. Соняшник, як жодна інша сільськогосподарська культура, розвиває доволі потужну листову поверхню, яка може досягати 50–80 тис м²/га [16]. Проте такі показники розміру поверхні листя рослини соняшнику утримують упродовж короткого часу, оскільки листя нижнього ярусу швидко припиняє фотосинтетичну діяльність, і загальна їхня площа зменшується.

Багаторічні дослідження вчених Інституту кормів та сільського господарства Поділля і Інституту агроєкології та природокористування НААН свідчать про недостатній рівень використання потенційних можливостей нових гібридів соняшнику та систем захисту від бур'янів. Серед багатьох сільськогосподарських культур, введених у виробництво помірної зони України, саме соняшник характеризується широким діапазоном довжини вегетаційного періоду. Варіювання цієї ознаки, залежно від генотипу, умов року, екологічної складової, фотоперіодичної реакції, становить від 80 до 180 діб. Важливою складовою в оцінці тривалості вегетаційного періоду є прояв ознак, які зумовлюють рівень скоростиглості. Серед усього різноманіття показників, що характеризують рослину соняшник, селекціонери зазвичай виділяють два основні періоди: формування вегетаційних і генеративних органів (суцвіть, квіток, органів розмноження — плодів, насіння). Правильне визначення групи стиглості гібрида дозволяє обрати напрям його вирощування в тій чи іншій природно-кліматичній зоні. За кордоном гібриди соняшнику розділяють на групи стиглості за тривалістю періоду “цвітіння – досягання”. У Державний реєстр сортів внесено понад 200 гібридів і сортів вітчизняної та зарубіжної селекції. В Україні сорти та гібриди соняшнику за тривалістю вегетаційного періоду поділяються на скоростиглі, або ультраранні (80–100 днів), ранньостиглі (100–120 днів), середньоранні (110–130 днів) та середньостиглі (120–140 днів).

Упродовж вегетаційного періоду соняшник проходить такі фази: сходи рослин, перша пара справжніх листків, утворення кошика, цвітіння, дозрівання. Ми відзначили, що на початкових фазах росту рослини соняшнику розвивалися дружно в різних варіантах досліді. Значна різниця у формуванні поверхні листової пластини соняшнику залежала від кліматичних умов і року вирощування (табл. 1). Так, у 2020 році тривалість періоду від сівби до повних сходів демонструвала значну подовженість. Відсутність необхідної кількості доступної вологи у верхньому шарі ґрунту спровокувала появу сходів у середньораннього гібрида Суміко HTS

Таблиця 1

**Формування площі листків у гібридів соняшнику
за різних систем захисту агроценозу від бур'янів (середнє за 2020–2022 рр.)**

Гібриди соняшнику	Система захисту	Фази росту та розвитку		
		утворення кошика	цвітіння	дозрівання
НК Конді	Контроль	20,3±0,1	38,9±0,6	33,7±1,1
	Традиційна	24,2±0,6	43,2±0,9	35,4±0,9
	Нова синтетична	23,3±0,5	41,4±0,7	33,9±0,7
	Екологічна	23,7±0,6	42,7±0,8	34,7±0,9
НК Неома	Контроль	20,0±0,1	38,7±0,6	31,9±0,6
	Традиційна	23,8±0,5	41,9±0,8	34,5±0,7
	Євро-Лайтнінг	22,6±0,6	40,4±0,8	33,2±0,8
	Екологічна	23,2±0,5	41,3±0,8	34,0±0,8
Суміко HTS	Контроль	20,2±0,3	38,6±0,6	31,7±0,7
	Традиційна	24,3±0,4	43,0±0,9	35,3±0,9
	Експрес	24,2±0,6	42,8±0,6	35,1±0,7
	Екологічна	23,5±0,5	42,1±0,5	34,6±0,6
Середнє, М±m		22,8±0,5	41,3±0,5	34,0±0,4
НІР		1,5	1,5	1,1

Джерело: сформовано на основі власних досліджень.

на 19-ту добу. У подальші періоди вегетації гібриди соняшнику розвивалися з незначним відставанням від середніх багаторічних значень. Гібрид Суміко HTS почав утворювати кошики на 57-му добу вегетації, з максимальною площею листя 23,8 тис. м²/га у варіанті за традиційної системи захисту від бур'янів, а в контрольному варіанті — 19,8 тис. м²/га. У гібридів соняшнику НК Конді та НК Неома утворення кошика почалося на 60-ту добу вегетації. При цьому максимальна площа листя (23,2 тис. м²/га) була зафіксована за традиційної системи захисту. У варіантах із застосуванням Нової синтетичної та Євро-Лайтнінгової систем захисту повне настання фаз розвитку відбувалося на 1–2 доби пізніше порівняно з традиційними варіантами захисту, а площа листя не перевищувала 22,5 тис. м²/га.

Загалом, у польовому досліді площа листової поверхні максимально розширювалася у фазі цвітіння, коливаючись у межах 39–41 тис. м²/га залежно від варіанта. Максимальне значення було зафіксоване у варіанті, де використовували екологічну систему захисту рослин, тобто систему із застосуванням лише міжрядних прополювань. У цьому варіанті площа листової поверхні становила 42,0 тис. м²/га у гібрида НК Конді.

Відповідно до результатів наших досліджень, погодні умови 2021 року виявилися найбільш сприятливими для росту та розвитку соняшнику. Сходи рослин з'явилися рівномірно

на 14-ту добу в усіх варіантах гібридів. Утворення кошика також відбувалося рівномірно на 54–55-ту добу в гібридів середньоранньостиглої групи Суміко HTS та НК Неома. У гібрида середньостиглого НК Конді кошики рівномірно з'явилися на 57-му добу. У гібрида Суміко HTS періоди утворення кошиків, цвітіння, дозрівання проходили рівномірно, що безпосередньо відображалось на динаміці площі листової поверхні. Візуальних відмінностей за впливом різних систем захисту від бур'янів не було зафіксовано. Проте після морфометричних вимірювань найвищими показниками характеризувались варіанти, де застосовували традиційну систему захисту з використанням ґрунтових гербіцидів. У період цвітіння на контролі гібриди соняшнику мали площу листя на рівні 39,4–39,7 тис. м²/га. Для варіанта гібрида НК Неома, де використали систему Євро-Лайтнінг, площа листової поверхні становила 41,8 тис. м²/га. Максимальні значення показника (44,6 тис. м²/га) були зафіксовані у варіантах із традиційною багатоступенною системою захисту. У 2022 році посіву соняшнику передувала тепла та надмірно волога весна: випало 51 мм опадів у квітні. Такі погодні умови сприяли появі рівномірних сходів на 13-ту добу для різних варіантів досліду. У гібрида НК Конді сходи з'явилися вже на 12-ту добу. У наступні місяці опадів практично не було, тому рослини соняшнику зазнали несприятливих, навіть екстремальних, умов росту. За візуальною оцінкою, найкраще справлявся

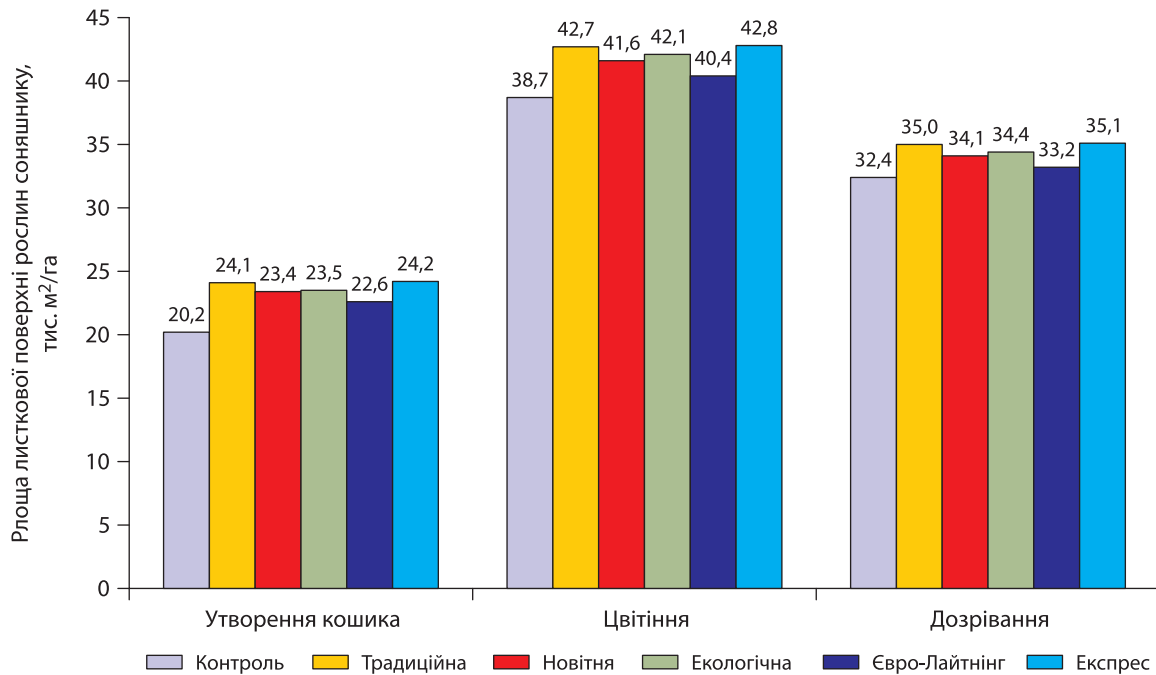


Рис. 1. Динаміка площі листкової поверхні рослин сояшнику за різних систем захисту рослин від бур'янів (середнє за 2020–2022 рр.)

Джерело: сформовано на основі власних досліджень.

із цими умовами гібрид Суміко HTS. Площа листкової поверхні у фазі утворення кошика сягала 24 тис. м²/га, подібна тенденція проявлялася й у фазі цвітіння. При дозріванні площа листя різних гібридів практично вирівнялася до показника 34–35 тис. м²/га. Лише варіанти контролю з наявним забур'яненням за площею листя були значно нижчими — на рівні 32 тис. м²/га (рис. 1).

При аналізі середніх значень показника площі листя сояшнику впродовж трирічного польового дослідження слід відзначити значну різницю між контролем і варіантами, де застосовували досліджувані системи захисту рослин від бур'янів. Найменша істотна різниця в досліді становила 1,5 тис. м²/га. В агроценозі гібрида сояшнику НК Конді найкраще себе проявила традиційна та екологічна системи. Такий же висновок можна зробити й для гібрида НК Неома. Проте в агроценозі рослин сояшнику гібрида Суміко HTS, де застосовували систему захисту Експрес, спостерігалася подовження вегетативного розвитку, хоча за показником площі листкової поверхні не відрізнялася від традиційної системи захисту. Встановлено, що за результатами досліджень 2020–2022 рр. (в середньому) за системи захисту Експрес більша площа листкової поверхні спостерігалася від фази утворення кошика до дозрівання. Так, у фазі утворення кошика в гібрида сояшнику Суміко HTS площу листкової поверхні фіксу-

вали на рівні 24,1 тис. м²/га, що на 4 тис. м²/га більше, ніж у контрольному варіанті та в межах статистичних розбіжностей порівняно з традиційною системою захисту. Подібне співвідношення між площами листкової поверхні рослин сояшнику гібрида Суміко HTS зберігалася й у фазі цвітіння. У фазі дозрівання площі листкової поверхні гібридів сояшнику Суміко HTS у варіантах систем захисту Експрес і традиційної були майже на однаковому рівні — 35,1 тис. м²/га та 35,3 тис. м²/га відповідно. Площа листкової поверхні рослин сояшнику в цих варіантах була вищою на 3,4 тис. м²/га та 3,6 тис. м²/га. Трохи нижчі показники площі листкової поверхні фіксували у варіанті з екологічною системою захисту — 34,6 тис. м²/га, що на 2,9 тис. м²/га вище порівняно з контролем. Наголошуємо на тому, що посіви сояшнику у варіанті із застосування системи захисту Експрес завжди були чистими, і рівень забур'яненості був низький.

ВИСНОВКИ

Зважаючи на одержані експериментальні дані, вважаємо, що екологічні системи вирощування, які передбачають лише боронування та міжрядні обробітки культиватором, дозволяють рости та розвиватися рослинам сояшнику, особливо за екстремальних природних умов. Проте все ж за сприятливих погодних умов року вегетації краще застосовувати нові син-

тетичні або комбіновані системи захисту сільськогосподарських рослин від бур'янів. Такі системи захисту в поєднанні з протизлаковими гербіцидами дозволяють утримувати агроценоз

соняшнику в чистоті впродовж усього періоду вегетації. При цьому площа листової поверхні соняшнику сягає до 44,6 тис. м²/га у фазі цвітіння.

ЛІТЕРАТУРА

1. Petrychenko V.F., Korniyshuk O.V., Voronetska I.S. Biological farming in conditions of transformational changes in the agrarian production of Ukraine. *Agricultural Science and Practice*. 2018. Vol. 5, No. 2. P. 3–12. DOI: <https://doi.org/10.15407/agrisp5.02.003>
2. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур: підручник. 5-те вид., виправ., допов. Львів: НБФ “Українські технології”, 2020. 806 с. URL: https://www.fri.vin.ua/download_materials/PLANT_GROWING.pdf (дата звернення: 01.02.2025).
3. Гусарова А. Соняшник за площами посівів у 2024 році перевершив кукурудзу на понад 1 млн га. Super Agrom.com: головний сайт для агрономів. 2024. URL: <https://superagronom.com/news/19027-sonyashnik-zaploschami-posiviv-u-2024-rotsi-perevershiv-kukurudzu-na-ponad-1-mln-ga> (дата звернення: 01.02.2025).
4. В Україні обсяги переробки соняшнику перевищили попередні очікування. 2024. Укрінформ. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3904026-v-ukraini-obsagi-pererobki-sonasniku-perevisili-poperedni-osikuvanna.html> (дата звернення: 01.02.2025).
5. Чехов С.А., Чехова І.В. Оцінка ефективності виробництва соняшнику в Україні. *Економічний простір*. 2018. № 136. С. 119–130. DOI: <https://doi.org/10.30838/P.ES.2224.290818.127.215>
6. Каменщук Б., Кривулько М., Братчук Л. Економічна ефективність вирощування гібридів соняшнику. *Інноваційні екологобезпечні технології в рослинництві в умовах воєнного стану*: матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції (Київ — Сквир, 20 серпня 2024 р.) / за редакцією академіка НААН О.І. Дребот. Київ: Національний університет біоресурсів і природокористування України, 2024. С. 46. DOI: <https://doi.org/10.33730/978-617-8368-54-8>
7. Ільченко А. Захист соняшнику від бур'янів. *Агробізнес сьогодні*. 2020. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/17608-zakhyst-soniashnyku-vid-burianiv.html> (дата звернення: 01.02.2025).
8. Гаврилюк А. Які бур'яни в посівах соняшнику цього року дошкуляли найбільше. *AgroTimes*. 2021. URL: <https://agrotimes.ua/agronomiya/yaki-buryany-v-posivah-sonyashnyku-czogorich-doshkulyaly-najbilshe/> (дата звернення: 01.02.2025).
9. Маслійов С.В., Степанов В.В., Резніченко С.В. Методи боротьби з бур'янами в посівах соняшнику за умов Луганської області. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 121. С. 80–86. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.121.11>
10. Ткачук В.П., Саяк О.А., Плотницька Н.М., Гурманчук, О.В., Павлюк І.О. Вплив способів основного обробітку ґрунту та систем удобрення на забур'яненість посівів польових культур. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 1. С. 70–73. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.01.11>
11. Павліченко А.А. Зміна забур'яненості сівозміни за різних систем основного обробітку ґрунту і удобрення. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2018. № 1. С. 29–32. DOI: <https://doi.org/10.31395/2310-0478-2018-1-29-32>
12. Пташнік М.М., Дудник С.В., Брухаль Ф.Й., Борис Н.Є. Контролювання сегетальної рослинності за адаптивних систем обробітку ґрунту у зоні Лісостепу України. *Землеробство та рослинництво: теорія і практика*. 2021. Вип. 1. С. 32–42. DOI: <https://doi.org/10.54651/agri.2021.01.05>
13. Войтовик М.В. Забур'яненість агроценозів соняшнику в короткоротаційних сівозмінах. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2023. Вип. 74 (1). С. 8–21. DOI: [https://doi.org/10.32636/01308521.2023-\(74\)-1-1](https://doi.org/10.32636/01308521.2023-(74)-1-1)
14. Квав В.М., Ганженко О.М., Зиков П.Ю., Хіврич О.Б. Визначання площі листової поверхні в різних видів міскантусу розрахунковим методом. *Новітні агротехнології*. 2017. № 5. DOI: <https://doi.org/10.21498/na.5.2017.122228>
15. Домарацький Є.О. Формування листової поверхні та фотосинтетична діяльність рослин соняшника залежно від добрив і іррегулюючих препаратів. *Аграрні інновації*. 2021. № 5. С. 22–29. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.5.4>

INFLUENCE OF WEED CONTROL SYSTEMS ON THE FORMATION OF THE ASSIMILATION SURFACE OF SUNFLOWER LEAVES

Kamenshchuk B.

Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher
Institute of Feed and Agriculture of Podillia of NAAS (Vinnytsia, Ukraine)
e-mail: murkur@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2773-922X>

Tkach Ye.

Doctor of Biological Sciences, Senior Research Fellow
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: bio_eco@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0666-1956>

Bunas A.Candidate of Biological Sciences, Senior Research Fellow
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: bio-206316@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4806-7004>**Kryvulko M.**Postgraduate student
Institute of Feed and Agriculture of Podillia of NAAS (Vinnytsia, Ukraine)
e-mail: kryvulko96@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0339-0441>

Sunflower is the main oilseed crop in our country, accounting for almost 65% of oilseed crops and 15% of all sown areas. In recent years, the area of sunflower crops in Ukraine has grown to 6 million hectares, which has contributed to the production of high-quality seeds. In this regard, research aimed at studying and finding various ways to increase the environmental efficiency of growing this crop is becoming relevant. The article presents the dynamics of the formation of the duration of interphase periods and the surface area of the leaf apparatus in sunflower hybrids under different systems of plant protection from weeds. The change in the area of the assimilation surface of sunflower plants during the growing season of medium-early hybrids NK Kondi, NK Neoma, Sumiko HTS in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine was studied. The results of scientific observations of sunflower crops in 2020–2022 were highlighted. The newest, traditional and most common models of plant protection from weeds in sunflower cultivation were analyzed. The leaf surface area of sunflower plants and the features of its changes under different protection systems were determined. The influence of different plant protection systems in extreme climatic conditions of cultivation was revealed, which in turn necessitates the improvement of cultivation technologies for each hybrid separately, taking into account its genetic capabilities and the specifics of the region. It was established that when using the New Synthetic and Euro-Lightning protection systems, the full onset of development phases occurred 1–2 days later compared to the ecological protection option. The need for additional research into the development biology of new intensive-type sunflower hybrids when grown under new synthetic weed protection systems was substantiated. The results of changes in the assimilation surface of the leaf surface of sunflower hybrids under traditional, Euro-Lighting, Express and ecological plant protection systems are presented.

Keywords: leaf surface area, protection systems, herbicides, duration of sunflower growth phases, Euro-Lighting, Express, hybrids, NK Neoma, NK Condi, Sumiko HTS.

