

Виходить чотири рази на рік

## ЗАСНОВНИКИ

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

**Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України»**

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

АДРЕСА РЕДАКЦІЇ:

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

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

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

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

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

**Журнал друкується і поширюється через мережу Інтернет  
за рішенням вченої ради Інституту агроекології і природокористування НААН  
(протокол № 1 від 14 лютого 2022 р.)**

**Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 23578-13418 ПР від 27.09.2018.**

---

---

Підписано до друку 23.05.2022 р. Формат 70×100/16. Друк офсетний.  
Ум. друк. арк. 12,26. Наклад 250 прим. Зам. № АЕ-01–22.  
Оригінал-макет та друк ТОВ «ДІА». 03022, Київ-22, вул. Васильківська, 45

---

---

# АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ ЖУРНАЛ

---

---

1 • 2022



КИЇВ • 2022

## EDITORIAL BOARD

### Editor-in-chief

**FURDYCHKO O.**, Doctor of Economic and Agricultural Science, Professor,  
Full member of NAAS

### Executive Secretary

**SHUMYHAI I.**, Candidate of Agricultural Science

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

## РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Головний редактор

**ФУРДИЧКО О.І.**, доктор економічних і сільськогосподарських наук,  
професор, академік НААН

Відповідальний секретар

**ШУМИГАЙ І.В.**, кандидат сільськогосподарських наук

**БУДЗАНІВСЬКА І.Г.**,

*д-р біол. наук, проф. (Київ)*

**БУШТРУК М.В.**,

*канд. с.-г. наук, доцент (Біла Церква)*

**ВИСОЧАНСЬКА М.Я.**,

*д-р екон. наук, ст. досл. (Київ)*

**ВОВК Н.І.**,

*д-р с.-г. наук, проф. (Київ)*

**ГУДКОВ І.М.**,

*д-р біол. наук, проф., акад. НААН (Київ)*

**ДЕМ'ЯНИЮК О.С.**,

*д-р с.-г. наук, проф., чл.-кор. НААН (Київ)*

**ДОБРЯК Д.С.**,

*д-р екон. наук, проф., чл.-кор. НААН (Київ)*

**ДРЕБОТ О.І.**,

*д-р екон. наук, проф., акад. НААН (Київ)*

**ЕГОРОВА Т.М.**,

*д-р с.-г. наук, доцент (Київ)*

**КОНІЩУК В.В.**,

*д-р біол. наук, проф. (Київ)*

**КОПІЙ Л.І.**,

*д-р с.-г. наук, проф. (Львів)*

**КОСТЕНКО С.О.**,

*д-р біол. наук, проф. (Київ)*

**ЛІСОВИЙ М.М.**,

*д-р с.-г. наук, проф. (Київ)*

**МУДРАК О.В.**,

*д-р с.-г. наук, проф. (Вінниця)*

**НАГОРНЮК О.М.**,

*канд. с.-г. наук, доцент (Київ)*

**ПАЛАПА Н.В.**,

*д-р с.-г. наук, старш. наук. співроб. (Київ)*

**ПАРФЕНЮК А.І.**,

*д-р біол. наук, проф. (Київ)*

**СИМОЧКО Л.Ю.**,

*канд. біол. наук, доцент (Ужгород)*

**СИЧОВ М.Ю.**,

*д-р с.-г. наук, проф. (Київ)*

**СОЛОМАХА В.А.**,

*д-р біол. наук, проф. (Київ)*

**ТАРАРІКО О.Г.**,

*д-р с.-г. наук, проф., акад. НААН (Київ)*

**ТЕРТИЧНА О.В.**,

*д-р біол. наук, старш. наук. співроб. (Київ)*

**ТКАЧ Є.Д.**,

*канд. біол. наук, ст. досл. (Київ)*

**ЧОБОТЬКО Г.М.**,

*д-р біол. наук, проф. (Київ)*

**ШЕРСТОБОЄВА О.В.**,

*д-р с.-г. наук, проф. (Київ)*

**ШЕРШУН М.Х.**,

*д-р екон. наук, доцент (Київ)*

**ШКУРАТОВ О.І.**,

*д-р екон. наук, проф. (Київ)*

**ЮХНОВСЬКИЙ В.Ю.**,

*д-р с.-г. наук, проф. (Київ)*

**ВАЛАТ В.**,

*д-р педаг. наук, проф. (Республіка Польща)*

**КОВАЛЬСЬКА А.**

*д-р інж.-техн. наук, доцент (Республіка Польща)*

**СОБЧИК В.**,

*д-р с.-г. наук, проф. (Республіка Польща)*

**ЙОШІХІКО ОКАБЕ,**

*д-р екон. наук, проф. (Японія)*

- Дребот О.І., Добряк Д.С., Мельник П.П.**  