REFERENCES

- Petrychenko, V.F., Korniyshuk, O.V., & Voronetska, I.S. (2018). Biological farming in conditions of transformational changes in the agrarian production of Ukraine. *Agricultural Science and Practice*, 5 (2), 3–12. doi: <https://doi.org/10.15407/agrisp5.02.003>
- Petrychenko, V.F., & Lykhochvor, V.V. (2020). Plant growing. New technologies for growing field crops: textbook. (5th ed., revised, supplemented). Lviv: "Ukrainski tekhnolohii". Retrieved from https://www.fri.vin.ua/download_materials/PLANT_GROWING.pdf
- Husarova, A. (2024). Sunflower surpassed corn by more than 1 million hectares in 2024. SuperAgronom.com: the main website for agronomists. Retrieved from <https://superagronom.com/news/19027-sonyashnik-za-ploschami-posviv-u-2024-rotsi-perevershiv-kukurudzu-na-ponad-1-mln-ga>
- In Ukraine, sunflower processing volumes exceeded previous expectations. Ukrinform. (2024). Retrieved from <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3904026-v-ukraini-obsagi-pererobki-sonasniku-perevisili-poperedni-ocikuvanna.html>
- Chekhov, S.A., & Chekhova, I.V. (2018). Assessment of the efficiency of sunflower production in Ukraine. *Economic space*, 136, 119–130. doi: <https://doi.org/10.30838/P.ES.2224.290818.127.215>
- Kamenshchuk, B., Kryvulko, M., & Bratchuk, L. (2024). Economic efficiency of growing sunflower hybrids. In O.I. Drebot (Ed.), *Innovative environmentally friendly technologies in crop production under martial law: Materials of the III All-Ukrainian Scientific and Practical Conference* (pp. 46–48). Kyiv: NULES of Ukraine. doi: <https://doi.org/10.33730/978-617-8368-54-8>
- Ilchenko, A. (2020). Sunflower protection from weeds. *Agribusiness today*. Retrieved from <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/17608-zakhyst-soniashnyku-vid-burianiv.html>
- Havriliuk, A. (2021). What weeds in sunflower crops bothered the most this year. *AgroTimes*. Retrieved from <https://agrotimes.ua/agronomiya/yaki-buryany-v-posivah-sonyashnyku-czogorich-doshkulyaly-najbilshе>
- Masliov, S.V., Stepanov, V.V., & Rieznichenko, S.V. (2021). Methods of weed control in sunflower crops under the conditions of the Luhansk region. *Tavria Scientific Bulletin*, 121, 80–86. doi: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.121.11>
- Tkachuk, V.P., Saiuk, O.A., Plotnytska, N.M., Hurmanchuk, O.V., & Pavliuk I.O. (2018). The influence of methods of basic soil cultivation and fertilization systems on weediness of field crops. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 1, 70–73. doi: <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.01.11>
- Pavlichenko, A.A. (2018). Change in weediness of crop rotation under different systems of main tillage and fertilization. *Bulletin of the Uman National University of Horticulture*, 1, 29–32. doi: <https://doi.org/10.31395/2310-0478-2018-1-29-32>

12. Ptashnik, M.M., Dudnyk, S.V., Brukhal, F.Yo., & Borys, N.Ye. (2021). Controlling of segetal vegetation under adaptive tillage systems in the Forest-Steppe zone of Ukraine. *Agriculture and plant science production: theory and practice*, 1, 32–42. doi: <https://doi.org/10.54651/agri.2021.01.05>
13. Voitovyk, M.V. (2023). Pollution of sunflower agrocenoses in short rotation crop rotations. *Foothill and mountain agriculture and animal husbandry*, 74 (1), 8–21. doi: [https://doi.org/10.32636/01308521.2023-\(74\)-1-1](https://doi.org/10.32636/01308521.2023-(74)-1-1)
14. Kvak, V.M., Hanzhenko, O.M., Zykov, P.Yu., & Khivrych, O.B. (2017). Determination of leaf surface area in different species of Miscanthus by calculation method. *Latest agricultural technologies*, 5. doi: <https://doi.org/10.21498/na.5.2017.122228>
15. Domaratskyi, Ye.O. (2021). Formation of leaf surface and photosynthetic activity of sunflower plants depending on fertilizers and growth regulators. *Agrarian Innovations*, 5, 22–29. doi: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.5.4>

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

КАМЕНЩУК Богдан Дмитрович, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник відділу координації наукових досліджень, економіки, маркетингу, аспірантури та кадрового забезпечення, Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН (вул. Юності, 16, м. Вінниця, Україна, 21100; e-mail: murkur@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2773-922X>).

ТКАЧ Євгенія Дмитрівна, доктор біологічних наук, старший дослідник, Інститут агроекології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна, 03143; e-mail: bio_eco@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0666-1956>).

БУНАС Альона Анатоліївна, кандидат біологічних наук, старший дослідник, Інститут агро-екології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна, 03143; e-mail: bio-206316@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4806-7004>).

КРИВУЛЬКО Михайло Васильович, аспірант, відділ інноваційних технологій в землеробстві та рослинництві, Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН (вул. Юності, 16, м. Вінниця, Україна, 21100; e-mail: kryvulko96@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0339-0441>).

Новини

Новини • Новини • Новини

Стало відомо, як і де проводитимуть моніторинг води у річках України у 2025 році. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України затвердило Програму державного моніторингу вод на 2025 рік, яка охоплює 7 річкових басейнів — Дніпра, Дністра, Дунаю, Південного Бугу, Дону, Вісли та Причорномор'я. а інформацією Міндовкілля, моніторинг проводитимуть у 547 пунктах, з них 139 — на масивах поверхневих вод, з яких здійснюється забір води для потреб населення.

Результати моніторингу використовуватимуть для оцінки стану поверхневих вод та аналізу ефективності реалізації заходів, передбачених планами управління річковими басейнами. Програма враховує міжнародні зобов'язання України щодо транскордонного співробітництва та потенційних ризиків забруднень вод внаслідок воєнних дій.

ФУНКЦІОНУВАННЯ МІКРОБНОГО КОМПЛЕКСУ СІРОГО ЛІСОВОГО ҐРУНТУ В АГРОЦЕНОЗІ КУКУРУДЗИ ЗА ДІЇ БІОПРЕПАРАТІВ

Ю.П. Борко

кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник
ТОВ “Інститут прикладної біотехнології” (м. Київ, Україна)
e-mail: borko.y@btu-center.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6277-8980>

С.А. Вдовенко

доктор сільськогосподарських наук, професор
Вінницький національний аграрний університет (м. Вінниця, Україна)
e-mail: sloi@i.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4991-7234>

С.Г. Корсун

доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
ТОВ “Інститут прикладної біотехнології” (м. Київ, Україна)
e-mail: korsuns@i.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8753-9356>

В.В. Болоховський

кандидат сільськогосподарських наук
ТОВ “БТУ-ЦЕНТР” (м. Ладижин, Україна)
e-mail: vlad@btu-center.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-0074-6362>

В.А. Болоховська

кандидат технічних наук
ТОВ “БТУ-ЦЕНТР” (м. Ладижин, Україна)
e-mail: va@btu-center.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-2728-4589>

У роботі наведені результати комплексного дослідження впливу біопрепаратів — фосфор-калій мобілізатора Граундфікс і мікоризоутворюючого препарату Мікофренд — на чисельність ґрунтових мікроорганізмів, спрямованість мікробіологічних процесів у ґрунті, його агрохімічний стан та врожайність кукурудзи. Методологія досліджень включала використання польових (оцінювання біометричних показників та врожайності культури) і лабораторних методів аналізу (мікробіологічних — визначення чисельності мікроорганізмів фізіологічних і таксономічних груп, спрямованості мікробіологічних процесів; агрохімічних — визначення вмісту гідролізованого азоту, рухомого фосфору, обмінного калію, гумусу, рН). Проведені дослідження дозволили встановити, що внесення мікоризоутворюючого препарату сприяло збільшенню у 1,1–2,9 раза порівняно з контролем чисельності амоніфікаторів, амілолітиків, олігонітрофілів (зокрема бактерій роду *Azotobacter*), мобілізаторів органічних фосфатів, целюлозолітиків, оліготрофів, педотрофів і мікроміцетів. Використання фосфор-каліймобілізуючого препарату зумовило зростання у 1,2–3,0 рази кількості амоніфікаторів, мобілізаторів органічних фосфатів, бактерій роду *Azotobacter*, педотрофів і мікроміцетів. Застосування обох біопрепаратів сприяло оптимізації функціонування мікробного комплексу ґрунту, підвищенню його біогенності, зменшенню частки патогенів, інтенсифікації мікробіологічних процесів перетворення органічної речовини ґрунту, покращенню забезпеченості мікробіоти легкодоступними елементами живлення та ґрунту — рухомих фосфором, а також отриманню вищої врожайності кукурудзи на 18% (Граундфікс) і 19% (Мікофренд) порівняно з контролем. Отже, використання комплексних біопрепаратів в екологічно обґрунтованих технологіях вирощування культур може бути ефективним методом підвищення продуктивності агроєкосистем та отримання екологічно безпечної продукції рослинництва.

Ключові слова: ґрунтовий мікробіом, мікробні препарати, фізіологічні групи мікроорганізмів, мікробіологічні процеси, біогенність, агрохімічні показники, врожайність.

ВСТУП

Функціонування мікробного ценозу ґрунту є важливим чинником, що визначає його родючість, стабільність агроєкосистем та ефек-

тивність сільськогосподарського виробництва [1]. Відомо, що ґрунтові мікроорганізми суттєво впливають на продукційний процес культурних рослин як посередник між ґрунтом і рослинами

в забезпеченні їхнього життєвого ресурсу [2]. Проте сучасний стан агроценозів характеризується негативними тенденціями порівняно з природними екосистемами. Виявлено збіднення біорізноманітності мікробних угруповань і зміну показників агрохімічного та фізичного стану ґрунту, що призводить до погіршення умов живлення рослин і засвоєння ними діючої речовини з добрив [2–4].

Поряд з дотриманням екологічно та фізіологічно доцільних норм добрив, ефективним вирішенням цієї проблеми є використання комплексних мікробних препаратів, які здатні підвищувати доступність поживних елементів рослинам та їхню стійкість до ураження хворобами, покращувати структуру ґрунту і, як результат, сприяти активному росту та розвитку рослин [2; 5; 6]. Це своєю чергою дозволяє оптимізувати агроєкосистеми та отримувати екологічно безпечну продукцію рослинництва [7].

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Стан мікробного комплексу ґрунту є важливим показником його родючості та екологічної стійкості [3]. Наукові дослідження показують, що застосування біопрепаратів суттєво впливає на біологічну активність ґрунту, спричиняє перерозподіл у структурі ґрунтового мікробного комплексу, сприяє збільшенню чисельності та біорізноманіття мікроорганізмів агрономічно цінних груп, зниженню частки патогенних мікроорганізмів та, відповідно, підвищенню стійкості рослин до захворювань [6; 8]. Дослідження, проведені в різних ґрунтово-кліматичних умовах, вказують, що використання мікробних препаратів впливає на склад та активність функціонування прикореневого мікробіому, фізико-хімічні властивості ґрунту, сприяє покращенню фосфорного живлення рослин, доступності азоту та підвищенню врожайності сільськогосподарських культур [2; 9; 10]. За даними науковців [11; 12], при застосуванні мікробних препаратів ступінь засвоєння азоту з добрив зростає на 20–30%, а інтенсивність міграції сполук біогенних елементів у ґрунтовому профілі зменшується. При цьому дія біопрепаратів на продуктивність сільськогосподарських культур еквівалентна впливу 30–60 кг/га мінерального азоту та 20–40 кг/га фосфору.

Значна увага в сучасних наукових дослідженнях приділяється впливу біопрепаратів на ризосферний мікробіом та його взаємозв'язок із станом рослин [13; 14]. Деякі автори зазначають, що застосування мікробних препаратів сприяє покращенню симбіотичних зв'язків між рослинами та мікроорганізмами, що зумовлює

підвищення врожайності й стійкості агроценозів до стресових чинників довкілля [13; 15].

Застосування біопрепаратів, таких як мікоризні гриби, актиноміцети та ризобактерії, є перспективним напрямом у покращенні агрохімічного стану ґрунтів, оскільки вони сприяють підвищенню ефективності поглинання поживних речовин, синтезу біологічно активних сполук і посиленню антагоністичних властивостей щодо фітопатогенів [16; 17].

У науковій літературі накопичено значний обсяг даних стосовно ефективності мікробних препаратів в агротехнологіях. Однак різноманіття ґрунтово-кліматичних умов в Україні та швидкий розвиток індустрії біопрепаратів у світі зумовлюють актуальність дослідження впливу цих препаратів на екосистему ґрунту з метою оптимізації їх використання у сільському господарстві.

Мета роботи — дослідження впливу мікоризоутворюючого та фосфор-каліймобілізуючого мікробних препаратів на показники біологічного і агрохімічного стану ґрунту та продуктивність кукурудзи.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили в агроценозі кукурудзи (гібрид ДКС 3939 F₁) на сірому лісовому ґрунті в науково-дослідному господарстві “Агрономічне” Вінницького національного аграрного університету (Вінницька обл.). Попередником культури була також кукурудза, що додатково підвищує актуальність посилення агротехнології мікробними препаратами. Фоном на всіх дослідних ділянках було внесення 150 кг карбаміду в рядок при посіві. Схемою польового дослідження передбачено 3 варіанти: контроль (без внесення біопрепаратів) і два варіанти із застосуванням біопрепаратів — фосфор- і каліймобілізуючого препарату Граундфікс (4 л/га під передпосівну культивування) та мікоризоутворюючого препарату Мікофренд (5 кг/т — обробка насіння в сівалці при посіві). Площа облікової ділянки — 0,6 га. Повторність у досліді — триразова.

Оцінку стану мікробного комплексу та поживного режиму ґрунту проводили на базі ТОВ “Інститут прикладної біотехнології” групи компаній ВТУ. Виконували дослідження орного шару ґрунту в період технічної стиглості зерна (стадія ВВСН 99).

Коротко характеризуючи біопрепарат Граундфікс, слід зазначити, що це комплексне мікробіологічне добриво, яке сприяє мобілізації важкодоступних сполук фосфору та калію з ґрунту, азотфіксації та підвищенню засвоювання мінеральних добрив. До складу біопрепарату входить комплекс бактерій (*Bacillus velezensis*,

Bacillus subtilis, *Priestia megaterium*, *Agrobacterium pusense*, *Agrobacterium salinitolerans*, *Paenibacillus polymyxa*, молочнокислі бактерії — загальний титр $0,5\text{--}1,5 \times 10^9$ КУО/см³), а також продуценти мікроорганізмів: вітаміни, фітогормони, амінокислоти та інші фізіологічно-активні речовини [18].

Препарат Мікофренд (торфова форма) має свої особливості. Це комплексний мікоризотворюючий біопрепарат, який застосовують для збільшення площі поглинання елементів живлення та вологі кореневою системою завдяки розвитку мікоризи, утримання вологі в кореневій зоні рослини, а також для захисту рослин від збудників корневих гнилей і пліснявиння насіння. Склад біопрепарату: гриби *Rhizopagus irregularis*, *Trichoderma harzianum*, бактерії *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium* var. *phosphaticum*, *Bacillus muciloginosus*, *Enterobacter* sp. та стрептоміцети *Streptomyces* sp. Загальний титр — $1,0 \times 10^8$ КУО/г [19].

Визначення чисельності мікроорганізмів основних фізіологічних і таксономічних груп здійснювали згідно з ДСТУ 7847:2015 методом посіву ґрунтової суспензії відповідного десятикратного розведення на тверді живильні середовища, зокрема: амоніфікувальних мікроорганізмів — на м'ясо-пептонний агар, амілолітичних мікроорганізмів та актиноміцетів — на крохмале-аміачний агар, оліготрофів — на голодний агар, педотрофів — на ґрунтовий агар, олігонітрофілів — на середовище Ешбі, мікроорганізмів, що здатні мінералізувати органічні сполуки фосфору — на середовище Менкінної, целюлозоруйнівних мікроорганізмів — на середовище Виноградського, мікроміцетів — на

картопляний агар [20]. Ідентифікацію мікроскопічних грибів проводили згідно з методиками [21–23].

Коефіцієнти мінералізації-імобілізації, оліготрофності, педотрофності, а також мікробної трансформації органічної речовини ґрунту розраховували за співвідношенням окремих груп мікроорганізмів згідно з ДСТУ 3750-98 та за В.Д. Мухом [24; 25].

Агрохімічні показники ґрунту визначали за такими методиками: рН — за ДСТУ ISO 10390: 1994, вміст гумусу — за ДСТУ 4289: 2004, гідролізного азоту — за ДСТУ 7863:2015, рухомих сполук фосфору і калію (за Мачигіним) — за ДСТУ 4114: 2002 [26–29]. Облік біометричних показників і врожайності кукурудзи проводили згідно з [30]. Статистичну обробку та математичний аналіз результатів досліджень здійснювали за допомогою програм MS Excel 10.0 та STATISTICA 7.0.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Як відомо, використання біологічних препаратів насамперед впливає на склад і структуру мікробного ценозу ґрунту. Тому на першому етапі наших досліджень ми визначали чисельність мікроорганізмів основних фізіологічних і таксономічних груп у сірому лісовому ґрунті (рис. 1, 2).

Результати мікробіологічних досліджень свідчать, що ступінь збагачення сірого лісового ґрунту мікроорганізмами циклу азоту й вуглецю (за шкалою Д.Г. Звягінцева) у період технічної стиглості зерна кукурудзи був нерівномірним і варіював від дуже бідного (олігонітрофіли) до дуже багатого (амоніфікатори). При

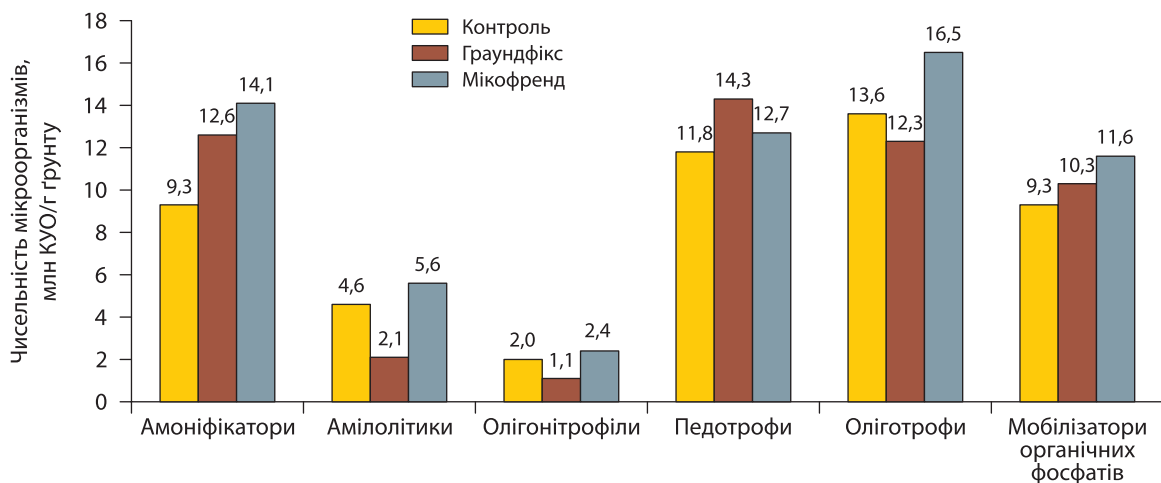


Рис. 1. Чисельність мікроорганізмів основних фізіологічних груп у сірому лісовому ґрунті, млн КУО/г ґрунту

Джерело: розроблено на основі власних досліджень і розрахунків.

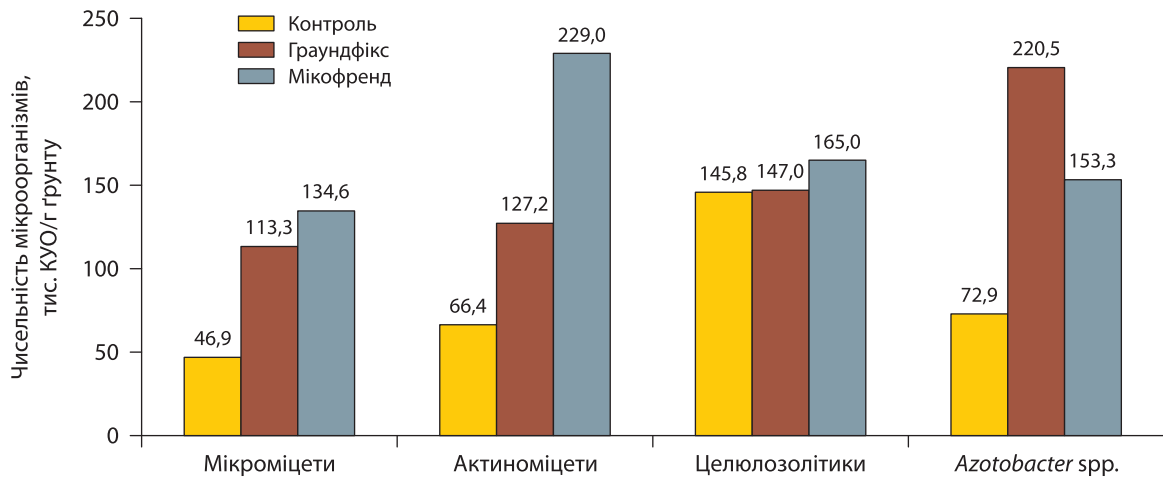


Рис. 2. Чисельність мікроорганізмів основних таксономічних і фізіологічних груп у сірому лісовому ґрунті, тис. КУО/г ґрунту

Джерело: розроблено на основі власних досліджень і розрахунків.

цьому було виявлено тенденцію до збільшення кількості мікроорганізмів агрономічно цінних груп за внесення біопрепаратів Граундфікс і Мікофренд.

Так, використання препарату Мікофренд порівняно з контролем, де біопрепарати не вносили, сприяло зростанню чисельності мікробіоти всіх досліджуваних груп у 1,1–2,9 раза, що свідчить про формування сприятливих умов для активного розвитку мікробного ценозу ґрунту та, відповідно, активізації ґрунтових мікробіологічних процесів.

Внесення препарату Граундфікс стимулювало збільшення чисельності амоніфікаторів, педотрофів, мобілізаторів органічних фосфатів, бактерій роду *Azotobacter* і мікроміцетів у 1,2–3,0 рази порівняно з контролем. Водночас чисельність мікроорганізмів решти досліджуваних груп (амілолітиків, олігонітрофілів, оліготрофів і актиноміцетів) знизилась у 1,1–2,2 раза, що може свідчити про перерозподіл у структурі мікробного комплексу на користь інших груп мікроорганізмів. Слід зазначити, що за внесення препарату Граундфікс чисельність олігонітрофілів, які активно розвиваються за незначного вмісту доступних азотвмісних сполук у ґрунті та здатні до несимбіотичної фіксації азоту, хоч і знизилась, проте частка бактерій, які здатні фіксувати молекулярний азот з повітря, а саме бактерій роду *Azotobacter*, навпаки зросла (до 220,5 тис. КУО/г ґрунту порівняно з показником на контролі — 72,5 тис. КУО/г ґрунту) і була найвищою серед досліджуваних варіантів, що є очевидним, оскільки до складу біопрепарату входять азотфіксувальні бактерії. Зменшення чисельності амілолітичних мікроорганізмів може свідчити про зниження інтенсивності процесів

зв'язування в мікробних клітинах мінерального азоту, який утворюється внаслідок амоніфікації білкових речовин рослинних залишків та органічних добрив. Як наслідок, знижується рівень конкуренції між мікробіотою та рослинами за доступні джерела азоту. Зниження чисельності оліготрофів за внесення препарату Граундфікс може свідчити про збільшення вмісту в ґрунті легкодоступних елементів живлення.

Зростання чисельності амоніфікувальної та азотфіксувальної мікробіоти, а також мікроорганізмів, здатних мобілізувати фосфор з органічних сполук у ґрунтах, де вносили мікробні препарати, у 1,3–3,0 рази порівняно з контролем, вказує на покращення азотного та фосфорного режимів ґрунту. Вища кількість педотрофів і мікроміцетів у варіантах із біопрепаратами (у 1,1–2,9 рази порівняно з контролем) свідчить про посилення процесів деструкції органічних сполук та утворення доступних для рослин форм поживних речовин, а також про позитивний тренд щодо гуміфікації.

Важливим показником біологічної активності ґрунту та його екологічного стану, що визначає рівень продуктивності агроєкосистем і можливість сталого ведення сільського господарства, є біогенність ґрунту (загальна чисельність виявлених мікроорганізмів). Найвищим цей показник (63,2 млн КУО/г ґрунту) був у варіанті досліді, де вносили Мікофренд, тоді як за використання препарату Граундфікс він був нижчим на 15,0% (55,0 млн КУО/г ґрунту), а найнижчим (50,8 млн КУО/г ґрунту) — у варіанті контролю. Таким чином, застосування біопрепаратів виробництва ВТУ сприяло покращенню умов для розвитку ґрунтових мікроорганізмів і підвищенню рівня їхньої активності.

Підтвердженням вищезазначеного є зміна величин показників коефіцієнтів спрямованості ґрунтових мікробіологічних процесів у варіантах застосування біопрепаратів (табл. 1). Так, показник коефіцієнта мінералізації-імобілізації (K_{M-I}) за внесення препарату Мікофренд знизився до 0,40, а за внесення Граундфіксу — до 0,17, при $K_{M-I} = 0,49$ на контролі. Це свідчить про зростання активності процесів деструкції органічних сполук азоту, внаслідок чого ґрунт збагачується легкодоступними формами азоту, необхідними для росту та розвитку рослин, а також зниження інтенсивності процесів імобілізації (зв'язування азоту в мікробних клітинах). При цьому процеси трансформації органічної речовини ґрунту (за величиною K_{TOP}) найбільш інтенсивно проходили за використання препарату Граундфікс ($K_{TOP} = 88,2$). Внесення препарату Мікофренд також сприяло інтенсифікації процесів перетворення органіки ($K_{TOP} = 49,6$) порівняно з контролем ($K_{TOP} = 28,1$).

Активізація вищезгаданих процесів своєю чергою сприяла покращенню забезпеченості ґрунтової мікробіоти легкодоступними елементами живлення. Про це свідчить зменшення величин коефіцієнта оліготрофності (K_O) з 1,46 на контролі до 1,17 у варіанті з Мікофрендом (знизився дефіцит поживних елементів) та до 0,98 у варіанті з Граундфіксом (мікробіота достатньо забезпечена легкодоступними елементами живлення, необхідними для активного функціонування). Також за використання біопрепаратів зменшувалася величина показника коефіцієнта педотрофності (K_{II}) з 1,27 на контролі до 1,13 у варіанті з Граундфіксом, що може свідчити про зниження інтенсивності засвоєння мікроорганізмами поживних речовин із запасів гумусу (порівняно з контролем). Водночас у варіанті з Мікофрендом величина коефіцієнта педотрофності ($K_{II} = 0,90$) вказувала на збереження органічної речовини в ґрунті.

При моніторингу стану мікробного ценозу ґрунту важливим є проведення фітопатологічного аналізу для виявлення потенційно небезпечних фітопатогенних мікроорганізмів, які можуть спричиняти хвороби рослин. Результати цього аналізу дають змогу оцінити ефективність агротехнічних заходів і біопрепаратів, а також знизити ризики втрати врожаю та підвищити екологічну безпеку агросистем.

Результати фітопатологічного аналізу ґрунтів показали, що патогенні гриби були представлені збудниками фузаріозної кореневої гнилі та фузаріозу качанів *Fusarium oxysporum*, *F. sporotrichioides*, *F. culmorum*, *F. Verticillioides*. Встановлено, що за внесення комплексного мікробіологічного добрива Граундфікс і комплексного мікоризуютьоруючого препарату Мікофренд, в яких біофунгіцидна функція не є основною, знижувалася частка представників роду *Fusarium* з 15,4% на контролі до 12,9% за використання Граундфіксу і до 8,6% за використання Мікофренду.

Варто зазначити, що на фоні зменшення частки патогенних грибів у ґрунтах, де вносили біопрепарати, спостерігалось зростання чисельності мікроміцетів, що було обумовлено збільшенням кількості та різноманіття інших сапротрофних представників мікофауни. Так, у варіанті контролю, де біопрепарати не вносили, непатогенна сапротрофна мікобіота, яка становила 39,7 тис. КУО/г ґрунту, була представлена мікроміцетами 5 видів із 4 родів: *Penicillium* (*Penicillium canescens* Sopp.), *Mucor* (*Mucor hiemalis* Wehmer), *Gliocladium* (*Gliocladium catenulatum* J.C. Gilman & E.V. Abbott), *Trichoderma* (*Trichoderma viride* Pers., *T. harzianum* Rifai). Внесення біопрепарату Граундфікс сприяло збільшенню чисельності (98,7 тис. КУО/г ґрунту) та різноманіття сапротрофних грибів, які були представлені 9 видами з 5 родів: *Penicillium* (*Penicillium variabile* Sopp., *P. glaucolanosum* Chalabuda, *P. canescens* Sopp.), *Gliocla-*

Таблиця 1

Показники коефіцієнтів спрямованості мікробіологічних процесів у ґрунті за внесення біопрепаратів в агроценозі кукурудзи

Коефіцієнт	Варіант досліджу		
	без біопрепаратів (контроль)	Граундфікс	Мікофренд
Мінералізації-імобілізації (K_{M-I})	0,49	0,17	0,40
Оліготрофності (K_O)	1,46	0,98	1,17
Педотрофності (K_{II})	1,27	1,13	0,90
Мікробної трансформації органічної речовини ґрунту (K_{TOP})	28,1	88,2	49,6

Джерело: розроблено на основі власних досліджень і розрахунків.

dium (*Gliocladium catenulatum* J.C. Gilman & E.V. Abbott), *Mortierella* (*Mortierella alpine* Peyronel), *Aspergillus* (*Aspergillus wentii* Wehm., *A. Ustus* (Bain.) Thom & Church, *A. clavatus* Dasm.), *Trichoderma* (*Trichoderma harzianum* Rifai). Використання ж препарату Мікофренд збільшувало чисельність (115,4 тис. КУО/г ґрунту) і різноманіття сапротрофних мікроміцетів, які також були представлені 9 видами із 5 родів: *Penicillium* (*Penicillium variable* Sopp., *P. funiculosum* Thom., *P. glaucum-lanosum* Chalabuda, *P. viridicatum* Westling, *P. canescens* Sopp.), *Abisidia* (*Abisidia butleri* Lendn.), *Gliocladium* (*Gliocladium roseum* Bainier), *Aspergillus* (*Aspergillus ustus* (Bain.) Thom & Church), *Trichoderma* (*Trichoderma viride* Pers.).

Оцінка агрохімічних показників ґрунту є необхідною складовою комплексного аналізу ефективності біопрепаратів, оскільки вона дозволяє не лише визначити їхній вплив на мікробіологічні процеси, а й відстежувати зміни в родючості ґрунту та забезпеченні рослин елементами живлення.

Аналіз агрохімічних показників сірого лісового ґрунту показав, що застосування біопрепаратів суттєво не змінило рівень кислотності ґрунтового розчину (рН = 4,5–4,6), що є важливим для підтримки стабільності ґрунтових процесів (табл. 2). Уміст гумусу в усіх варіантах дослідів був на одному рівні.

Найбільш помітні зміни відбулися у вмісті рухомих форм азоту, фосфору та калію. Так, за використання біопрепаратів було виявлено

нижчий уміст гідролізованого азоту (на 15,4% за внесення Граундфіксу та на 10,1% за внесення Мікофренду), що, ймовірно, пов'язано з активнішим його поглинанням рослинами, які сформували порівняно вищий урожай (табл. 4). Уміст рухомого фосфору при застосуванні мікробних препаратів мав тенденцію до зростання — з 210 мг/кг на контролі до 222,5 мг/кг за використання Граундфіксу та до 231,8 мг/кг — Мікофренду. При цьому забезпеченість ґрунту фосфором тісно корелювала з чисельністю фосфатмобілізувальних мікроорганізмів ($r = 0,79$), що свідчить про суттєвий внесок цієї групи мікроорганізмів у процеси мобілізації фосфору в ґрунті. Уміст рухомого калію у варіанті з Мікофрендом також підвищився (з 80,5 мг/кг у контролі до 89,0 мг/кг), що може бути наслідком мікоризації коріння і, як результат, мобілізації калію в доступні форми для рослин. Проте у варіанті, де вносили Граундфікс, забезпеченість ґрунту рухомих калієм була на 3,2% нижчою від аналогічного показника контролю, що може бути пов'язано з активнішим виносом цього елемента врожаєм.

Поліпшення ґрунтових умов під впливом біопрепаратів позитивно вплинуло на формування урожаю кукурудзи (табл. 3). У варіантах “Граундфікс” і “Мікофренд” порівняно з контролем спостерігалася збільшення довжини качана (на 0,9 і 1,7 см відповідно), кількості зерен у ряду (на 2 і 4 шт.), маси 1000 зерен (на 14 і 60 г) та загальної ваги качана (на 54 і 60 г). Це свідчить про покращення засвоєння поживних

Таблиця 2

Агрохімічні властивості ґрунту за внесення біопрепаратів в агроценозі кукурудзи, 2024 р.

Варіант дослідів	рН сольове	Гумус, %	Гідролізований азот	Рухомий фосфор, P_2O_5	Рухомий калій, K_2O
			мг/кг		
Без біопрепаратів (контроль)	4,6±0,06	2,04±0,05	84,0±1,2	210,0±3,2	80,5±1,2
Граундфікс	4,5±0,10	2,00±0,07	72,8±1,4	222,5±2,7	78,0±1,7
Мікофренд	4,6±0,08	2,03±0,04	76,3±2,1	231,8±2,9	89,0±1,1

Джерело: розроблено на основі власних досліджень і розрахунків.

Таблиця 3

Біометричні показники продуктивності кукурудзи, середнє за 2022–2024 рр.

Варіант дослідів	Довжина качана, см	К-сть рядів зерен, шт.	К-сть зерен у ряду, шт.	Маса 1000 зерен, г	Вага качана, г
Без препаратів (контроль)	18,4	16,0	35,0	336,0	191,0
Граундфікс	19,3	18,0	37,0	350,0	245,0
Мікофренд	20,1	15,0	39,0	396,0	251,0
НІР ₀₅	0,7	1,5	1,6	10,4	49,7

Джерело: розроблено на основі власних досліджень і розрахунків.

Таблиця 4

Урожайність кукурудзи в досліді, т/га

Варіант досліду	Роки ведення дослідів			Середнє за роки досліджень	± до контролю		Коефіцієнт стабільності Левіса
	2022 р.	2023 р.	2024 р.		т/га	%	
Без біопрепаратів (контроль)	9,1	8,2	7,9	8,4	—	—	1,15
Граундфікс	11,0	9,5	9,2	9,9	1,5	18	1,19
Мікофренд	12,2	9,2	8,6	10,0	1,6	19	1,42
НІР ₀₅	1,3	0,9	0,6				

Джерело: розроблено на основі власних досліджень і розрахунків.

речовин рослинами та підтверджує підвищення врожайності культури.

Урожайність зерна кукурудзи за роки ведення дослідів варіювалася та залежала від досліджуваних елементів технології. Найвищу врожайність було отримано в 2022 році та дещо нижчу — в 2024 році. На досліджуваній показник, ймовірно, впливали як біопрепарати, так і кліматичні умови. Однак у середньому за роки досліджень за внесення Граундфіксу врожайність була досить високою та становила 9,9 т/га, що перевищувало врожайність рослин контрольного варіанту на 1,5 т/га, або на 18% (табл. 4). Застосування Мікофренду також мало позитивний достовірний вплив на агроценоз кукурудзи. У зазначеному варіанті врожайність зерна становила 10,0 т/га, що перевищувало врожайність рослин контрольного варіанта на 1,6 т/га, або на 19%. Стабільність результатів характеризується коефіцієнтом Левіса. За цим показником урожайність кукурудзи з використанням препарату Граундфікс демонструє вищу стабільність позитивного впливу порівняно з Мікофрендом.

ВИСНОВКИ

Застосування біопрепаратів позитивно вплинуло на стан мікробного ценозу ґрунту: збільшилася чисельність і різноманітність мікроміцетів за одночасного зменшення частки па-

тогенів, зросли біогенність ґрунту, активність процесів мінералізації та трансформації органічної речовини ґрунту, покращилася забезпеченість мікробіоти легкодоступними елементами живлення. За внесення фосфор-калій мобілізатора Граундфікс чисельність амоніфікаторів, педотрофів, мобілізаторів органічних фосфатів, бактерій роду *Azotobacter* та мікроміцетів підвищилася у 1,2–3,0 рази порівняно з контролем. При використанні мікоризоутворюючого препарату Мікофренд кількість мікроорганізмів усіх досліджуваних агрономічно цінних груп зросла у 1,1–2,9 раза.

Оптимізація мікробіологічних процесів у ґрунті завдяки застосуванню мікробних препаратів сприяла покращенню забезпеченості ґрунту рухомими сполуками фосфору та калію. Поліпшення поживного режиму дозволило підвищити врожайність кукурудзи на 1,5 т/га із застосуванням біопрепарату Граундфікс і на 1,6 т/га — із Мікофрендом порівняно з контролем.

Використання мікробних препаратів може бути ефективним методом підвищення продуктивності агроєкосистем. Для глибшого розуміння їхньої дії в агроценозах (вплив на врожайність культур, динаміку мікробіологічних та агрохімічних показників) у довгостроковій перспективі необхідно проводити подальші комплексні дослідження у різних ґрунтово-кліматичних умовах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пати́ка М.В., Борко Ю.П., Цюк О.А. Особливості формування різноманіття еубактеріального комплексу ризосфери буряка цукрового (*Beta vulgaris*) при застосуванні різних агрозаходів. *Мікробіологічний журнал*. 2017. Т. 79. № 2. С. 86–94. DOI: <https://doi.org/10.15407/microbiolj79.02.086>

2. Волкогон В. Сільськогосподарська мікробіологія в Україні: здобутки, проблеми, перспективи. *Вісник аграрної науки*. 2018. Т. 96 (11). С. 20–27. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201811-03>

3. Борко Ю.П., Паты́ка Н.В. Колодяжный А.Ю. Структура и разнообразие микробиома чернозема при использовании различных систем земледелия. *Микробное разнообразие: актуальные проблемы и решения: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 25-летию Независимости Республики Казахстан*. Астана, Республика Казахстан, 2016. С. 68–73.

4. Борко Ю.П. та ін. Особливості формування мікробного ценозу сірого лісового ґрунту за різних систем удобрення в агроценозі пшениці озимої. *Вісник аграрної науки*. 2022. № 100 (4). С. 14–22. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202204-02>

5. Масли́в С.В. Влияние биопрепаратов на рост, развитие и урожайность лопающейся кукурузы. *Scientific Progress & Innovations*. 2015. № 3. С. 58–61.

6. Шерстобоева О.В. Роль мікробіологічних препаратів у підвищенні продуктивності рослин екологічно безпечними засобами. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2004. № 3. С. 229–238.
7. Бунас А.А., Ткач Є.Д., Дворецкий В.В. Біопрепарати в Україні та світі: сучасні тренди та перспективи. *Агроекологічний журнал*. 2024. № 4. С. 132–140. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2024.317163>
8. Патица В.П. та ін. Вплив біопрепаратів, фітопатогенних мікроорганізмів на мікробіом ґрунту ризосфери і ефективність функціонування симбіотичної системи бульбочкові бактерії–соє, козлятник. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. В. Гнатюка. Сер. Біологія*. 2017. № 1. С. 123–132. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/NZTNPU_2017_1_21 (дата звернення: 18.01.2025).
9. Kong Z., Li T., Glick B. R., Liu H. Priority effects of inoculation timing of plant growth-promoting microbial inoculants: role, mechanisms and perspectives. *Plant and Soil*. 2025. P. 1–13. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-025-07291-z>
10. Ambrosini A., de Souza R., Passaglia L. M. Ecological role of bacterial inoculants and their potential impact on soil microbial diversity. *Plant and Soil*. 2025. Vol. 400. P. 193–207. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-015-2727-7>
11. Волкогон В.В. та ін. Вплив мікробних препаратів на засвоєння культурними рослинами поживних речовин. *Вісник аграрної науки*. 2010. № 5. С. 25–28.
12. Волкогон В.В. Биологическая трансформация азота. Направленность процессов при различных уровнях удобрения сельскохозяйственных культур. *Palmarium Academic publishing*. 2013. 116 с.
13. Díaz-Rodríguez A.M. et al Microbial inoculants in sustainable agriculture: advancements, challenges, and future directions. *Plants*. 2025. No. 14 (2), 191. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants14020191>
14. Santos M.S., Nogueira M.A., Hungria M. Microbial inoculants: reviewing the past, discussing the present and previewing an outstanding future for the use of beneficial bacteria in agriculture. *AMB Express*. 2019. No. 9 (205). DOI: <https://doi.org/10.1186/s13568-019-0932-0>
15. Cao M. et al Optimistic contributions of plant growth-promoting bacteria for sustainable agriculture and climate stress alleviation. *Environmental Research*. 2023. No. 217. 114924. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.114924>
16. Yadav R. et al. *Bacillus subtilis* CP4, isolated from native soil in combination with arbuscular mycorrhizal fungi promotes biofortification, yield and metabolite production in wheat under field conditions. *Journal of Applied Microbiology*. 2021. No. 131 (1). P. 339–359. DOI: <https://doi.org/10.1111/jam.14951>
17. Banerjee A., Bareh D.A., Joshi S.R. Native microorganisms as potent bioinoculants for plant growth promotion in shifting agriculture (Jhum) systems. *Journal of soil science and plant nutrition*. 2017. No. 17 (1). P. 127–140. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0718-95162017005000010>
18. Граундфікс® фосфор-калій мобілізатор. BTU Biotech company. URL: <https://btu-center.com/ua/groundfix> (дата звернення: 04.01.2025).
19. Мікофренд-т® комплексний мікоризоутворюючий препарат. BTU Biotech company. URL: <https://btu-center.com/ua/mikofrend-t> (дата звернення: 04.03.2025).
20. ДСТУ ISO 7847:2015. Якість ґрунту. Визначення чисельності мікроорганізмів у ґрунті методом посіву на тверде (агаризоване) живильне середовище. [Чинний від 2016-07-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2016, 12 с.
21. Barnett H.L., Hunter B.B. *Illustrated genera of imperfect fungi*. 3rd edition, Minneapolis: Burgess Publishing Co., 1972. 241 p.
22. Samson R.A., Frisvad J.C., Horkstra E.S., Filtenborg O. *Introduction to food and airborne fungi*. New 6th edition. 2001, 396 p.
23. Watanabe T. *Pictorial atlas of soil and seed fungi: morphologies of cultured fungi and key to species*. Third edition. Boca Raton, 2010. 426 p. DOI: <https://doi.org/10.1201/EBK1439804193>
24. ДСТУ 3750-98. Мікробіологія ґрунту. Терміни та визначення. [Чинний від 1999-07-01]. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 1999. 30 с.
25. Муха В.Д. О показателях, отражающих интенсивность и направленность почвенных процессов. Сб. тр. Харьков. с.-х. ин-та. 1980. Т. 273. С. 13–16.
26. ДСТУ ISO10390:2007. Якість ґрунту. Визначення рН. [Чинний від 2009-10-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2012. 4 с.
27. ДСТУ 4289:2004. Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини. [Чинний від 2005-07-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 10 с.
28. ДСТУ 7863:2015. Якість ґрунту. Визначення легкогідролізного азоту методом Корнфілда. [Чинний від 2016-07-01]. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2016. 5 с.
29. ДСТУ 4114:2002. ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Мачігіна. [Чинний від 2003-01-01]. Вид. офіц. Київ: Державний комітет з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2002. 11 с.
30. Основы научных исследований в агрономии / за ред. В.О. Єщенко. К.: Дія, 2005. 286 с.