Наукові основи земельно-технологічного паспорту сільськогосподарського підприємства
- Бойко О.В., Гончар О.Ф., Гавриш О.М., Небиліца М.С., Осокіна Т.Г.**  
Шляхи зменшення впливу об'єктів тваринництва на навколишнє природне середовище
- Красовський В.В., Федько Р.М., Черняк Т.В.**  
Життєві форми субтропічних рослин та їх модифікація за умови інтродукції в Лісостепу України
- Мудрак О.В., Магдійчук А.П.**  
Екологічні особливості флористичної структури девастрованих земель Правобережного Лісостепу України
- Соломаха І.В., Тимочко І.Я., Постойенко В.О., Соломаха В.А.**  
Нектароносні та пилюконосні рослини у лісових насадженнях Середнього Лісостепового Придніпров'я
- Ковалів О.І.**  
Основні засади емерджентності системи проявлення прав власності українського народу на землю та її природні ресурси
- Пасічник Н.А., Тараріко О.Г., Ясінська Н.О., Опришко О.О.**  
Міське сільське господарство — як складова концепції енергоефективної громади
- Палапа Н.В., Гончар С.М.**  
Екологічні ризики, пов'язані із сільськогосподарською діяльністю людини
- Давидюк Г.В., Шкарівська Л.І., Клименко І.І., Довбаш Н.І., Дем'янюк О.С.**  
Еколого-агрохімічна оцінка стану агроландшафтів Івано-Франківської обл.
- 6 Drebot O., Dobriak D., Melnyk P.**  
Scientific fundamentals of land technological passport of agricultural enterprise
- 13 Boyko O., Honchar O., Havrysh O., Nebilitsa M., Osokina T.**  
Ways to reduce the impact of livestock facilities on the environment
- 23 Krasovsky V., Fedko R., Chernyak T.**  
Life forms of subtropical plants and their modification under conditions of introduction in the Forest Steppe of Ukraine
- 32 Mudrak O., Mahdiichuk A.**  
Ecological features of floristic structure of devastated lands of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine
- 38 Solomakha I., Tymochko I., Postoienko V., Solomakha V.**  
Nectaronous and pollonous plants in forest plantations of the Middle Forest-Steppe of Prydniprovya
- 46 Kovaliv O.**  
Basic principles of emergency of the system of protection of property rights of the Ukrainian people to land and its natural resources
- 58 Pasichnyk N., Tarariko O., Yasinska N., Opryshko O.**  
Urban agriculture as a component of the concept of energy efficient community
- 68 Palapa N., Honchar S.**  
Environmental risks associated with human agricultural activity
- 81 Davydiuk H., Shkarivska L., Klymenko I., Dovbash N., Demyanyuk O.**  
Ecological and agrochemical assessment of the state of agricultural landscapes in Ivano-Frankivsk region

**Польовий В.М., Яценко Л.А.,  
Ровна Г.Ф., Колесник Т.М.**

Еколого-економічні аспекти вирощування сільськогосподарських культур на дерново-підзолистому ґрунті Західного Полісся України

**Бородай В.В., Косовська Н.А.,  
Парфенюк А.І., Тертична О.В.**

Вплив біопрепаратів ФітоХелп і МікоХелп на мікробіоту ґрунту за вирощування сої (*Glycine max* (L.) Merr.)

**Безноско І.В., Горган Т.М.,  
Туровник Ю.А., Мостов'як І.І.,  
Мудрак В.О.**

Патогенна мікобіота насіння зернових культур за впливу різних технологій вирощування

**Приведенюк Н.В., Трубка В.А.,  
Глущенко Л.А.**

Продуктивність алтеї лікарської (*Althaea officinalis* L.) за використання регуляторів росту та краплинного зрошення

**Нагорнюк О.М., Матковська С.І.,  
Матвійчук Б.В., Іщук О.В.,  
Світельський М.М.**

Екологічна оцінка застосування регуляторів росту рослин в умовах закритого ґрунту за вирощування сіянців сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.)

**Левішко А.С., Гуменюк І.І., Ткач Є.Д.,  
Терновий Ю.В., Кравчук Ю.А.**

Ефективність використання нових штамів *Rhizobium* на посівах бобових культур

91 **Polovyi V., Yashchenko L.,  
Rovna H., Kolesnyk T.**

Ecological and economic aspects of certain agricultural crops cultivation on sod-podzolic soil of Western Polissya of Ukraine

99 **Borodai V., Kosovska N.,  
Parfenyuk A., Tertychna O.**

Effect of PhytoHelp and MycoHelp bio-preparations on the soil microbiotes for soybean growing (*Glycine max* (L.) Merr.)

110 **Beznosko I., Gorgan T.,  
Turovnik Yu., Mostoviak I.,  
Mudrak V.**

Pathogenic mycobiot of seeds of cereal crops under the influence of different growing technologies

121 **Pryvedeniuk N., Trubka V.,  
Hlushchenko L.**

Productivity of *Althaea officinalis* L. when using growth regulators and drop irrigation

128 **Nagorniuk O., Matkovska S.,  
Matviychuk B., Ishchuk O.,  
Svitelsky M.**

Influence of plant growth regulators on Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedling growing in the conditions of closed soil

136 **Levishko A., Gumeniuk I., Tkach Ye.,  
Ternovyi Yu., Kravchuk Yu.**

Efficiency of using new *Rhizobium* strains on legume crops

## НЕКРОЛОГ

Пам'яті Т.Ф. Урушадзе

Реферати

Відомості про авторів

Правила для авторів

## OBITUARY

145 In memory of T.F. Urushadze

147 Abstract

155 Information about the authors

159 Rules for the authors

# НАУКОВІ ОСНОВИ ЗЕМЕЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПАСПОРТА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПІДПРИЄМСТВА

О.І. Дребот, Д.С. Добряк, П.П. Мельник

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

*e-mail: drebot\_oksana@ukr.net; ORCID: 0000-0003-2681-1074*

*e-mail: dobraykds@gmail.com; ORCID: 0000-0002-2360-3520*

*e-mail: melnikpp@ukr.net; ORCID: 0000-0002-6083-677X*

*У статті висвітлено сутність і поняття, складено і зміст земельно-агротехнологічного паспорта сільськогосподарського підприємства, як наукової основи еколого-безпечного та економічно ефективного використання земель, забезпечення відповідної продуктивності ґрунтового покриву, захисту його від деградаційних процесів. В основу еколого-безпечного використання земель підприємства покладено продуктивність ґрунтів для вирощування основних сільськогосподарських культур у межах зони їх розміщення, яка виражається ступенем відповідності властивостей ґрунтів агропробних матеріалів обґрунтовується і показується ґрунтово-технологічна характеристика полів сівозмін, картограма агрохімічної характеристики ґрунтів, обмеження прав власності та користування землею. Паспорт слугуватиме надійним правовим документом щодо контролю за раціональним використанням і охороною земель сільськогосподарського підприємства. За формування сівозмін враховуються показники придатності ріллі для вирощування наявних сільськогосподарських культур, дані бонітування ґрунтів, а також існуючу виробничу і соціальну інфраструктуру. В таблицях до проєктування надається експлікація земель відповідно до сівозмін і сіножатей, пасовищ. Доведено, що активізація розвитку деградаційних процесів призвела до нехтування питаннями екологічної придатності земель для вирощування певних видів сільськогосподарських культур, зокрема необґрунтоване збільшення площ просяпаних найбільш виснажливих культур. У результаті знижуються найродючіші шари ґрунту, втрачається його найважливіша складова — гумус, погіршуються фізичні та фізико-хімічні властивості. Визначено, що метою розроблення земельно-агротехнологічного паспорта є, насамперед, надання допомоги сільськогосподарським підприємствам у виборі подальшого напрямку ефективного і еколого-безпечного використання земель у нових екологічних умовах.*

**Ключові слова:** аграрний сектор, землевпорядкування, еколого-безпечне використання земель, механізм, техногенне навантаження.

## ВСТУП

Надмірне навантаження на земельні угіддя, яке відбувається особливо в останні десятиліття, спричинило і зумовлює активізацію розвитку негативних процесів, а саме — ерозійних, забруднення важкими металами і, що дуже небезпечно, вірусним забрудненням як ґрунтового покриву, так і карантинних бур'янів, які виступають як резервуари вірусного розповсюдження.