FUNCTIONING OF THE MICROBIAL COMPLEX OF GRAY FOREST SOIL IN THE MAIZE AGROCENOSIS UNDER THE INFLUENCE OF BIOLOGICAL PRODUCTS

Borko Yu.

Candidate of Agricultural Sciences, Senior Research Fellow
LLC “Institute of Applied Biotechnology” (Kyiv, Ukraine)

e-mail: borkoy@btu-center.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6277-8980>

Vdovenko S.

Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Vinnytsia National Agrarian University (Vinnytsia, Ukraine)
e-mail: sloi@i.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4991-7234>

Korsun S.

Doctor of Agricultural Sciences, Senior Researcher
LLC "Institute of Applied Biotechnology" (Kyiv, Ukraine)
e-mail: korsuns@i.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8753-9356>

Bolokhovskiy V.

Candidate of Agricultural Sciences
LLC "BTU-CENTER" (Ladyzhyn, Ukraine)
e-mail: vlad@btu-center.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-0074-6362>

Bolokhovska V.

Candidate of Technical Sciences
LLC "BTU-CENTER" (Ladyzhyn, Ukraine)
e-mail: va@btu-center.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-2728-4589>

The paper presents the results of a comprehensive study of the impact of the biological preparations Groundfix (phosphorus-potassium mobilizer) and Mycofriend (complex mycorrhizal-forming preparation) on the number of soil microorganisms, the direction of microbiological processes in the soil and its agrochemical state, and corn yield. The research methodology included the use of field (assessment of biometric indicators and crop capacity) and laboratory analysis methods (microbiological — determination of the number of microorganisms of physiological and taxonomic groups, the direction of microbiological processes; agrochemical — determination of the content of hydrolyzed nitrogen, mobile phosphorus, exchangeable potassium, humus, pH). The conducted studies allowed to establish that the application of mycorrhizal preparation contributed to the increase in the number of ammonifiers, amylolytic agents, oligonitrophiles (in particular, bacteria of the genus *Azotobacter*), organic phosphate mobilisers, cellulolytics, oligotrophs, pedotrophs and micromycetes by 1.1–2.9 times compared to the control. The use of the phosphorus-potassium mobilising preparation resulted in a 1.2–3.0-fold increase in the number of ammonifiers, organic phosphate mobilisers, *Azotobacter* bacteria, pedotrophs and micromycetes. The use of both biological preparations contributed to the optimization of the functioning of the soil microbial complex, increased soil biogenicity, reduced the proportion of pathogens, intensified microbiological processes of soil organic matter transformation, improved provision of microbiota with easily accessible nutrients and soil-mobile phosphorus, as well as obtaining a 18% (Groundfix) and 19% (Mycofriend) higher corn yield compared to the control. Thus, the application of complex biological products in environmentally sound crop-growing technologies can be an effective method of increasing the productivity of agroecosystems and obtaining ecologically safe crop products.

Keywords: soil microbiome, microbial preparations, physiological groups of microorganisms, microbiological processes, biogenicity, agrochemical indicators, productivity.

REFERENCES

1. Patyka, M.V., Borko, Yu.P., & Tsuk, O.A. (2017). The Features of Diversity Formation of Eubacterial Complex in Sugar Beet (*Beta vulgaris*) Rhizosphere at the Application of Different Agromeasures. *Microbiological Journal*, 79 (2), 86–94. doi: <https://doi.org/10.15407/microbiolj79.02.086>
2. Volkohon, V. (2018). Agricultural microbiology in Ukraine: achievements, problems, prospects. *Bulletin of agricultural science*, 96 (11), 20–27. doi: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201811-03>
3. Borko, Yu.P., Patyka, N.V., & Kolodyazhnii, A.Yu. (2016). Structure and diversity of chernozem microbiome at the application of different farming systems. *Microbial diversity: actual problems and solutions: materials Mezhdunar. scientific and practical conference dedicated to the 25th anniversary of the Independence of the Republic of Kazakhstan* (pp. 68–73). Astana, Respublika Kazakhstan.
4. Borko, Yu., Dehodiuk, S., Dehodiuk, E., Patyka, M., & Litvinova, O. (2022). Peculiarities of formation of microbial coenosis of gray forest soil with different fertilizer systems in the agrocoenosis of winter wheat. *Bulletin of agricultural science*, 100 (4), 14–22. doi: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202204-02>
5. Masliyov, S.V. (2015). The influence of biopreparations on the growth, development and yield of popping corn. *Scientific Progress & Innovations*, 3, 58–61.
6. Sherstoboieva, O.V. (2004). The role of microbiological preparations in increasing plant productivity by environmentally safe means. *Physiology and biochemistry of cultivated plants*, 3, 229–238.
7. Bunas, A.A., Tkach, Ye.D., & Dvoretzkyi, V.V. (2024). Biological products in Ukraine and the world: modern trends and prospects. *Agroecological journal*, 4, 132–140. doi: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2024.317163>
8. Patyka, V.P., Kyrylenko, L.V., Aliksieiev, O.O., Zakharova, O.M., & Hnatiuk, T.T. (2017). Influence of biological products, phytopathogenic microorganism on the microbiom soil in the rhizosphere and the efficiency of symbiotic

- system root nodule bacteria — soybean, goat's-rue. *Scientific notes of the Volodymyr Hnatyuk Ternopil National Pedagogical University. Series: Biology*, 1, 123–132. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/NZTNPU_2017_1_21
9. Kong, Z., Li, T., Glick, B.R., & Liu, H. (2025). Priority effects of inoculation timing of plant growth-promoting microbial inoculants: role, mechanisms and perspectives. *Plant and Soil*, 2025, 1–13. doi: <https://doi.org/10.1007/s11104-025-07291-z>
 10. Ambrosini, A., de Souza, R., & Passaglia, L.M. (2025). Ecological role of bacterial inoculants and their potential impact on soil microbial diversity. *Plant and Soil*, 400, 193–207. doi: <https://doi.org/10.1007/s11104-015-2727-7>
 11. Volkohon, V.V., Dimova, S.B., Volkohon, K.I., Borulko, R.O., & Berdnikov, O.M. (2010). The influence of microbial preparations on the assimilation of nutrients by cultivated plants. *Bulletin of Agricultural Science*, 5, 25–28.
 12. Volkohon, V. (2013). Biological transformation of nitrogen. Directionality of processes at different levels of fertilization of agricultural crops. Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing.
 13. Díaz-Rodríguez, A.M., Parra Cota, F.I., Cira Chávez, L.A., García Ortega, L.F., Estrada Alvarado, M.I., Santoyo, G., & de Los Santos-Villalobos, S. (2025). Microbial Inoculants in Sustainable Agriculture: Advancements, Challenges, and Future Directions. *Plants*, 14 (2), 191. doi: <https://doi.org/10.3390/plants14020191>
 14. Santos, M.S., Nogueira, M.A., & Hungria, M. (2019). Microbial inoculants: reviewing the past, discussing the present and previewing an outstanding future for the use of beneficial bacteria in agriculture. *AMB Express*, 9 (1), 205. doi: <https://doi.org/10.1186/s13568-019-0932-0>
 15. Cao, M., Narayanan, M., Shi, X., Chen, X., Li, Z., & Ma, Y. (2023). Optimistic contributions of plant growth-promoting bacteria for sustainable agriculture and climate stress alleviation. *Environmental Research*, 217, 114924. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.114924>
 16. Yadav, R., Ror, P., Rathore, P., Kumar, S., & Ramakrishna, W. (2021). *Bacillus subtilis* CP4, isolated from native soil in combination with arbuscular mycorrhizal fungi promotes biofortification, yield and metabolite production in wheat under field conditions. *Journal of Applied Microbiology*, 131 (1), 339–359.
 17. Banerjee, A., Bareh, D.A., & Joshi, S.R. (2017). Native microorganisms as potent bioinoculants for plant growth promotion in shifting agriculture (Jhum) systems. *Journal of soil science and plant nutrition*, 17 (1), 127–140. doi: <https://doi.org/10.4067/S0718-95162017005000010>
 18. Groundfix® phosphorus-potassium mobilizer. (n.d.). BTU Biotech company. Retrieved from <https://btu-center.com/ua/groundfix>
 19. Mycofriend-t® complex mycorrhizal preparation. (n.d.). BTU Biotech company. Retrieved from <https://btu-center.com/ua/mikofrend-t>
 20. Soil quality. Determination of the number of microorganisms in soil by sowing on solid (agarified) nutrient medium. (2016). *DSTU ISO 7847:2015 from 1st July 2016*. Kyiv: State Standards of Ukraine.
 21. Barnett, H.L., & Hunter, B.B. (1972). Illustrated genera of imperfect fungi. Minneapolis: Burgess Publishing Co.
 22. Samson, R.A. (2002). Introduction to food and airborne fungi. American Society Microbiology. Utrecht: Centraal-bureau voor Schimmelcultures.
 23. Watanabe, T. (2002). Pictorial atlas of soil and seed fungi: morphologies of cultured fungi and key to species. Boca Raton: CRC press. doi: <https://doi.org/10.1201/EBK1439804193>
 24. Soil microbiology. Terms and definitions. (1999). *DSTU 3750-98 from 1st July 1999*. Kyiv: State Standards of Ukraine.
 25. Mukha, V.D. (1980). About indicators reflecting the intensity and direction of soil processes. *Collected treatises of the Kharkiv Agricultural Institute*, 273, 13–16.
 26. Soil quality. Determination of pH. (2012). *DSTU ISO10390:2007 from 1st October 2009*. Kyiv: State Standards of Ukraine.
 27. Soil quality. Methods for determining organic matter. (2005). *DSTU 4289:2004 from 1st July 2005*. Kyiv: State Standards of Ukraine.
 28. Soil quality. Determination of easily hydrolyzed nitrogen by the Kornfield method. (2016). *DSTU 7863:2015 from 1st July 2016*. Kyiv: State Standard of Ukraine.
 29. Soils. Determination of mobile phosphorus and potassium compounds by the modified Machygin method. (2002). *DSTU 4114:2002 from 01th January 2016*. Kyiv: Kyiv: State Committee for Technical Regulation and Consumer Policy.
 30. Yeshchenko, V.O. (Ed.). (2005). Fundamentals of scientific research in agronomy. K.: Diia.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

БОРКО Юлія Петрівна, кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник, ТОВ “Інститут прикладної біотехнології” (вул. Академіка Амосова, буд. 1/34, оф. № 1 (к. 84), с. Софіївська Борщагівка, Бучанський район, Київська область, Україна, 08138; e-mail: borko.y@btu-center.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6277-8980>).

ВДОВЕНКО Сергій Анатолійович, доктор сільськогосподарських наук, професор, Вінницький національний аграрний університет (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, Україна, 21008; e-mail: sloi@i.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4991-7234>).

КОРСУН Світлана Георгіївна, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, ТОВ “Інститут прикладної біотехнології” (вул. Академіка Амосова, буд. 1/34, оф. № 1 (к. 84), с. Софіївська Борщагівка, Бучанський район, Київська область, Україна, 08138; e-mail: korsuns@i.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8753-9356>).

БОЛОХОВСЬКИЙ Владислав Вікторович, кандидат сільськогосподарських наук, ТОВ “БТУ-ЦЕНТР” (вул. Хлібозаводська, 1, м. Ладижин, Вінницька обл., Україна, 24321; e-mail: vlad@btu-center.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-0074-6362>).

БОЛОХОВСЬКА Валентина Антонівна, кандидат технічних наук, ТОВ «БТУ-ЦЕНТР» (вул. Хлібозаводська, 1, м. Ладижин, Вінницька обл., Україна, 24321; e-mail: va@btu-center.com ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-2728-4589>).

Новини

Новини

Новини • Новини • Новини

Екстремальні посухи по всьому світу стануть частішими і сильнішими, — дослідження. Стійкі багаторічні посухи продовжать прогресувати з потеплінням клімату. Про це попереджається в дослідженні Швейцарського федерального інституту досліджень лісу, снігу та ландшафту за участю професорки Франчески Пелліччіотті з Інституту науки і технологій Австрії.

Міжнародна команда вчених розрахувала аномалії в кількості опадів і евапотранспірації (випаровування води з ґрунту і рослин) та їхній вплив на природні екосистеми в усьому світі. Це дало їм змогу визначити виникнення багаторічних посух як у добре вивчених, так і в менш доступних регіонах планети, особливо в таких областях, як тропічні ліси й Анди, де мало даних спостережень.

ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ СТРАТЕГІЇ СТАЛОГО РОЗВИТКУ М. КАМ'ЯНЕЦЬ-ПОДІЛЬСЬКИЙ

О.І. Любинський

доктор сільськогосподарських наук, професор
Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка
(м. Кам'янець-Подільський, Україна)
e-mail: lubin.alex@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6084-131X>

О.В. Мудрак

доктор сільськогосподарських наук, професор
КЗВО "Вінницька академія безперервної освіти" (м. Вінниця, Україна)
e-mail: ov_mudrak@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1776-6120>

Л.Г. Любінська

доктор біологічних наук, професор
Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка
(м. Кам'янець-Подільський, Україна)
e-mail: kvitkolub@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2529-4311>

Г.В. Мудрак

кандидат географічних наук, доцент
Вінницький національний аграрний університет
e-mail: galinal70971@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1319-9189>

І.Б. Любінська

вчитель географії
Кам'янець-Подільський ліцей з посиленою військово-фізичною підготовкою
(м. Кам'янець-Подільський, Україна)
e-mail: lubyninna@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-3531-9855>

В статті розглянуто особливості реалізації стратегії сталого розвитку м. Кам'янець-Подільський. Подано теоретико-методичне узагальнення і розроблено концептуальні засади управління сталим розвитком міста. Це дозволить вдосконалити напрями його організаційно-економічного забезпечення в сучасних умовах реформування економіки, сформувати конкурентноспроможну територіальну громаду, забезпечити процеси євроінтеграції для реалізації цілей сталого розвитку. Авторами з'ясовані основні сучасні екологічні проблеми Кам'янець-Подільської урбоекосистеми, що пов'язані зі значним рівнем антропогенного навантаження, що обумовлює безпосередній і опосередкований вплив на стан навколишнього природного середовища. У відповідності до стратегії розвитку територіальної громади на перспективу передбачено впровадження комплексу заходів для зменшення викидів в атмосферне повітря (через вдосконалення мережі міських і приміських маршрутів, реконструкції і технічного переоснащення й модернізації котелень, впровадження відновлювальних джерел енергії в приватному секторі забудови, придбання нових електричних транспортних засобів, тощо), забезпечення ефективної водозберігаючої системи водопостачання і водовідведення (модернізація очисної станції каналізації), оптимізація стратегії поводження з твердими побутовими відходами, збільшення площі зелених зон (реконструкція і облаштування парків, вертикальне озеленення).

Ключові слова: антропогенне навантаження, урбанізація, стратегічне планування, урбоекосистема, промислові території, цілі сталого розвитку.

ВСТУП

Пріоритетні аспекти розвитку міст ґрунтуються на покращенні екологічного стану навколишнього природного середовища (НПС) та реалізації цілей сталого розвитку. Цього можна досягнути на основі проектування і виконання

соціальних, економічних і екологічних показників (індикаторів). Для цього необхідно забезпечити відповідну функціонально-планувальну структуру міста, зменшити рівень антропогенного навантаження на різні види екосистем, поліпшити його інфраструктуру. Екологічний

розвиток міст повинен ґрунтуватися на наступних компонентах — екологічна безпека, екологічна санітарія, екологічна промисловість, цілісний еколандшафт, екологічна інформованість [1].

За результатами адміністративно-територіальної реформи 2020 року міста України в рамках нових територіальних громад (ТГ) суттєво збільшили території, на які тепер поширюється їхня юрисдикція. Це ставить на порядок денний питання правильної інтеграції цих територій і, відповідно, розробку моделей того, як українські міста будуть розвиватися в майбутньому. У більшості випадків, ймовірно, ітиметься, про перетворення ТГ на містарайони або, якщо звернутися до європейських аналогів, — на громади-муніципалітети. Уже сьогодні деякі новоутворені ТГ покривають територію колишніх районів. На думку експертів, надалі дооб'єднання до меж районів може стати провідною тенденцією через неспроможність частини ТГ до самостійного розвитку. Місце районної ради тепер займе рада ТГ з дещо відмінними функціями, але де-факто режим функціонування “центр — (сільська) периферія”, притаманний традиційним районам, у таких громадах-муніципалітетах збережеться. Розширення адміністративних меж багатьох міських ТГ відбулося не в напрямі тих передмість, які вже значною мірою урбанізовані і з якими у міст вже існують міцні функціональні взаємозв'язки, а у напрямі “відкритого поля” лише з невеликими населеними пунктами. Складається враження, що вирішальним при встановленні нових меж таких ТГ було прагнення не так створити сильне урбанізоване ядро, як за рахунок центрального міста “підтягнути” суміжні слабкі ТГ [2].

Сучасні міста змінюються з невинною швидкістю завдяки людському, виробничому, інноваційному, науковому, творчому, природно-ресурсному та інвестиційному потенціалу, туризму. Проте такий швидкий темп змін призводить до низки викликів, в тому числі і екологічній сфері міст. Концентруючи значний потенціал, міста стають все менш комфортними для проживання значної кількості населення [3].

Метою статті є обґрунтування основних стратегічних аспектів створення сучасного європейського міста за ефективного використання наявних природних і виробничих ресурсів та об'єктивних конкурентних переваг міста, збереженні навколишнього середовища і розвитку людського капіталу та запровадження інновацій з урахуванням закордонного досвіду, механізмів координації і управління сталим розвитком.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Найбільш гострими екологічними проблемами сучасних міст України є неналежний стан житлово-комунального господарства, в тому числі водопостачання і водовідведення, забруднення атмосферного повітря, переробка твердих побутових відходів, недостатня кількість і площ зелених зон, погіршення стану здоров'я місцевих жителів. Екологічні проблеми міст спричиняють появу численних захворювань: патологія серцево-судинної системи і дихальної системи, гострі кишкові інфекції, вірусний гепатит А, холера — все це корелює з погіршенням умов урбоєкосистем [4].