Поширеність хвороб вірусної етіології як серед людей, так і в агро- та біоценозах України, як і всієї Земної кулі, останнім часом набуває дедалі загрозливіших форм

і сумніших наслідків. Вірусні хвороби зумовлюють до погіршення здоров'я населення, завдають значних збитків у сільському господарстві завдяки зниженню виходу продукції та погіршення її якості. У той самий час, на сьогодні, не існує надійних лікувальних засобів для боротьби з вірусними інфекціями, що пов'язано з особливістю біології їх збудників.

Україна, будучи державою з розвинутим аграрним сектором економіки, не залишається осторонь проблем, пов'язаних з розвитком та розповсюдженням вірусних хвороб рослин в агроценозах. Окрім прямих економічних збитків, існує загроза за-



везення нових збудників вірусної етіології та інтродукції їх на наших полях; наслідки такого розвитку подій важко передбачити. Однак, на жаль, стратегічним питанням моніторингу та контролю вірусних інфекцій останнім часом приділяється на багато менше уваги, ніж вони того заслуговують.

Особливо це важливо, коли відбуваються істотні зміни у системі землекористування, землеволодіння і землевпорядкування на засадах приватно-орендних відносин та відповідно орієнтованою на конкретну структуру посівних площ. У таких умовах, згідно з Конституцією України, держава має здійснювати контроль за використанням та охороною земельних ресурсів і їх продуктивністю. У цьому вбачається створення земельно-агротехнологічного паспорта на площі сільськогосподарського підприємства.

**Метою дослідження** є обґрунтування наукового механізму еколого-безпечного використання земельних ресурсів на рівні сільськогосподарського підприємства та контроль за цими процесами.

### АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Питанням еколого-безпечного сільськогосподарського землекористування, техногенного навантаження на земельні ресурси, у т. ч. і вірусного збудження в агро- та біоценозах, присвячено наукові праці таких вчених, як Д.І. Бабміндра, Д.С. Добряк, О.П. Калаш, В.П. Поліщук, І.Г. Будзайвська, А.Л. Ботко, С.Ю. Булигін, А.Г. Мартин, П.П. Мельник, І.О. Новаковська, А.М. Москаленко, О.І. Фурдичко та ін. [1–8]. Водночас залишаються дискусійними коло питань щодо створення еколого-безпечного сільськогосподарського землекористування, відповідної продуктивності ґрунтового покриву і захисту його від деградаційних процесів та дієвого контролю за цими чинниками.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Інформаційну основу дослідження становлять експериментальні розробки із землеустрою, матеріали Державних служб

статистики України, а також геодезії, картографії та кадастру України. Для виконання поставленої мети використовувалися такі методи дослідження: *монографічний* (опрацювання наукових публікацій, нормативних документів, статистичних даних), *аналіз та синтез* (обґрунтування методології статистичних досліджень), *експериментальний* (обґрунтування територіальних особливостей ґрунтового покриву, рельєфно-кліматичних умов і придатності ґрунтів для вирощування певних сільськогосподарських культур), *абстрактно-логічний* (теоретичне узагальнення та формулювання висновків).

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБґРУНТУВАННЯ

У результаті трансформаційних процесів, які відбулися і відбуваються у земельних відносинах України, істотно змінилася структура земельного фонду, передусім — структура сільськогосподарського землекористування. На основі приватно-орендних відносин було створено нові організаційно-правові форми господарювання, зокрема сільськогосподарські товариства, колективні сільськогосподарські підприємства, селянські (фермерські) господарства, ділянки для ведення товарного сільського виробництва, унаслідок чого майже повністю були порушені сівозміни як засоби захисту від деградаційних процесів, у т. ч. й вірусного забруднення.

Як правило, новоутворені агроформування використовують свої землі без належної організації їхньої території та відповідної науково обґрунтованої системи, що спричинило розвиток деградаційних процесів та виснаження ґрунтів і погіршення їхньої родючості.

Нестабільність у площах користування сільськогосподарських підприємств, відсутність сівозмін не могли не вплинути на ефективність використання земель. Так, темпи зростання (зниження) виробництва валової продукції в 2006–2015 рр. у сільськогосподарських підприємствах сягала 37–70% від рівня 1990 р., тоді як у господарствах населення 117–139% [6].



Отже, створення (організація) землекористування приватно-орендних підприємств, фермерських господарств та інших сільськогосподарських підприємств, що користуються землею на правах оренди, має піддаватися еколого-економічному обґрунтуванню сівозмін та впорядкуванню угідь або розроблятися у складі проєктів землеустрою. Формування таких господарств має ґрунтуватися на принципах сталого розвитку сільських територій [6].

Значну роль у становленні ідеології сталого розвитку відіграла Всесвітня конференція ООН з питань навколишнього середовища і розвитку, яка відбулася в 1992 р. у м. Ріо-де-Жанейро (Бразилія) [7]. На конференції відмічалось, що не лише екологічні проблеми, що виникають внаслідок стрімкого розвитку економічної системи, становлять загрозу подальшому зростанню, а й багато соціальних проблем. Зокрема, зростання чисельності населення світу, обсягів виробництва у поєднанні з нерациональними структурами споживання негативно впливають на стан довкілля, здоров'я людей.

Доцільно розглянути питання сталого розвитку. «Сталість» у загальному розумінні з філософської точки зору визначається як одна з важливих характеристик існування та розвитку окремих об'єктів та процесів. Існують та розвиваються тільки сталі з них, а несталі, які не в змозі адаптуватися — припиняють своє існування [7]. «Сталість» у широкому розумінні розглядається як здатність системи переходити із різних етапів до відповідної рівноваги.

Декларація прийнята в Ріо-де-Жанейро, трактує поняття «сталий розвиток» стратегію, реалізовану в такий спосіб, щоб рівномірно забезпечити задоволення потреб у розвитку і збереженні навколишнього природного середовища як для нинішнього, так і для майбутнього поколінь [7]. Різні автори по-різному трактують вказане поняття. Неоднозначність поняття «сталий розвиток» полягає в тому, що «сталість» можна розуміти як здатність утримувати рівновагу і як стабільність, тобто здатність не змінюватися або підтримувати певні

темпи руху. З огляду на таке трактування, можна зробити висновок, що термінологічному тлумаченню поняття сталість більше відповідає початкове визначення сталого розвитку [7]. Аналогічно це поняття може відноситися до землекористування, у т. ч. і сільськогосподарського. Отже, поняття сталий розвиток сільськогосподарського землекористування слід розглядати як «гармонізація в економічному, екологічному й соціальному розвитку, що забезпечують відтворення продуктивності ґрунтового покриву та покращення стану навколишнього середовища».

Цим розумінням, як показує багаторічний досвід, сприятиме землеустрою, що виступає реальним механізмом наведенню порядку у використанні та охороні земель, регулюванні земельних відносин і переобладнанні агроландшафтів [6; 8; 9]. Першим кроком при цьому може бути розроблення такого виду землевпорядної документації, як земельно-агротехнологічний паспорт та новоутворені сільськогосподарські підприємства. Метою розроблення земельно-агротехнологічного паспорта є, насамперед, надання допомоги сільськогосподарським підприємствам у виборі подальшого напрямку ефективного і еколого-безпечного використання земель у нових екологічних умовах.

На основі даних експериментального землевпорядного проєктування встановлено склад вказаного паспорта, а саме — текстові й графічні матеріали. У текстових матеріалах вказано назву підприємства, площу сільськогосподарських угідь, із них ріллі, у т. ч. орних земель, у приватній власності, державній, у власників земельних паїв, землі суміжної власності, господарські шляхи, лісові смуги тощо.

#### **Графічні матеріали включають:**

1. *План землекористування, на якому відображено склад земельних угідь (рілля, кормові угіддя, болота, лісосмуги, польові дороги, господарські дороги, межі населених пунктів тощо).* План земель виготовлено на основі матеріалів їх інвентаризації з використанням матеріалів розгалуження та приватизації земель, а також проєктів

установлення, які мають сільські населені пункти.

2. *Картограма агровиробничих ґрунтів.* На кресленні показано межі агровиробничих груп ґрунтів та їхні шифри. В таблиці вказано повну назву агровиробничих груп ґрунтів згідно з номенклатурним списком, їх площа, бали бонітету та нормативно-грошової оцінки 1 га в розрізі сільськогосподарських угідь.