Однією з багатьох умов євроінтеграції України є дотримання Європейського зеленого курсу, що являє собою план дій ЄС для озеленення. Кліматично нейтральна Європа у 2050 році — основна мета Європейського зеленого курсу. Зелений курс ставить захист здоров'я і добробут громадян у сфері екології на перше місце й переорієнтує процес економічної координації на інтеграцію цілей сталого розвитку ООН, поставлення стійкості і добробуту громадян у центр економічної політики та цілей сталого розвитку в основі політики та дій ЄС [5].

За версією британського видання *The Telegraph*, який спирався на дані Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), рейтинг десяти найбільш екологічно чистих міст світу очолила столиця Швеції Стокгольм. Це місто в порівнянні з 90-ми роками минулого століття значно скоротило викиди CO₂, а до 2050-го року має намір повністю відмовитися від вугілля в енергетиці. На другому місці — Веллінгтон (Нова Зеландія), на третьому — Канберра (Австралія). На четвертому місці опинилася Оттава (Канада), а п'яте посіла столиця Шотландії Едінбург. У десятку найчистіших столиць світу потрапили Монтевідео (Уругвай), Таллінн (Естонія), Гельсінкі (Фінляндія), Монако і Мадрид (Іспанія). Найбільш забрудненими зі світових столиць є Ер-Ріад (Саудівська Аравія), Нью-Делі (Індія) і Доха (Катар) [7].

У сучасних українських містах можна побачити, часом у змішаному вигляді, відбитки принаймні трьох таких типових моделей. Перша з них, модель “самоврядного міста”, характерна здебільшого для міст західної частини України, які часом дуже нагадують західноєвропейські міста. Вони мають виражений центр з ратушою, колишньою ринковою площею навколо неї і центральним храмом чи собором неподалік. Навколо ратуші, якщо вони збереглися, розташовані будівлі, що належали гільдіям, які становили каркас таких торгово-ремісничих міст. Переважно для таких міст характерна

концентрична структура, а міські вали визначали чіткі межі з довколишніми сільськими територіями, які підтримували функціонування міста і, зі свого боку, користувалися його послугами і захистом в умовах небезпеки. У дещо пізнішій моделі центральним елементом міста стає вже не площа, а бульвар, проспект чи променад, вздовж якого розміщуються адміністративні будівлі, біржі, банки і житлові будинки, які належали аристократам, або ж так звані дохідні будинки, в яких селилася дрібна буржуазія та чиновники. Саме під таку модель перебудовувались Париж і Барселона в середині XIX століття. Така структура “буржуазних міст” більш характерна для міст центральної України — хоча, звісно, у значно скромнішому порівнянні з європейськими столицями вигляді. Їхня центральна частина організована навколо однієї або кількох головних вулиць. А у тому ж Львові маємо яскравий приклад згаданого вище нашарування — неподалік від площі Ринок у XIX столітті на місці схованої під землею річки Полтва був прокладений бульвар, який нині має назву проспект Свободи. Вали і стіни, які раніше позначали фізичні межі міста, руйнуються, що дозволяє містам поглинати суміжні території, щоб справитись зі стрімкою урбанізацією. Структура міського простору поступово трансформується в напрямі так званої секторної моделі, в якій — все ще виходячи з сильного центру — розвиток іде вздовж сильних транспортних осей. Епоха індустріалізації наклала на міста свій відбиток, пов'язаний зі створенням великих промислових підприємств з фабричними селищами біля них, часто на периферії колишнього міста. Індустріалізація в наших умовах відбувалася порівняно з Європою і Америкою з відчутним запізненням, то тип “індустріальних міст” у нас несе на собі відбиток скоріше вже радянської практики містобудування. Вона базувалася на трьох основних містоутворюючих “ядрах” — промислові зони, однотипні спальні райони, здебільшого віддалені від промислових зон, і величезні порожні площі для проведення демонстрацій перед будівлями, в яких були розміщені місцеві партійні комітети різного рівня. Такий тип міст спостерігається, здебільшого, на сході України, а в найбільш чистому вигляді — у монопромислових містах, які навіть мають свою назву — “соцміста”. Але менш чи більш виражений відбиток такої організації міського простору радянська індустріалізація наклала майже на всі українські міста. Для створення “парадних” площ розчищали під нуль або частково цілі райони історичної забудови, а подекуди закладали таким чином новий центр міста. А під промислову та масову житлову забудову

йшли як вільні території, так і навколишні села [2].

Сучасні міста залучені в складні процеси глобалізації. На зміну старому поділу праці, заснованого на спеціалізації по регіонах, приходить новий поділ, який базується на конкретних процесах, внаслідок чого виробництво поширюється на все більш, широке коло регіонів світу. Процеси урбанізації призвели до виникнення нових 5-ти типів міст. *Першим* є місто — штаб-квартира. До таких міст відносяться центри, де є адміністративна діяльність транснаціональних корпорацій, орієнтованих на міжнародний рівень. *Другий тип* міста — інноваційний центр. Так називають райони, де зосереджені дослідницькі і наукові установи, чії розробки застосовуються де-небудь на виробництвах. Прикладом є Кембридж. *Третій тип* — центр модульного виробництва. У комплексному міжнародному поділі праці, що існує наразі, виготовлення деталей і складання виробів відбуваються в різних точках земної кулі. Деякі міста стають місцем проміжних виробничих процесів, розташованих далеко від місця завершення циклу. *Четвертий тип* — перевалочний пункт для третього світу, відчуває найсильніше міжнародний вплив серед різних типів міст. *П'ятий тип* — місто пенсіонерів. Нині багато хто, вийшовши у відставку, переїжджають в міста, де оптимальний клімат [6].

За дослідженнями газети “The New York Times” було складено список з десяти міст світу, які відповідають і екологічним нормам, і високим стандартам рівня життя. 1. Окленд (Нова Зеландія); 2. Берлін (Німеччина) — місто відповідає усім екологічним нормам, живе на повну і широко відкриває двері науковцям, митцям і звичайним туристам; 3. Барселона (Іспанія) — щоб зробити місто більш сучасним та екологічним, місцева влада облаштувала багато будинків сонячними батареями, а також будує електростанції для підзарядки електромобілів і електроциклів — цей проєкт втілюють у життя з перспективою на майбутнє. Також будуються міні-станції для переробки рослинної біомаси в теплову і електричну енергію; 4. Кейптаун (Південно-Африканська Республіка); 5. Копенгаген (Данія) — місто мистецтва, екологічної чистоти й поєднання сучасного і класичного в архітектурі. Усі будинки будуються винятково за чіткими екологічними правилами. Не дарма Данія посідає одне з перших місць у списку найкращих міст для життя. Взагалі, Данія — визнаний лідер у вирішенні питань клімату та енергетичної політики. Незважаючи на прохолодний скандинавський клімат, Копенгаген відомий розвинутою мережею велосипедних доріжок по всьому місту. Метрополітен запра-

цював у місті біля десяти років тому. Сонячні станції метро і поїзди, що рухаються без водія, задовольняють всі екологічні вимоги. Окрім того, влада має на меті зменшити на 20% викиди карбону до 2025 року. Частина енергії для Копенгагена виробляється за допомогою вітру. А індустріальну гавань міста було ретельно очищено і тепер там працюють три публічних лазні. Вони, як не дивно, беруть воду для своїх потреб з моря; 6. Курітіба (Бразилія) — відома своїм винятково чистим повітрям, ботанічним садом і безліччю парків, розкиданих по всій території міста. В середньому на збереження НПС виділяється 100 млн. \$, що складає 5% від бюджету міста; 7. Монреаль (Канада); 8. Сантьяго (Чилі) — за громадський транспорт тут треба платити чи не найбільше у всій Південній Америці. Незважаючи на це, 2,4 мільйона людей користуються міським транспортом щодня. Але викиди машин все ж є досить важливою проблемою. Влада регіону намагається поліпшити ситуацію, пропонуючи туристам і жителям міста взяти в оренду велосипед, та подорожувати по спеціальних смугах на дорозі; 9. Шанхай (Китай) — для поліпшення екологічного стану компонентів НПС було виділено 8 млрд \$ на озеленення і очищення регіону, а також на створення та розвиток парків; 10. Вільнюс (Литва) — одне із найзеленіших міст Європи, політичний центр ЄС. 70% мешканців рідко користуються своїми автівками, надаючи перевагу автобусу, велосипеду чи власним ногам [7].

Зростання ролі і значення міст у світі в цілому, і регіонах України зокрема, потребує зміни у підходах до управління його стратегічним розвитком. Стратегія сталого розвитку міста має бути тим документом, який визначає цілі, завдання і основні напрями соціально-економічно-екологічного розвитку на довгострокову (10 і більше років) перспективу, насамперед як центру економічного зростання регіону. Основне завдання стратегії — це виявлення тих напрямів соціально-економічно-екологічного розвитку, які приведуть в задані терміни до досягнення основної мети — комплексного регіонального розвитку. Вони дозволять визначити принципи реалізації, які задають орієнтири, необхідні для ухвалення стратегічних і оперативних цілей сталого розвитку міста та збереження навколишнього середовища [6].

Як свідчить закордонний досвід впровадження екологічних аспектів розвитку міст як інструменту забезпечення сталого розвитку, важливим є використання в Україні кращих світових практик щодо перебудови сфери управління відходами, що заснований на відповідних положеннях Угоди про асоціацію між Україною і ЄС та розробка міських стратегій управління

відходами. Перспективними напрямками досліджень у сфері урбоекології є вивчення і впровадження досвіду застосування дієвих міських стратегій реалізації пріоритетних екологічних проблем сучасних міст з метою імплементації його в українські міста [1].

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

При проведенні дослідження застосовувалися загальнонаукові і специфічні методи дослідження. Серед них: метод наукової абстракції, який використовувався при систематизації теоретичних основ розвитку ТГ; метод системно-структурного аналізу для визначення індикаторів сталого розвитку; метод логічного узагальнення для дослідження соціо-еколого-економічних проблем розвитку ТГ; метод аналізу і синтезу для розроблення заходів розвитку ТГ. На основі аналізу наукових джерел і статистичних матеріалів розглянуто теоретичні основи розвитку соціоеколого-економічної системи як складника сталого розвитку м. Кам'янця-Подільського. На основі методів дослідження окреслено тенденції сталого розвитку ТГ в повоєнний період.

Методологічною основою написання статті були: Закон України “Про місцеве самоврядування в Україні”, Закон України “Про державне прогнозування та розроблення програм економічного і соціального розвитку України”; Постанова Кабінету Міністрів України від 26.04.2003 № 621 “Про розроблення прогнозних і програмних документів економічного і соціального розвитку та складання проекту державного бюджету”; Постанова Кабінету Міністрів України від 15.12.2023 №1315 “Про схвалення основних прогнозних макропоказників економічного і соціального розвитку України на 2024–2026 роки”; Постанова Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2020 року № 1272 “Про затвердження Порядку здійснення моніторингу наслідків виконання документа державного планування для довкілля, у тому числі для здоров'я населення”; “Критерії визначення наслідків для довкілля, у тому числі для здоров'я населення”, затверджені наказом Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 28.10.2020 № 213; Державна стратегія регіонального розвитку на 2021–2027 роки, Стратегія розвитку Хмельницької області на 2021–2027 роки [19].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Сучасний розвиток ТГ України реалізується через стратегію сталого розвитку, що спрямована на інтеграцію економічної, соціальної і екологічної складових. Головна особливість цієї

стратегії визначає необхідність розв'язання екологічних проблем в процесах планування і прийняття управлінських рішень щодо соціально-економічного розвитку ТГ і урбоecosистем, зокрема. Міста — найбільші споживачі всіх видів природних ресурсів — територіальних, енергетичних, продовольчих, вони найважливіші джерела забруднення НПС. Навантаження на НПС різко зростає не лише у самих містах, але і за міською межею. Розростання міської території веде до скорочення цінних сільськогосподарських угідь, що в умовах країн, які розвиваються, ще більш загострює продовольчу ситуацію [8]. Вплив великих міст на НПС не обмежується локальним рівнем, вони не лише порушують гідрологічний режим величезних територій, клімат і циркуляцію атмосфери, але і впливають на літосферу, викликаючи вагою будівель і споруд прогини земної кори. Житлова забудова знижує швидкість вітру, а застій повітря сприяє концентрації високотоксичних промислових забруднювачів [8, 12].

Перехід на інші більш екологічно чисті двигуни і види очищеного палива, альтернативні джерела енергії, електротранспорт, використання метро вирішить проблему автотранспорту. Очистити стічні води допоможуть екотехнології, застосування фільтрів, відстійники. Велике значення набуває озеленення міських територій, розширення площі зелених насаджень, які виконують санітарну роль, уловлюють пил, знешкоджують токсичні речовини, виділяють у повітря фітонциди. Завдяки практичним проектам у вигляді екопоселень, екоміст, екополісів, які прагнуть до гармонії природного і соціального середовища, проблема збереження живої природи в умовах наступу міст на НПС знаходить вирішення [9–11].

Міста все частіше перебувають у центрі уваги кадастрів біорізноманіття, вимірювань концентрацій та потоків парникових газів, а також моніторинг ефективності зелених дахів, біопокладів та іншої зеленої інфраструктури. Завдання на майбутнє полягатиме у застосуванні все більш просунутого і тонкого розуміння урбоecології у практиці планування, проектування і моніторингу міст як динамічних систем. Сучасні проблеми урбоecологічних систем збільшилися в геометричній прогресії через те, що в нашій країні йде війна. Більше 7,5 тисяч ракет (С-300, С-400, Х-22, Іскандер-М тощо), 5 тисяч дронів, 7,5 тисяч КАБів росія випустила по Україні з 24.02.2022 року. Ворожі снаряди, які щодня влучають у нашу критичну інфраструктуру та житлові будинки, спричиняють значні загоряння. Це призводить до значного забруднення атмосферного повітря небезпечними речовинами. Під час детонації

ракет і снарядів утворюється низка хімічних сполук — чадний газ, бурий газ, вуглекислий газ, діоксид азоту, формальдегід, сірка, водяна пара, свинець, сажа. При вибухах речовини проходять повне окиснення, а продукти хімічної реакції попадають в атмосферу (представники ДСНС України знешкодили понад 400 тисяч ворожих снарядів). Екологічні експерти наразі нарахували 8940 випадків екоциду, а обрахована шкода довіллю від війни становить 71 млрд €. Своїми діями росія сприяє посиленню кліматичної кризи, оскільки внаслідок військових дій, пожеж, спричинених обстрілами, в нижні шари атмосфери потрапило за 3 роки війни 230 млн тонн викидів CO₂ — це більше, ніж викиди 260 вугільних енергоблоків по 200 МВт кожен. Більше, ніж річні викиди CO₂ промислово розвинених Нідерландів. Це дорівнює річним викидам Австрії, Угорщини, Чехії і Словаччини разом узятих або річним викидам 120 мільйонів автомобілів. Так російська агресія впливає на зміни клімату. Росія має сплатити за кліматичні збитки від війни в Україні, які зараз оцінюють в понад 42 мільярди \$ [8, 18].

Антропогенний вплив на НПС з кожним роком зростає, погіршуючи умови існування людини і живих організмів, викликаючи глобальні екологічні кризи. Особливо чутливою до такого впливу є атмосфера, обмінні процеси в якій проходять значно інтенсивніше, ніж в інших компонентах НПС [13]. Тому підписання Угоди про асоціацію між Україною і ЄС, відкрило нові можливості для впровадження стандартів у сфері охорони НПС. Для України впровадження законодавства ЄС в галузі охорони НПС відбувається в межах 8-ми секторів і регламентується 29 Директивами ЄС, що встановлюють загальні правила і стандарти, які повинні бути відображені у внутрішньодержавному праві. На відміну від сучасного екологічного законодавства України, джерела права ЄС визначають кількісні і якісні результати, які треба досягти кожній країні впродовж визначеного періоду часу і окреслюють процедури, які необхідно здійснити для досягнення цих результатів. Особливістю Директив ЄС є те, що держави повинні адаптувати своє законодавство для досягнення цілей, визначених Директивами, при цьому визначаючи свої методи їх досягнення [13, 14].

Важливим аспектом в цьому має виступати екологічний моніторинг. Моніторинг повітря — це спостереження за його станом. Маючи дані про стан різних частинок у повітрі, можна попередити ті ситуації, що негативно впливають на здоров'я людей. В Україні паралельно діють державна і громадська системи моніторингу. Державна — це система Українського гідро-

метеорологічного центру, яка відбирає проби атмосферного повітря на 129 стаціонарних постах з періодичністю 3–4 рази на добу 6 днів на тиждень. Громадська система моніторингу допомагає державній. Вона має більшу розгалуженість, особливо в малих містах і селищах. В Україні встановлено 1430 станцій. Активними залишаються лише понад 580 точок по всій країні, з яких майже 60 встановлено цього року. Альтернативні системи моніторингу якості повітря можуть надати людині інструмент для самостійного прийняття рішень. Такі системи дають змогу людині аналізувати вплив на НПС, і як наслідок, на здоров'я. Якщо відбувається високе забруднення від наслідків впливу воєнних дій, як-то горіння промислових об'єктів чи нафтобаз, викиди від ТЕС після бомбардування, і відбувається викид дрібнодисперсного пилу, людина може прийняти рішення, як себе убезпечити. Тобто не перебувати на відкритому повітрі, зачинити щільно вікна, увімкнути, якщо є, зволожувач чи очищувач повітря, зробити вологе прибирання. Громадські системи значно розгалуженіші, оперативніші і доступніші. Найбільші громадські мережі моніторингу це EcoCity, ЛУН Місто Air, Save Dnipro, SaveEcoBot. Всі мережі надають дані громадянам про мікроклімат, тобто про атмосферні умови, тиск, температуру повітря, рівень радіаційного забруднення. Майже всі станції надають дані про кількість пилу у повітрі. Державні мережі надають загальний вміст пилу, а громадські системи навпаки — про вміст дрібно-дисперсного пилу фракції 2,5–10 мкм, оскільки саме їх Всесвітня організація охорони здоров'я вважає найбільш небезпечними для здоров'я людини [15].

За останні роки у містах інтенсивно розвиваються недержавні системи моніторингу якості повітря — Eco City та ЛУН Місто.

Eco City спільно з партнерами формує та підтримує Українську мережу громадського моніторингу якості повітря www.eco-city.org.ua у громадах всіх областей України. Ця мережа об'єднує понад 500 станцій моніторингу, що працюють у моделі Citizen Science і надають онлайн-результати спостережень якості атмосферного повітря та хімічної і радіаційної безпеки. За ці роки був накопичений великий обсяг інформації та сформований банк даних результатів спостережень. Банк даних мережі Eco City може надати узагальнену інформацію про 25 фізичних і хімічних параметрів, що формують якість та безпечність атмосферного повітря на території громади у період з 2019 року. Це стало можливим завдяки горизонтальній Citizen Science моделі моніторингу та використанням сенсорних IoT-інструментів. За останні 4 роки

команда розробників Eco City створила 7 типів стаціонарних і мобільних громадських станцій моніторингу якості повітря (Oxygen, Air Fresh Max, Sapphire та інші). Додатково, Банк даних мережі Eco City містить узагальнені результати спостережень партнерів: Sensor.community (Luftdaten), ЛУН Місто Air, SaveDnipro (є дані тільки для періодів взаємодії мереж та обміну результатами) [16].

Соціальний проєкт компанії ЛУН під назвою ЛУН Місто наразі дуже важливий. Для проведення таких вимірювань командою ЛУН Місто Air розроблено сенсорні датчики Plantower PMS 3003/5003/7003/A003, які вимірюють ступінь розсіювання лазерного випромінювання в атмосфері і на основі отриманих результатів визначають ступінь її забруднення [17].

Вивчаючи екологічний стан Кам'янець-Подільської ТГ, треба відмітити, що основними забруднювачами атмосферного повітря серед стаціонарних джерел міста є ПАТ “Подільський цемент”, КП “Міськтепловоденергія”, АТ “Птахофабрика”, “ABIC”, ПАТ “Агрохолдинг авангард”. У значно меншому ступені на баланс викидів впливають аграрні і фермерські підприємства, а також переробні підприємства. Переважна кількість усіх викидів в атмосферне повітря Кам'янець-Подільської МТГ формується пересувними джерелами, у першу чергу автомобільним транспортом.

На території міста Кам'янець-Подільський встановлено станції громадського моніторингу якості атмосферного повітря Air Fresh Max. Ці пристрої дозволяють здійснювати контроль і реєстрацію стану атмосферного повітря НПС за такими показниками: температури (в діапазоні від -40 до $+85^{\circ}\text{C}$), тиску (в діапазоні 300–1100 hPa (гектопаскаль), вологості (в діапазоні від 0 до 100%), концентрації пилу PM2.5 (твердих частинок діаметром до 2,5 мікрметра в діапазоні $0,0\text{--}999,9\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ (мікрограм на метр кубічний)), концентрації пилу PM10 (концентрацію твердих частинок діаметром до 10 мікрметрів у діапазоні $0,0\text{--}999,9\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ (мікрограм на метр кубічний), озон O_3 (в діапазоні 0–10 ppb (мільйонна частка, проміле), чадний газ CO (в діапазоні 0–12500 ppb (мільярдна частка), оксиди азоту NO_2 (в діапазоні 0–2000 ppb (мільярдна частка), HNO_3 , формальдегід CH_2O (в діапазоні 0–5000 ppb (мільярдна частка), радіація RAD (в діапазоні 0–999 $\mu\text{R}/\text{h}$ (експозиційна доза). Станції розташовані за такими адресами в м. Кам'янець-Подільський: ліцей № 6, вул. Молодіжна, 7; ліцей № 17, вул. Розвадовського, 8; ліцей № 16, вул. Північна, 102; вул. Вокзальна; вул. Пляменицьких; пров. Бастіонний; вул. Вокзальна, 1; ліцей № 12, пров. Будівельників, 19; ліцей № 11, вул. Злагоди, 27-6. Дані пристрої

не сертифіковані і відносяться до громадського моніторингу якості повітря.

Стан радіаційного забруднення атмосферного повітря міста Кам'янець-Подільського визначається Хмельницьким обласним центром з гідрометеорології на постійному посту спостереження. Середня потужність експозиційної дози гамма-випромінювання у повітрі ТГ у 2024 році становила 11–13 мкР/годину. В цілому суттєвих змін рівня потужності експозиційної дози гамма-випромінювання у повітрі на території міста Кам'янець-Подільського не спостерігається.

Процес урбанізації у сучасних умовах супроводжується стійкою тенденцією до зростання рівня автомобілізації. Концентрація значної кількості транспортних засобів на порівняно обмеженій території міста призводить до домінуючого впливу транспорту на шумовий стан території. Потоки автомобільного транспорту в сучасних містах є основним джерелом генерованого зовнішнього шуму і створюють екологічну проблему шумового забруднення із різним рівнем навантаження урбанізованих територій. Шумове забруднення Кам'янець-Подільської МТГ обумовлено впливом таких основних джерел: автомобільний транспорт, промислові і комунальні підприємства, об'єкти будівництва і реклами та ін. Заміри рівнів шуму проводили в світлу пору доби із здійсненням обліку категорій автотранспорту та застосуванням цифрового шумоміра марки Venetech GM 1356. На рівень шуму на території міста впливали: відстань до проїжджих частин, час доби, навантаження автотранспорту, наявність зелених насаджень, розташування будівельних майданчиків, інформаційних і рекламних звуків. Найбільший рівень шуму створюється транспортом (70–80 дБ). У межах селитебної забудови рівень шуму складає 45–60 дБ. Найвищі показники шуму прослідковувалися біля основних автомобільних шляхів.

На території Кам'янець-Подільської МТГ прояви зміни клімату зумовлені атмосферними явищами і процесами, зокрема, змінами середньо-місячної і середньорічної температури повітря, її мінімальними і максимальними показниками, проявом кліматичних аномалій і екстремальних явищ погоди; змінами кількості опадів продовж всіх сезонів, і зокрема в зимовий період; водним режимом річок, проявом надмірної посухи.

Контроль за якістю і спостереження за станом забруднення поверхневих вод здійснюють: Регіональний офіс водних ресурсів у Хмельницькій області, Хмельницький обласний центр з гідрометеорології, ДУ “Хмельницький обласний лабораторний центр Міністерства охो-

рони здоров'я України”, Державна екологічна інспекція в Хмельницькій області, КП “Кам'янець-Подільськтепловоденергія”. Наразі місто забезпечують питною водою 25 артезіанських свердловин підземних водозаборів, а також поверхневий забір з річки Дністер. Комунальний водопровід міста Кам'янець-Подільського підпорядковується органам місцевого самоврядування. КП “Міськ-тепловоденергія” — суб'єкт господарювання, що здійснює експлуатацію об'єктів централізованого питного водопостачання і водовідведення. Питною водою з міського водопроводу користується населення м. Кам'янець-Подільського та прилеглих населених пунктів. Контроль за якістю питної води здійснює відомча лабораторія КП “Міськтепловоденергія”. Хімічний контроль за якістю питної води ведеться цілодобово. Через кожні 2 години згідно вимог технологічного процесу визначають залишковий хлор і каламутність, а на виході в міську мережу — залишковий хлор через 2 години. Контроль за якістю питної води також проводиться Кам'янець-Подільським районним відділом ДУ “Хмельницький обласний центр контролю та профілактики хвороб МОЗ України”. Моніторингові дослідження проб питної води з мережі міського водогону різних районів міста за показниками епідемічної безпеки та санітарно-хімічними показниками щоквартально проводиться з резервуарів чистої води поверхневого водозабору р. Дністер і артезіанських свердловин.

ВИСНОВКИ

На основі проведених досліджень відмічаємо:

1. Аналіз екологічного стану м. Кам'янець-Подільський свідчить про середній стан забрудненості атмосферного повітря. Водні ресурси представлені поверхневими і підземними водами. Головною річкою є Смотрич. Питне водопостачання Кам'янець-Подільської МТГ включає як централізоване, так і децентралізоване. Децентралізоване водопостачання забезпечують криниці і свердловини. Якість питної води відповідає вимогам ДСанПІН 2.2.4-171-10. м. Кам'янець-Подільський знаходиться на території НПП “Подільські Товтри”, що має площу 261316 га, який створено Указом Президента України від 27.06.1996 р. № 474/96. Він входить до Смарагдової мережі України (код UA 0000011, площа 261521,0 га), Смотрицького екокоридору і Рихтівсько-Княгининського суб'єдра регіональної екомережі.

2. У місті лише частково сортують тверді побутові відходи і відбирають небезпечні відходи, завдяки чому їх кількість, що потрапляють на полігон — скорочується. Для забезпечення

ефективних умов у стратегії поводження з відходами та скорочення обсягів утворення парникових газів необхідно побудувати сміттєпереробний завод, а старий полігон — рекультивувати.

3. Основні екологічні проблеми Кам'янець-Подільської МТГ пов'язані зі значним рівнем антропогенного навантаження, що обумовлює опосередкований вплив на стан НПС, зокрема:

- забруднення атмосферного повітря автотранспортом і об'єктами житлово-комунального сектору;
- забруднення водних об'єктів скидами неочищених і недостатньо очищених стічних вод;
- недосконала система поводження з твердими побутовими відходами.

4. На перспективу доцільно передбачити впровадження комплексу заходів для зменшення викидів в атмосферне повітря (вдосконалення мережі міських і приміських маршрутів, реконструкція, технічне переоснащення та модернізація котелень, впровадження відновлювальних джерел енергії, особливо в приватному секторі забудови, придбання нових електричних транспортних засобів), оптимізації системи поводження з відходами, ефективне водопостачання і водовідведення, збільшення площі зелених насаджень (реконструкція парків, вертикальне озеленення), підвищення рівня екологічної освіти, культури і свідомості місцевих мешканців.

ЛІТЕРАТУРА

1. Виговська О.В., Дехтяренко Ю. Ф. Екологічні аспекти розвитку сучасних українських міст. *Державне управління: удосконалення та розвиток*. 2021. № 10. URL: <http://www.dy.nayka.com.ua/?op=1&z=2265>.
2. Розвиток українських міст: нові межі — нові можливості. URL: <https://mistosite.org.ua/articles/rozvytok-ukrainskykh-mist-novi-merezhi-novi-mozhlyvosti>.
3. Кучерявий В.П. Витоки і шляхи розвитку урбоєкології та фітомеліорації як нових екологічних дисциплін. *Науковий вісник. Проблеми урбоєкології та фітомеліорації*. Випуск 13.5. 2003. С. 16–22.
4. Мовчан В.О., Черненко К.Д. Екологізація міських систем — шлях до сталого розвитку. *Збірник наукових статей. ВНТУ. Вінниця, III-й Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю*. (Екологія/Ecology — 2011), 21–24 вересня. 2011. С. 639–641.
5. Європейський зелений курс: можливості та загрози для України. 2020. URL: <https://dixigroup.org/storage/files/2020-05-26/european-green-dealwebfinal.pdf>.
6. Поспелов А.В., Пушкар Т.А. Місце і значення сучасного міста в формуванні господарських комплексів регіонів. *Державне управління: удосконалення та розвиток*. 2011. № 11. URL: <http://www.dy.nayka.com.ua/?op=1&z=356>.
7. 10 “зелених” міст світу та українські зелені міста. URL: <https://ecolog-ua.com/news/10-zelenyh-mist-svitu-ta-ukrayinski-zeleni-mista>.
8. Василенко І.А., Півоваров О.А., Трус І.М., Іванченко А.В. Урбоєкологія. Дніпро: Акцент ПП, 2017. 309 с.
9. Клименко М.О., Пилипенко Ю.В., Мороз О.С. Екологія міських систем: підручник. Херсон: Олді-плюс, 2012. 294 с.
10. Kulikov P., Zhuravska N. Technological-related manufacturing systems: problems of environmental and economic analysis of their status and management. *Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe. East European Scientific Journal*. 2019. 7 (47). 2019 part 5. p. 60–63.
11. Bielova A., Zhuravska N., Kochedikova A. Promising Directions for the Development of BIM Technologies in Ukraine on Its Way to European Integration. *Lecture Notes in Civil Engineering*. 2020. 73. pp. 533–544.
12. Zhuravska N., Malkin E., SobczakPiastka J. Energy Efficient Processing of Geothermal Water for Energy Heating Objects of the Building Industry. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019. 362 (1). P. 11–16.
13. Радовенчик В.М., Іваненко О.І., Крисенко Т.В., Радовенчик Я.В. Системи моніторингу якості повітря в м. Києві. *Вісник НТУУ “КПІ ім. Ігоря Сікорського”. Серія “Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження”*. 2022. № 1 (21). С. 70–79. DOI: <https://doi.org/10.20535/2617-9741.1.2022.254161>.
14. Моніторинг якості атмосферного повітря: український та міжнародний досвід [Аналітична записка]. Кольцов М., Шевченко Л. Київ: ГО “Фундація “Відкрите Суспільство”. 2018. 13 с. URL: https://openaccess.org.ua/data/blog_dwnl/Analitichna_zapiska_atmosferne_povitrya.pdf.
15. Повітря під час війни. Чому важливо моніторити забруднення та розповідати про це. URL: <https://ua.boell.org/uk/2022/11/16/povitrya-pid-chas-viyny-chomu-vazhlyvo-monitoryty-zabrudnennya-ta-rozpovidaty-pro-tse>.
16. Експерти EcoCity вперше в Україні запровадили технічну підтримку для громадських станцій моніторингу якості повітря. URL: <https://cleanair.org.ua/5705/techsupport>.
17. ЛУН Місто AIR — українська real-time система моніторингу якості повітря. URL: <https://misto.lun.ua/air-about>.
18. <https://mepr.gov.ua> — офіційний сайт Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України.
19. Стратегія регіонального розвитку Хмельницької області на 2021–2027 роки. URL: <https://km-oblrada.gov.ua/cstrategiya-regionalnogo-rozvitku-khme>.

REFERENCE

1. Vygovska, O., & Dekhtyarenko, Yu. (2021). Ecological aspects of development of modern ukrainian cities. *Derzhavne upravlinnia: udoskonalennia ta rozvytok*, (10) Retrieved from <http://www.dy.nayka.com.ua/?op=1&z=2265>.

2. Development of Ukrainian cities: New frontiers — new opportunities. (2021). Retrieved from <https://mistosite.org.ua/articles/rozytyok-ukrainskykh-mist-novi-merezhi-novi-mozhlyvosti>.
3. Kucheriavyyi, V.P. (2003). Origins and ways of development of urban ecology and phytomelioration as new environmental disciplines. *Naukovyi visnyk. Problemy urboekolohii ta fitomelioratsii*, 13.5, 16–22.
4. Movchan, V.O., & Chernenko, K.D. (2011). Greening urban systems is the way to sustainable development. In *Proceedings of the 3rd All-Ukrainian Congress of Ecologists with International Participation* (pp. 639–641).
5. European Green Deal: Opportunities and Threats for Ukraine. (2020). Retrieved from <https://dixigroup.org/storage/files/2020-05-26/european-green-dealwebfinal.pdf>.
6. Pospelov, A.V., & Pushkar, T.A. (2011). The place and importance of the modern city in the formation of regional economic complexes. *Derzhavne upravlinnia: udoskonalennia ta rozvytok*, 11. Retrieved from <http://www.dy.nayka.com.ua/?op=1&z=356>.
7. 10 green cities in the world and Ukrainian green cities. (2018). Retrieved from <https://ecolog-ua.com/news/10-zelenykh-mist-svitu-ta-ukrayynski-zeleni-mista>.
8. Vasylenko, I.A., Pivovarov, O.A., Trus, I.M., & Ivanchenko, A.V. (2017). *Urban ecology*. Dnipro: Aktsent PP.
9. Klymenko, M.O., Pylypenko, Yu.V., & Moroz, O.S. (2012). *Ecology of urban systems*. Kherson: Oldi-plus.
10. Kulikov, P., & Zhuravska, N. (2019). Technological-related manufacturing systems: problems of environmental and economic analysis of their status and management. *Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe. East European Scientific Journal*, 7 (47), 60–63.
11. Bielova, A., Zhuravska, N., & Kochedikova, A. (2020). Promising directions for the development of BIM technologies in Ukraine on its way to european integration. *Lecture Notes in Civil Engineering*, (73), 533–544.
12. Zhuravska, N., Malkin, E., & Sobczak-Piastka J. (2019). Energy efficient processing of geothermal water for energy heating objects of the building industry. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 362 (1), 11–16.
13. Radovenchyk, V.M., Ivanenko, O.I., Krysenko, T.V., & Radovenchyk, Ya.V. (2022). Air quality monitoring systems in Kyiv. *Visnyk NTUU "KPI im. Ihoria Sikorskoho". Seriya "Khimichna inzheneriia, ekolohiia ta resursozbezpechennia"*, 1 (21), 70–79. doi: <https://doi.org/10.20535/2617-9741.1.2022.254161>.
14. Koltsov, M., & Shevchenko, L. (2018). *Air quality monitoring: Ukrainian and International experience* [Policy Paper]. Kyiv: HO "Fundatsiia "Vidkryte Suspilstvo". Retrieved from https://openaccess.org.ua/data/blog_dwnl/Analitichna_zapiska_atmosferne_povitrya.pdf.
15. Air during the war. Why it is important to monitor pollution and talk about it. (2022). Retrieved from <https://ua.boell.org/uk/2022/11/16/povitrya-pid-chas-viyny-chomu-vazhlyvo-monitoryty-zabrudnennya-ta-rozpovidaty-pro-tse>.
16. For the first time in Ukraine, EcoCity experts have introduced technical support for public air quality monitoring stations. (2021). Retrieved from <https://cleanair.org.ua/5705/techsupport>.
17. LUN City AIR — Ukrainian real-time air quality monitoring system. (n.d.). Retrieved from <https://misto.lun.ua/air-about>.
18. Official website of the Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine. (n.d.). Retrieved from <https://mepr.gov.ua>.
19. Regional development strategy of Khmelnytskyi Region for 2021–2027. (n.d.). Retrieved from <https://km-oblrada.gov.ua/ctrategiya-regionalnogo-rozvitku-khme>.

FEATURES OF THE IMPLEMENTATION OF THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT STRATEGY KAMIANETS-PODILSKYI

Liubynskyi O.

Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University (Kamianets-Podilskyi, Ukraine)
e-mail: lubin.alex@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6084-131X>

Mudrak O.

Doctor of Agricultural Sciences, Professor
"Vinnytsia Academy of Continuing Education" (Vinnytsia, Ukraine)
e-mail: ov_mudrak@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1776-6120>

Lyubinska L.

Doctor of Biological Sciences, Professor
Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University (Kamianets-Podilskyi, Ukraine)
e-mail: kvitkolub@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2529-4311>

Mudrak H.

Candidate of Geographical Sciences, Docent
Vinnytsia National Agrarian University (Vinnytsia, Ukraine)
e-mail: galina170971@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1319-9189>

Liubynska I.

Geography teacher
Kamyanetsi-Podilskyi Lyceum with Enhanced Military-Physical Training
(Kamyanets-Podilskyi, Ukraine)
e-mail: lubyninna@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-3531-9855>

The article examines the features of the implementation of the sustainable development strategy of the city of Kamianets-Podilskyi. A theoretical and methodological generalization is presented and conceptual principles of sustainable development management of the city are developed. This will allow improving the directions of its organizational and economic support in modern conditions of economic reform, forming a competitive territorial community, and ensuring the processes of European integration for the implementation of sustainable development goals. The authors have identified the main modern environmental problems of the Kamianets-Podilskyi urban ecosystem, which are associated with a significant level of anthropogenic load, which causes a direct and indirect impact on the state of the natural environment. In accordance with the development strategy of the territorial community, a set of measures is envisaged for the future to reduce emissions into the atmosphere (through improving the network of urban and suburban routes, reconstruction and technical re-equipment and modernization of boiler houses, introduction of renewable energy sources in the private sector of development, purchase of new electric vehicles, etc.), ensuring an effective water-saving water supply and drainage system (modernization of the sewage treatment plant), optimizing the solid waste management strategy, increasing the area of green areas (reconstruction and arrangement of parks, vertical gardening).

Keywords: anthropogenic load, urbanization, strategic planning, urban ecosystem, industrial areas, sustainable development goals.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

ЛЮБИНСЬКИЙ Олександр Іванович, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри біології та екології, Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка (вул. Огієнка, 61, м. Кам'янець-Подільський, 32300, Україна; e-mail: lubin.alex@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6084-131X>).

МУДРАК Олександр Васильович, доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри екології, природничих та математичних наук КЗВО "Вінницька академія безперервної освіти" (вул. Грушевського, 13, м. Вінниця, 21050, Україна; e-mail: ov_mudrak@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1776-6120>).

ЛЮБІНСЬКА Людмила Григорівна, доктор біологічних наук, професор кафедри біології та екології, Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка (вул. Огієнка, 61, м. Кам'янець-Подільський, 32300, Україна; e-mail: kvitkolub@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2529-4311>).

МУДРАК Галина Василівна, кандидат географічних наук, доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища, Вінницький національний аграрний університет (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21000, Україна; e-mail: galina170971@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1319-9189>).

ЛЮБИНСЬКА Інна Борисівна, вчитель географії Кам'янець-Подільський ліцей з посиленою військово-фізичною підготовкою (просп. Грушевського 41/в, м. Кам'янець-Подільський, 32313, Україна; e-mail: lubyninna@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-3531-9855>).

ЕКОЛОГО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАПОВІДНИХ ОБ'ЄКТІВ БАСЕЙНУ РІЧКИ ЗГАР

О.В. Мудрак

доктор сільськогосподарських наук, професор
Комунальний заклад вищої освіти "Вінницька академія безперервної освіти"
(м. Вінниця, Україна)

e-mail: ov_mudrak@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1776-6120>

В.В. Ключанюк

аспірантка

Інститут агроєкології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: vikaklochanuk@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4550-2085>

В статті подана еколого-географічна характеристика заповідних об'єктів басейну річки Згар, площа якого становить 1170 км² і належить до басейну річки Південний Буг. Це зумовлено необхідністю збереження біотичного і ландшафтного різноманіття в умовах зростаючого антропогенного навантаження на різні види природних екосистем в межах басейну. Досліджувана територія вирізняється своїми унікальними природними ресурсами, які виконують важливі екологічні, водоохоронні і соціальні функції. Ландшафтною особливістю басейну річки Згар є значна лісистість (40,16% території водозбору) і заболоченість (6,1%). Проте інтенсивна господарська діяльність, яка спричинена значним сільськогосподарським освоєнням території басейну, розвитком селитебних територій та глобальні зміни клімату призводять до деградації різних видів природних екосистем і ставлять під загрозу збереження всього унікального біотичного різноманіття досліджуваного регіону. В умовах сьогодення вивчення стану заповідних об'єктів, їхнього впливу на екологічну рівновагу, а також визначення шляхів оптимізації природоохоронних заходів є важливим етапом у розробці стратегій збереження заповідних територій. Аналіз еколого-географічних особливостей заповідних об'єктів і територій басейну річки Згар дозволить оцінити їхній потенціал у контексті сталого розвитку територіальних громад Східно-Подільського регіону, забезпечити екологічну стабільність та підвищити ефективність природоохоронної діяльності.

Ключові слова: антропогенний вплив, природно-заповідний фонд, природні ресурси, унікальність території, біотичне різноманіття, Східне Поділля.

ВСТУП

Проблема взаємодії між людиною і природою в сучасному світі отримала новий вимір, оскільки її наслідки безпосередньо впливають як на екологічний стан навколишнього середовища, так і на різні аспекти матеріального і духовного життя сучасного суспільства. Територія басейну річки Згар, тривалий час була об'єктом діяльності людини, яка проявляється через водоспоживання, водовідведення і зарегульованість стоку, а також перетворення поверхні басейну річки, що спричинено вирубкою лісів, розорюванням земель, меліорацією, особливо осушення, забрудненням природних компонентів [1, 3, 15].

Усе це призвело до порушення екологічної рівноваги та деградації природних систем. Важливим кроком для запобігання кризовій екологічній ситуації і відновлення оптимального стану компонентів довкілля є створення природно-заповідних територій. Основною

метою природно-заповідного фонду (ПЗФ) є збереження унікальних і типових природних ландшафтів, рослинного і тваринного генофонду, а також відтворення і примноження відновлюваних природних ресурсів. Природно-заповідні об'єкти та території доречно використовувати для стаціонарних наукових досліджень еталонних природних комплексів, лікування, оздоровлення, відпочинку, а також для розвитку пізнавального і екологічного туризму та екологічної освіти [4-5, 11].

Мета статті є аналіз структури природно-заповідного фонду (ПЗФ) басейну річки Згар, а також оцінка природних рекреаційних умов і ресурсів цієї території. Ключовими завданнями для досягнення цієї мети стали: 1) вивчення наукової літератури з метою аналізу теоретичних і методологічних основ дослідження рекреаційних ресурсів природоохоронних територій; 2) виділення і опис об'єктів ПЗФ басейну річки Згар; 3) дослідження фізико-географічних умов

території; 4) аналіз параметрів об'єктів ПЗФ, таких як унікальність, екзотичність, щільність, співвідношення їх загальної площі до площі водозбору, а також контрастність ландшафтів; 5) визначення сприятливих і обмежуючих умов та факторів рекреаційного освоєння природно-заповідних територій басейну річки Згар в межах Подільського регіону.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Проблемі заповідності в Україні присвячене широке коло наукових праць, серед яких наукові доробки Т. Андрієнко, Я. Дідуха, Ю. Шеляг-Сосонка, С. Стойка, В. Серебрякова, М. Гродзинського, В. Брусака, В. Гетьмана, В. Паценка, С. Поповича, Ю. Зінька, Л. Царика, Л. Любінської, О. Мудрака, В. Коніщука, А. Шлапака та багатьох інших науковців [4, 7, 9, 10].

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для досягнення поставлених цілей були використані літературні та інтернет-ресурси, фондові дані Вінницького центру гідрології і метеорології, Басейнового управління водних ресурсів річки Південний Буг, Вінницького обласного управління лісового та мисливського господарства, а також топографічна цифрова карта Вінницької і Хмельницької області. Додатково були залучені матеріали Управління розвитку територій та інфраструктури Вінницької ОДА, Департаменту природних ресурсів та екології Хмельницької ОДА, Державних екологічних інспекцій у Вінницькій і Хмельницькій областях. Для визначення деяких кількісних показників (заболоченість, лісистість) і створення картосхеми просторового розподілу об'єктів природно-заповідного фонду використовувалися комп'ютерні програми MapInfo Professional 5.0, Excel 2003 та CorelDRAW X3. Окрім картографічного моделювання, у дослідженні застосовувалися також порівняльно-географічний, математичний, статистичний та графічний методи [2, 13, 16].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Річка Згар має мозаїчну поверхню суходолу з якої річкова система збирає воду з поверхні землі і верхніх шарів літосфери (підземне живлення). Відповідно розрізняють поверхневий і підземний водозбір, які не збігаються. Оскільки визначити межі підземного водозбору практично дуже складно, то за величину басейну річки Згар брали лише поверхневий водозбір.

Басейн річки Згар є структурним елементом екологічної і Смарагдової мереж в Україні.

Його площа становить 1170 км² і належить до басейну річки Південний Буг, що охоплює 65 тис. км², або 11% території країни. Басейн річки Згар є особливо цікавим з точки зору охорони природи, оскільки є центром ендемізму і реліктовості та має суттєве значення не лише для території України, а й для всієї Європи. Він розташований у Правобережному Лісостепу, характеризується значним біотичним і ландшафтним різноманіттям. Завдяки сприятливому клімату, рельєфу, водним ресурсам і родючим ґрунтам, екосистемне різноманіття цієї території є досить багатим, що має охоронятися в межах природно-заповідного фонду. Екологічний стан басейну річки Згар сьогодні надзвичайно гостра і актуальна проблема. Кожна річка басейну без виключення потребує охорони і оздоровлення. Тривалий антропогенний вплив на малі річки басейну та їх водозбори спричиняє незворотні зміни, що породжують їхній регресивний стан. Проблеми забруднення, обміління, замулення, заростання, перетворення на водойми болотного типу все більше загострюються. Понад 20 малих річок басейну річки Згар за останні 30 років вже безповоротно зникали із карти України [1, 2].

За адміністративним відношенням басейн річки Згар приурочений до Деражнянської міської територіальної громади, Летичівської селищної територіальної громади і Вовковинецької сільської територіальної громади Хмельницької області (Центрального Поділля), а також Жмеринської і Калинівської міських територіальних громад та Літинської селищної територіальної громади Вінницької області (Східного Поділля).

Фізико-географічні особливості басейну річки Згар зумовлені геологічною будовою, де основну роль відіграють крейдові відклади, поширенням водно-льодовикових і льодовикових форм рельєфу, наявністю карстових та еолових утворень. Значні площі водозбору зайняті алювіальними рівнинами, долинними ландшафтами на широких заплавах. Ландшафтною особливістю території є значна лісистість (40,16% території водозбору) і заболоченість (6,1%). Перший ландшафтний рівень водозбору займають заплавні лучно-болотні місцевості. Тут переважають урочища луків з різнотравно-злаковим покривом на дерново-глієвих і болотних ґрунтах. Найбільш заболочені низинні заплави, які піднімаються над рівнем води річки від 0,5 м до 2,0 м і характеризуються значним поширенням складної мережі річкових рукавів, меандр, стариць і невеликих водойм. На другому ландшафтному рівні виділяють місцевості надзаплавних терас і древніх річкових долин, які представлені піщаними терасовими рівнинами

з дерново-підзолистими ґрунтами під вологими борами і суборами. Часто трапляються піщані гряди, вали, дюни, перевіювані піски. Третій ландшафтний рівень у межах водозбору представлений переважно зандровими рівнинами з зеленомоховими і чорничниковими сосняками з домішкою дрібнолистяних порід на дерново-слабо- і середньопідзолистих ґрунтах, частково розорані. Окремими ареалами трапляються ландшафтні комплекси межирічних знижень, які зайняті осоковими луками і трав'яно-сфагновими болотами на торф'яно-болотних ґрунтах і торфовищах, які наразі частково осушені [6, 14].

У басейні річки Згар в межах Східного Поділля нараховується 17 об'єктів і територій природно-заповідного фонду (ПЗФ), площею 3167,65 га. Рівень заповідності басейну річки Згар в межах Східного Поділля становить 2,7%. З-поміж усіх об'єктів ПЗФ на території водозбору розташовані: 4 заказники (1 загальнодержавного значення і 3 місцевого значення); 10 пам'яток природи (1 загальнодержавного значення і 9 місцевого значення); 1 парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва (загальнодержав-

ного значення); 2 заповідні урочища (рис. 1 і табл. 1) [4, 13].

Частка площі природно-заповідних територій від площі водозбору становить 2,7%. Щільність об'єктів ПЗФ у басейні річки Згар становить 0,92 об'єкта/100 км². Цей показник один з вищих від середнього по Східному Поділля (0,92), але нижчий, ніж середній по Україні (1,16).

Контрастність пейзажу виражається поєднанням різних природних сфер: вода і суходіл, рівнина і височина, ліс тощо. Басейн річки Згар має рівнинну поверхню знаходиться в одній природній лісостеповій зоні. Такі природні умови не сприяють контрастності пейзажу. Проте для досліджуваного водозбору характерне чергування лісових і лучних масивів з водними плесами річок і ставків, що певною мірою урізноманітнює вигляд ландшафтів.

Усього в межах басейну річки Згар нараховують 8 видів ландшафтів [6], що складає 39% від усіх видів природно-територіальних комплексів, виділених у межах Східного Поділля. Однак, на водозборі немає жодного виду ландшафту, який би не траплявся на інших



Рис. 1. Просторове поширення об'єктів і територій природно-заповідного фонду басейну річки Згар в межах Східного Поділля

Джерело: [4; 12].

Таблиця 1
Перелік територій та об'єктів природно-заповідного фонду басейну річки Згар в межах Східного Поділля

№ п/п	Назва об'єкта ПЗФ	Тип	Площа, га	Адміністративне розташування та місцезнаходження об'єкта ПЗФ (район, сільрада, територіальна громада, село, лісгосп, лісництво, квартали, виділи)	Назва підприємства, організації, установи – землекористувача (землевласника) у віданні якого знаходиться об'єкт ПЗФ	Рішення, згідно якого створено (оголошено) даний об'єкт ПЗФ, змінено його, площу тощо
ТЕРИТОРІЇ ТА ОБ'ЄКТИ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ ЗАГАЛЬНОДЕРЖАВНОГО ЗНАЧЕННЯ						
ЗАКАЗНИКИ:						
1	Згарський	Загально-зоологічний	3018,7	<i>Жмеринський район:</i> Жмеринська міська територіальна громада (с. Лисогірка, с. Почапинці), <i>Вінницький район:</i> Літинська селищна територіальна громада (с. Багринівці, с. Бірків, с. Горбівці), Якушинецька сільська територіальна громада (с. Микулинці)	Лисогірська с/р — 59,5 га Почапинецька с/р — 716,1 га Багриновецька с/р — 499,8 га Бірківська с/р — 618,3 га Горбовецька с/р — 366,1 га Микулинська с/р — 154,3 га Літинський виробничий рибцех — 444,8 га Літинський торфо-завод — 150,0 га Служба автомобільних доріг у Вінницькій області — 9,8 га (не переоформлено)	Указ Президента України від 21.02.02 № 167/2002
Разом заказників			1	3018,7		
ПАМ'ЯТКИ ПРИРОДИ:						
1	Урочище “Дубина”	Зоологічна	29	<i>Вінницький район:</i> Літинська селищна територіальна громада, Літинське лісництво, кв. 23, вид. 1	Філія “Вінницьке лісове господарство” ДСГП “Ліси України” (в м. міулому — ДП “Хмільницький ДЛП”)	Розпорядження Ради Міністрів УРСР від 14.10.1975 № 780-р
Разом пам'яток природи			1	29		
ПАРКИ-ПАМ'ЯТКИ САДОВО-ПАРКОВОГО МИСТЕЦТВА						
1	Чернятинський парк	Парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва (ППСПМ)	31	<i>Жмеринський район:</i> Северинівська сільська територіальна громада	ВСП “Чернятинський фаховий коледж Вінницького національного аграрного університету” (не переоформлено)	Постанова Держком-природи УРСР від 30.08.90 № 18
Разом ППСПМ			1	31		
Всього загальнодержавного значення			3	3078,7		

Продовження таблиці 1

№ п/п	Назва об'єкта ПЗФ	Тип	Площа, га	Адміністративне розташування та місцезнаходження об'єкта ПЗФ (район, сільрада, територіальна громада, село, лісгосп, лісництво, квартали, виділи)	Назва підприємства, організації, установи – землекористувача (землевласника) у віданні якого знаходиться об'єкт ПЗФ	Рішення, згідно якого створено (оголошено) даний об'єкт ПЗФ, змінену його, площу тощо
ТЕРИТОРІЇ ТА ОБ'ЄКТИ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ МІСЦЕВОГО ЗНАЧЕННЯ						
ЗАКАЗНИКИ:						
1	“Калинівський”	Лісовий	11	Хмельницький район: Калинівська міська територіальна громада, Калинівське лісництво, кв. 122 вид. 2	Філія “Вінницьке лісове господарство” ДСГП “Ліси України”	Рішення облвиконкому від 29.08.1984 № 371
2	“Сосновий бір”	Лісовий	17,7	Хмельницький район: Калинівська міська територіальна громада, Медвідське лісництво (в минулому — Калинівське лісництво), кв. 104 вид. 1–10	філія “Вінницьке лісове господарство” ДСГП “Ліси України”	Рішення облвиконкому від 29.08.1984 № 371
3	“Горбовецький”	Гідрологічний	5	Вінницький район: Літинська селищна територіальна громада (с. Горбівці, західніше села)	Літинська селищна територіальна громада (в минулому Горбовецька сільська рада) (не переоформлено)	Рішення облвиконкому від 18.08.1983 № 384
Разом заказників			3	33,7		
ПАМ'ЯТКИ ПРИРОДИ:						
1	Алея дуба червоного	Ботанічна	1	Жмеринський район: Барська міська територіальна громада (с. Підлісний Ялтушків)	Барська міська територіальна громада (с. Підлісний Ялтушків)	Рішення облвиконкому від 29.08.1984 № 371
2	Вікові дуби	Ботанічна	0,07	Жмеринський район: Жмеринська міська територіальна громада (в минулому — Коростовецька с.р), Жмеринське лісництво, кв. 60 вид. 6	ДП “Жмеринський ДЛП” (не переоформлено)	Рішення облвиконкому від 14.05.1964 № 187 та облради 9 сесії
3	Кедр сибірський	Ботанічна	0,01	Жмеринський ра-йон: Станіславчицька сільська територіальна громада (в минулому — Носківецька сільська рада) с. Носківці	Носківецька СШ (не переоформлено)	Рішення облвиконкому від 29.08.1984 № 371

Продовження таблиці 1

№ п/п	Назва об'єкта ПЗФ	Тип	Площа, га	Адміністративне розташування та місцезнаходження об'єкта ПЗФ (район, сільрада, територіальна громада, село, лігосп, лісництво, квартали, виділи)	Назва підприємства, організації, установи – землекористувача (землевласника) у віданні якого знаходиться об'єкт ПЗФ	Рішення, згідно якого створено (оголошено) даний об'єкт ПЗФ, змінено його, площу тощо
4	Бук червонолистий	Ботанічна	0,01	<i>Жмеринський район:</i> Станіславчицька сільська територіальна громада (в минулому — Носківецька сільська рада) с. Носківці	Носківецька СПП (не переоформлено)	Рішення облвиконкому від 29.08.1984 № 371
5	Ясен плакучий	Ботанічна	0,01	<i>Жмеринський ра-йон:</i> Станіславчицька сільська територіальна громада (в минулому — Носківецька сільська рада) с. Носківці	Носківецька СПП (не переоформлено)	Рішення облвиконкому від 29.08.1984 № 371
6	Бук плакучий	Ботанічна	0,01	<i>Жмеринський район:</i> Станіславчицька сільська територіальна громада (в минулому — Носківецька сільська рада) с. Носківці	Носківецька СПП (не переоформлено)	Рішення облвиконкому від 29.08.1984 № 371
7	Літинська дброва	Ботанічна	4,3	<i>Вінницький район:</i> Літинська селищна терито- ріальна громада (в минуло- му — Соснівська сільська рада), Літинське лісництво, кв. 52 вид. 1	Філія “Вінницьке лісове господарство” ДСПП “Ліси України” (в минулому — ДП “Хмільницький ДЛП”)	Рішення облвиконкому від 29.08.1984 № 371
8	Група дерев “Дипи вікові”	Ботанічна	0,04	<i>Жмеринський район:</i> Жмеринська міська територіальна громада (в минулому — Рівська с/р)	Жмеринська міська територіальна громада (в минулому Рівська с.р.) (не переоформлено)	Рішення 5 сесії Вінницької обласної Ради 6 скликання від 29.04.2011 № 104
9	Боброве поселення (3 сім'ї)	Загально- зоологічна	2	<i>Хмільницький район:</i> Калинівська міська територіальна громада (в минулому — Мізяківська с.р. (ділянка р. Згар біля с. Мізяків)	Калинівська міська територіальна громада (в минулому Мізяківська с.р.) (не переоформлено)	Рішення облвиконкому від 29.08.1984 № 371
Разом пам'яток природи		9	7,45			

Закінчення таблиці 1

№ п/п	Назва об'єкта ПЗФ	Тип	Площа, га	Адміністративне розташування та місцезнаходження об'єкта ПЗФ (район, сільрада, територіальна громада, село, лісгосп, лісництво, квартали, виділи)	Назва підприємства, організації, установи – землекористувача (землевласника) у віданні якого знаходиться об'єкт ПЗФ	Рішення, згідно якого створено (оголошено) даний об'єкт ПЗФ, змінено його, площу тощо
ІНШІ КАТЕГОРІЇ						
1	Літинське	Заповідне урочище	7,1	Вінницький район: Літинська міська територіальна громада (в минулому — Соснівська сільська рада), Літинське лісництво, кв. 28 вид. 1	Філія “Вінницьке лісове господарство” ДСП “Ліси України” (в минулому — ДП “Хмільницький ДЛП”)	Рішення обласного від 29.08.1983 № 384 та від 29.08.1984 № 371
2	Літинська дача	Заповідне урочище	40,7	Вінницький район: Літинська міська територіальна громада (в минулому — Соснівська сільська рада), Літинське лісництво, кв. 50 вид. 7	Філія “Вінницьке лісове господарство” ДСП “Ліси України” (в минулому — ДП “Хмільницький ДЛП”)	Рішення обласного від 29.08.1983 № 384 та від 29.08.1984 № 371
РАЗОМ		2	47,8			
Всього місце-вого значення		14	88,95			
Всього об'єктів і територій ПЗФ		17	3167,65			

територіях регіону. Ця обставина знижує рівень унікальності пейзажів досліджуваної території. Разом з тим, не можна нехтувати неповторністю природних об'єктів і явищ, які мають місце на територіях природно-заповідного фонду. Унікальними є десятки рукавів річки Згар в оточенні заплавних і прибережних лісових екосистем у лісових заказниках місцевого значення “Сосновий бір” і “Калинівський”, а також в загальнозоологічному заказнику загальнодержавного значення “Згарський”. Тут трапляються лісові насадження з сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) і берези повислої (*Betula pendula* Roth.) з підліском з чагарникових видів. Природна лісова рослинність представлена угрупованнями вільхи чорної (*Alnus glutinosa* L.) у заплаві. Наявність різних екоотопів і мозаїчність рослинного покриву (великих площ зайнятих лісовою, лучною, лучно-болотною і болотно-чагарниковою рослинністю), де зростає понад 250 видів вищих судинних рослин, створюють передумови для великого розмаїття тваринного світу. За результатами дослідження фауна хребетних тварин підтримує існування понад 120 видів, які належать до 5 класів: земноводних (6 видів), плазунів (4 види), птахів (97 видів) і ссавців (13 видів). Серед них особливо багато водоплавних і навколотовних птахів, котрі тут гніздяться, зупиняються під час міграцій, зимують, оскільки басейн річки Згар знаходиться в зоні Галицько-Слобожанського природного широтного екологічного коридору національної екомережі. Важливим є те, що переважна більшість відзначених на території басейну хребетних входить до різноманітних міжнародних і національних зоологічних списків: 88 видів — до додатку II Бернської конвенції про охорону дикої флори і фауни та природних середовищ існування в Європі (1979), 9 видів —

до ЧКУ (2009), 3 види — до ЄЧС (1991). Велику групу складають і аборигенні види [4, 9, 12].

Сприятливим чинником для розвитку рекреації і туризму у басейні річки Згар є наявність лісових масивів (40,16% території водозбору) та значна кількість гідрологічних об'єктів. Відпочинок “на природі” сприяє зміцненню здоров'я, забезпечує відновлення психоемоційних і фізичних сил людини. Однак до чинників, які певною мірою обмежують розвиток рекреаційного освоєння природно-заповідних територій водозбору, можна віднести клімат і заболоченість території. Адже басейн річки характеризується як територія надмірного зволоження та відносно низьких температур (2 бали із 5 можливих) [14]. Заболоченість території (у басейні цей показник становить 6,1%) відчутно лімітує рекреацію. Однак, з іншого боку заболоченість є об'єктами любительських промислів і пізнавальної рекреації, оскільки мають багатий рослинний і тваринний світ, не спотворений ще до кінця діяльністю людини.

Основними екологічними проблемами природоохоронних територій басейну річки Згар є наслідки здійснення меліоративно-осушувальних заходів безпосередньо на водозборі та на суміжних територіях. Це призвело до значної зміни ландшафтної структури долини річки Згар — зникнення торфово-болотних природних фітоценозів і утворенню на їхньому місці нестійких антропогенних ландшафтних комплексів.

ВИСНОВКИ

У басейні річки Згар в межах Східного Поділля розташовано 17 об'єктів природно-заповідного фонду, площею 3167,65 га. Рівень

заповідності складає 2,7%, що менше в 10 разів, згідно обґрунтованої науковцями норми та вимог ЄС. Близько половини заповідних об'єктів є екологічно не стабільними, оскільки їхня площа менша 50 гектарів. Вони не виконують функцію біоцентрів для збереження біорізноманіття. Найбільша кількість об'єктів природно-заповідного фонду зосереджена в північній і центральній частинах басейну. У той же час, у південній (верхній) частині водозбору, де частка лісів і боліт значно менша, спостерігається більша кількість водотоків І-го порядку (за класифікацією Філософова-Стралера), а також більша площа населених пунктів і густота автомобільних шляхів, що призводить до найменшої концентрації природно-заповідних територій. Таку ситуацію не можна вважати сприятливою для збереження екосистем басейну. Тому пропонуємо створити національний природний парк “Центральне Поділля”, враховуючи басейновий принцип управління.

Підсумовуючи вищезазначене слід відмітити, що природно-заповідні об'єкти і території басейну річки Згар виконують роль скарбниці унікальних і типових ландшафтів Східного Поділля. Вони можуть слугувати базами для досліджень еталонних природних комплексів, виступаючи своєрідними “живими лабораторіями”, і мають необхідні кількісні та якісні характеристики для залучення в туристично-рекреаційну сферу. Отже, раціональне використання об'єктів природно-заповідного фонду сприятиме не лише відновленню біорізноманіття Східного Поділля, але й забезпечить належне рекреаційне освоєння території з вигодами в пізнавальному, естетичному і економічному планах для реалізації цілей сталого розвитку територіальних громад регіону.

ЛІТЕРАТУРА

1. Водні ресурси та якість річкових вод басейну Південного Бугу / За ред. В.К. Хільчевського. К.: Ніка-центр, 2009. 184 с.
2. Гавриков Ю.С. Реєстр річок Вінницької області. Довідковий посібник. Вінн.: Басейнове управління водних ресурсів річки Південний Буг, 2018. 28 с.
3. Екологічна безпека Вінниччини [Монографія]. За заг. ред. Олександра Мудрака. Вінниця: ВАТ “Міська друкарня”. 2008. 456 с.
4. Еталони природи Вінниччини: монографія / О.В. Мудрак, Г.В. Мудрак, В.М. Поліщук та ін.; за заг. ред. О.В. Мудрака. Вінниця: ТОВ “Консоль”, 2015. 540 с.
5. Закон України “Про природно-заповідний фонд України” № 2456-ХІІ від 16.06.1992 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2456-12> (дата звернення 10.12.2024)
6. Маринич О.М., Шищенко П.Г. Фізична географія України: підручник. К.: Знання, 2005. 511 с.
7. Мудрак О.В., Мудрак Г.В. Заповідна справа: навч. посіб. для студентів галузі знань 10 “Природничі науки”. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2020. 640 с.
8. Мудрак О.В. Екологія. Навчальний посібник. Вінниця: ВАТ “Міська друкарня”, 2011. 520 с.
9. Мудрак О.В., Матвійчук О.А., Мудрак Г.В., Матвеев М.Д., Дребет М.В., Осадчук І.С., Ганчук М.М. Раритети тваринного світу Поділля: стан, загрози, збереження. Монографія / За заг. ред. О.В. Мудрака. Вид. 2-е, випр. і допов. Вінниця: ТОВ “Консоль”, 2018. 594 с.
10. Мудрак О.В., Мудрак Г.В., Серебряков В.В., Щерблюк А.Л., Клочанюк В.В. Обґрунтування створення національного природного парку “Центральне Поділля”. *Агроєкологічний журнал*. 2021. № 2. С. 87–100. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2021.234462>

11. Мудрак О.В., Хаєцький Г.С., Мудрак Г.В., Серебряков В.В., Шевченко І.А. Унікальні водні антропогенні ландшафти Поділля як перспективні заповідні об'єкти. *Збалансоване природокористування*. 2022. № 3. С. 104–115. DOI: 10.33730/2310-4678.3.2022.266564
12. Мудрак О., Овчинникова Ю. Созологічна оцінка біотичного різноманіття Східного Поділля в контексті стратегії сталого розвитку регіону. *Науковий вісник Вінницької академії безперервної освіти. Серія "Екологія. Публічне управління та адміністрування"*. Вип. 2. 2022. С. 8–21. DOI <https://doi.org/10.32782/2786-5681-2022-2.02>
13. Управління розвитку територій та інфраструктури Вінницької ОДА. <https://www.vin.gov.ua/upr-ter> (дата звернення 10.12.2024)
14. Хільчевський В.К., Гребінь В.В. Водні об'єкти України та рекреаційне оцінювання якості води: навчальний посібник. К.: ДІА, 2022. 240 с.
15. Mudrak O.V., Mudrak H.V., Semeniv V.S., Antoniuk Y.P., Riabokon O.V., Herasimova O.V. Environmental monitoring of the agrosphere: theory, methodology, practice. *Агроекологічний журнал*. 2024. № 3. С. 26–37. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2024.311178>
16. <https://www.buvrpb.davt.gov.ua> — Офіційний сайт Басейнового управління водних ресурсів річки Південний Буг (дата звернення 10.12.2024).

ECOLOGICAL AND GEOGRAPHICAL CHARACTERISTICS OF THE RESERVED OBJECTS OF THE ZGAR RIVER BASIN

Mudrak O.

Doctor of Agricultural Sciences, Professor
"Vinnytsia Academy of Continuing Education" (Vinnytsia, Ukraine)
e-mail: ov_mudrak@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1776-6120>

Klochaniuk V.

Postgraduate student
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: vikaklochanuyk@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4550-2085>

The article presents the ecological and geographical characteristics of the protected areas of the Zgar river basin, which covers an area of 1170 km² and belongs to the Southern Bug river basin. This is due to the need to preserve biotic and landscape diversity in the face of increasing anthropogenic pressure on various types of natural ecosystems within the basin. The studied area is distinguished by its unique natural resources, which perform important ecological, water protection and social functions. The landscape feature of the Zgar river basin is significant forest cover (40.16% of the catchment area) and wetlands (6.1%). However, intensive economic activity, which is caused by significant agricultural development of the basin, the development of residential areas and global climate change, leads to the degradation of various types of natural ecosystems and threatens the preservation of the entire unique biotic diversity of the studied region. In today's conditions, studying the state of protected areas, their impact on ecological balance, as well as determining ways to optimize environmental protection measures is an important stage in the development of strategies for the preservation of protected areas. Analysis of the ecological and geographical features of protected areas and territories of the Zgar river basin will allow assessing their potential in the context of sustainable development of territorial communities of the East-Podilskyi region, ensuring environmental stability and increasing the effectiveness of environmental protection activities.

Keywords: anthropogenic impact, nature reserve fund, natural resources, uniqueness of the territory, biotic diversity, Eastern Podillia.

REFERENCE

1. Khilchevskoho, V.K. (Eds.). (2009). *Water resources and river water quality of the Southern Bug basin*. Kyiv: Nikatsentr.
2. Havrykov, Yu.S. (2018). *Register of rivers of Vinnytsia region. Reference manual*. Vinnytsia: Baseinove upravlinnia vodnykh resursiv richky Pivdennyi Buh.
3. (Eds.). (2008). *Environmental safety of Vinnytsia region*. Vinnytsia: VAT "Miska drukarnia".
4. Mudrak, H.V., Polishchuk, V.M. & Mudrak, O.V. (Eds.). (2015). *Standards of nature of Vinnytsia region*. Vinnytsia: TOV "Konsol".
5. Law of Ukraine No. № 2456-XII "On the Nature Reserve Fund of Ukraine" (1992, June). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-12#Text>.
6. Marynych, O.M., & Shyshchenko, P.H. (2005). *Physical Geography of Ukraine*. Kyiv: Znannia.
7. Mudrak, O. V., & Mudrak, H. V. (2020). *Nature conservation: A textbook for students in the field of natural sciences*. Kherson: OLDI-PLUS.
8. Mudrak, O. V. (2011). *Ecology: A textbook*. Vinnytsia: VAT "Miska drukarnia".
9. Matviichuk, O.A., Mudrak, H.V., Matvieiev, M.D., Drebet, M.V., Osadchuk, I.S., Hanchuk, M.M. & Mudrak, O.V.

- (Eds.). (2018). *Rarytety tvarynnoho svitu Podillia: stan, zahrozy, zberezhenia*. (2nd ed). Vinnytsia: TOV "Konsol".
10. Mudrak, O.V., Mudrak, H.V., Serebriakov, V.V., Shcherbliuk, A.L., & Klochaniuk, V.V. (2021). Rationale for the creation of the Central Podillia National Nature Park. *Агроекологічний журнал. Ahroekologichnyi Zhurnal*, (2), 87–100. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2021.234462>.
 11. Mudrak, O. V., Khaietskyi, H. S., Mudrak, H. V., Serebryakov, V. V., & Shevchenko, I. A. (2022). Unique anthropogenic aquatic landscapes of podillia as prospective protected objects. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia*, (3), 104–115 DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.3.2022.266564>.
 12. Mudrak, O., & Ovchynnykova, Yu. (2022). Sozological assessment of the biotic diversity of the eastern podillya in the context of the strategy of sustainable development of the region. *Naukovyi Visnyk Vinnyts'koi Akademii Bezperervnoi Osvity. Seriya "Ekolohiia. Publichne Upravlinnia ta Administruvannia"*, (2), 8–21. DOI: <https://doi.org/10.32782/2786-5681-2022-2.02>.
 13. Vinnytsia Regional Military Administration. (n.d). Department of Territorial and Infrastructure Development of Vinnytsia Regional State Administration. Retrieved from <https://www.vin.gov.ua/upr-ter>.
 14. Khilchevskyi, V.K., & Hrebin, V.V. (2022). *Water bodies of Ukraine and recreational water quality assessment*. Kyiv: DIA.
 15. The official website of the Southern Bug River Basin Water Resources Management. (n.d). Retrieved from <https://www.buvrpb.davr.gov.ua>.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

МУДРАК Олександр Васильович, доктор сільськогосподарських наук, професор, Комунальний заклад вищої освіти "Вінницька академія безперервної освіти" (вул. Грушевського, 13, м. Вінниця, Україна, 21050; e-mail: ov_mudrak@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1776-6120>).

КЛОЧАНЮК Вікторія Василівна, аспірантка Інститут агроекології і природокористування НААН (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна, 03143; e-mail: vikaklochanuyk@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4550-2085>).

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

ВИМОГИ ДО ПОДАННЯ СТАТЕЙ

Під час подання рукопису до журналу автори повинні підтвердити його відповідність всім встановленим вимогам, вказаним нижче. В разі виявлення невідповідності поданої роботи пунктам цих вимог редакція повертатиме авторам матеріали на доопрацювання. Це подання раніше не було опубліковане і не надсиалося до розгляду редакціям інших журналів (або у коментарях для редактора нижче дані необхідні пояснення). Файл подання є документом у форматі Microsoft Word, OpenOffice, RTF. Інтернет-посилання у тексті супроводжуються повними коректними адресами URL. Текст набраний 14-м розміром кеглю з одинарним міжрядковим інтервалом; авторські акценти виділені курсивом, а не підкресленням (всюди, крім адрес URL); всі ілюстрації, графіки та таблиці розміщені безпосередньо у тексті, там, де вони повинні бути за змістом (а не у кінці документу). Текст відповідає вимогам до стилістики та бібліографії, викладеним у Керівництві для авторів розділу "Про журнал".

Якщо матеріал подається у рецензований розділ журналу, при оформленні файлу подання були виконані інструкції щодо Гарантій сліпого рецензування.

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ

Представлені для публікації статті мають бути оригінальними (раніше не опублікованими в інших виданнях), в яких висвітлено результати наукових досліджень зі статистичною обробкою даних, що мають теоретичне та/чи практичне значення, а також є актуальними, відповідати профілю журналу та мати новизну. Статті оглядового характеру приймають за авторства провідних українських та зарубіжних учених, визнаних фахівців у своїй галузі, як правило докторів наук.

Статті подають українською або англійською мовою.

До розгляду приймаються наукові статті обсягом від 10 до 20 сторінок, включаючи анотації, таблиці, рисунки та бібліографічні списки. Якщо стаття містить вагомні наукові результати, за рішенням редакційної колегії її обсяг може бути збільшено. Формат паперу — A4, орієнтація — книжкова, поля з усіх сторін — 20 мм, міжрядковий інтервал — 1,5, кегль шрифту — 14, гарнітура — Times New Roman, абзац — 1,25 см (не допускається створення абзацного відступу за допомогою клавіші

Tab і знаків пропуску); текст вирівнюється по ширині. Обов'язковим є використання в тексті тире, а не дефіса між цифрами на означення кількісних меж від ... до ... (напр., 3–5 га) або часового інтервалу (напр., 2010–2015 рр.).

Структура статті:

- Тематична рубрика (напр., "Економіка", "Екологія", "Агрономія", "Лісове господарство").
- Індекс УДК (вирівнювання відповідно до лівого краю).
- Назва статті українською мовою (вирівнювання по центру, напівжирний шрифт, великі літери).
- Ініціали та прізвище авторів (вирівнювання по центру, напівжирний шрифт), науковий ступінь і вчене звання, місце роботи/навчання (із вказанням країни, міста), адреса електронної пошти для кожного співавтора, код ORCID ID автора (вирівнювання по центру, курсив).
- Анотація (українська мова, обсяг 200–250 слів (1800–2000 знаків з пробілами), курсив) Анотація повинна бути інформативною і змістовною. Має відображати вихідні дані, методологію та результати проведення досліджень, висновки та сферу застосування результатів. Будь ласка, не використовуйте невизначені скорочення або не вказані посилання.
- Ключові слова (5–10 слів), жодне з яких не дублює слова з назви статті.
- Текст статті із урахуванням необхідних елементів (наведені нижче).
- Література.
- References.
- Анотація (не менше 2000 знаків) та ключові слова англійською мовою.
- Відомості про авторів (розширені) українською мовою.

Текст статті з відображенням у ній обов'язкових елементів згідно з вимогами МОН України має таку послідовність:

ВСТУП (постановка проблеми). Повинен містити актуальність наукової проблеми, наводяться відомі в світовій літературі факти із зазначенням ще невирішених аспектів питання. Завершується вступ характеристикою мети роботи — "виявити...", "охарактеризувати...", "з'ясувати...", "описати..."

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ, повинен розкрити стан досліджень проблеми у вітчизняній і світовій науковій літературі, включаючи посилання на статті у провідних вітчизняних і міжнародних фахових журналах (не менше 10) за останні 5 років.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Наводиться детальне викладення методів і методик з посиланням на першоджерело (схеми дослідів, повторність, методи лабораторного аналізу, методи статистичної обробки).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ. Викладення результатів має зводитись не до переказу змісту таблиць і рисунків, а до визначення обґрунтованих закономірностей. В обговоренні результатів слід висвітлити причинно-наслідкові зв'язки між одержаними ефектами, порівняти одержані дані.

ВИСНОВКИ з проведеного дослідження (підсумки дослідження і перспективи подальших розвідок у цьому напрямі; висновки мають відповідати меті).

ЛІТЕРАТУРА. У статті має бути наведено не менше ніж 10–15 джерел (оформлення відповідно до ДСТУ 8302:2015). Посилання на використані в тексті джерела робляться за зразком: [2], декілька джерел відділяються крапкою з комою [1; 4–6].

REFERENCES. Бібліографічний опис у романській абетці, який здійснюється відповідно до стандарту APA (American Psychological Association).

Оглядова стаття може мати будь-яку кількість розділів із будь-якими назвами. Висновок обов'язковий.

Таблиці (Excel або Word, кегль 12) розміщуються у тексті відразу після його першого подання. Вони повинні бути згадані і пронумеровані послідовно (напр., табл. 1). Назви таблиць (напівжирний шрифт, кегль 14, вирівнювання по центру), що надають інформаційний заголовок розташовані у верхній їх частині, а порядковий номер зліва перед назвою. Кожен стовпець повинен мати коротку назву. Таблиці будуть відтворені у журналі, як представлено в остаточному поданні. Подробиці статистики та опису слід розміщувати під таблицею в якості виноски. Використовуйте зірочки для значень значущості та інших статистичних даних.

Рисунок повинен бути єдиним графічним об'єктом і згрупованим; мати номер і назву, що вказується поза об'єктом (кегль шрифту — 14, напівжирний, міжрядковий інтервал — 1, розміщення по ширині).

Розташування рисунку має бути в тексті. Рисунки повинні бути згруповані та виконані в чорно-білому форматі (лише книжний). Букви і символи повинні бути пояснені у підписі, і тільки у виняткових випадках — на малюнку. Підписи рисунків повинні бути доступні для редагування. Якість ілюстрацій повинна забезпечувати їхнє чітке відтворення. Графічні матеріали не повинні бути сканованими.

На всі рисунки й таблиці давати посилання в тексті. Усі рисунки мають супроводжуватися підписаними підписами, а таблиці повинні мати заголовки.

Не можна посилатися на національні стандарти, технічні умови, підручники, навчальні посібники та іншу ненаукову літературу. Посилання на патенти доцільно робити у тексті статті, вказавши лише номер та назву патенту, не зазначаючи у списку джерел.

Формули (зі стандартною технічною нумерацією) мають бути виконані в редакторі Microsoft Equation. Всі формули повинні бути вказані у тексті і пронумеровані послідовно: наприклад, (1). Цифри та підписи формул повинні бути хорошої якості, а також доступні для редагування.

Після списку використаних джерел надається відомість про автора (-ів) українською мовою: прізвище, ім'я, по батькові повністю; науковий ступень, вчене звання кожного автора; повна назва організації — місця роботи/навчання, із наведенням повної поштової адреси; адреса електронної пошти та телефон для кожного автора (зазначити для контактування); ORCID (за наявності) для кожного автора.

У наступному блоці інформація англійською мовою — відомість про автора, назва статті, анотація (більш розширена), ключові слова. Анотація має відображати вихідні дані, предмет, мету дослідження, метод або методологію проведення роботи, результати роботи, висновки та сферу застосування результатів. Переклад матеріалів, що подаються англійською мовою, повинен бути виконаний або відредагований професійним перекладачем. Комп'ютерний переклад не допускається. Якщо текст статті англійською мовою виконано не професійно, потребує значного обсягу редагування, він може бути повернений автору на доопрацювання або відхилений від публікації.

Згідно зі стандартами міжнародних систем цитування, автори статей також мають подавати список використаних джерел (References) відповідно до вимог APA (American Psychological Association). У випадку, якщо стаття підготовлена українською мовою, реферат українською мовою розміщується на початку статті, а далі наводиться її англійський варіант. У разі підготовки статті англійською мовою, послідовність розміщення рефератів — протилежна.

Всі автори мають підписати статтю на останній сторінці.

Рукопис необхідно надіслати у вигляді одного файлу у форматі Microsoft Word на адресу:

nature_us@ukr.net.

Телефон редакції: (044) 522-33-36.

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ АГРОЕКОЛОГІЇ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