3. *План землі за формами власності та користування.* На площі відображено розподіл земель за власниками землі та землекористуванням. На ньому позначено межі земель, які знаходяться у приватній власності, й землі надані в оренду. В таблиці до креслення наведено розподіл земель за видами угідь та їхньої площі у розрізі власних земель й землекористування. В ході розроблення плану за формами власності використано технічну документацію щодо поділу земель на земельні частини (паї) та зведено експлікацію земель за формами власності й згідно з проєктом розподілення й приватизації земель.

4. *Схема поділу земель.* На основі поділу земель агроформування на земельні частки (паї) відображено поділ ріллі та кормових угідь на земельні частки (паї) відповідно до уточненого і затвердженого списку громадян-власників земельних сертифікатів — право на земельну частину на території громади. Використовуються також матеріали великомасштабних знімків земель, які підлягають поділу на земельні частки згідно з технічною документацією з роздержавлення та приватизації земель цього сільськогосподарського підприємства.

Розмір земельних ділянок у фізичних гектарах визначається з урахуванням якості земель, що підлягають розподілу на земельні частки. Кожен власник земельного сертифікату має свій порядковий номер, відповідно до якого йому виділено частку ріллі, сіножатей і пасовищ. На плані цифрами позначено площі та його порядковий номер. Умовними позначеннями виділяється рілля, сіножаті і пасовища.

5. *Картограма приналежності ґрунтів для вирощування основних сільськогоспо-*

*дарських культур (пшениця озима, пшоно озиме, ячмінь, овес, кукурудза, картопля, льон, буряк цукровий, соняшник).* Вказані картограми виготовляються на базі класифікації ріллі щодо придатності її для вирощування основних сільськогосподарських культур. Орні землі за придатністю ґрунтів для вирощування сільськогосподарських культур класифіковані так, щоб у межах зон вирощування виявити регіони з агроекологічними умовами, кращими для виробництва певних видів продукції землеробства. В такому разі продуктивність виражається ступенем відповідності властивостей ґрунтів агробіологічним вимогам рослин і можливостями давати певний урожай.

Продуктивність диференціюється за п'ятьма підкласами.

- Перший підклас (найродючіші землі) — це рілля, придатна для вирощування сільськогосподарських культур без будь-яких обмежень. Ефективність вирощування найвища.

- Другий підклас (землі середньої придатності) — це землі високо- та середньозабезпечені поживними речовинами, але є чинники, які забезпечують родючість. Урожайність і ефективність вирощування культур нижчі, однак за високої агротехніки й забезпеченості добривами вони можуть бути на рівні першокласних.

- Третій підклас (обмежено придатні землі) — рілля середньо- або низькозабезпечена поживними речовинами, ґрунтовий покрив, рельєф та інші умови відзначаються деякими негативними чинниками. Усунення їх за вирощування культур пов'язане з додатковими витратами на агротехнічні заходи, але без допоміжної меліорації.

- Четвертий підклас (землі низької придатності) — рілля, ґрунтовий покрив якої характеризується багатьма негативними факторами. Без проведення докорінної меліорації, вирощування культур є збитковим. Таке здійснення докорінних меліоративних заходів можуть бути придатними для вирощування сільськогосподарських культур.

• П'ятий підклас (непридатні землі) — не придатні під посів культур площі, поліпшення яких неможливе або проблематичне за технологічними, природоохоронними та економічними міркуваннями. На картограмі підкласи відображаються у межах агрогрупи. У таблиці до показників наводяться площі ґрунтів за їхньою приналежністю.

6. *План організації території*, на якому відображено організацію сільськогосподарських угідь з урахуванням соціальних та придатних економічних умов, що склалися на момент розробки земельно-агротехнологічного паспорту. Під час організації ріллі й кормових угідь використовуються матеріали наявних проєктів землевпорядкування та планові матеріали корегування ситуації на період розроблення картограми. На плані відображаються межі окремих сівозмін, а також межі окремих полів і робочих ділянок. Проєктування здійснюється згідно з існуючими методичними положеннями.

За формування сівозмін враховуються показники придатності ріллі для вирощування наявних сільськогосподарських культур, дані бонітування ґрунтів, а також існуючу виробничу і соціальну інфраструктуру. В таблицях до проєктування надано експлікацію земель відповідно до сівозмін і сіножатей, пасовищ.

7. *План розміщення культур у сівозмінах*. На даному плані подано схеми чергування культур у сівозмінах з прив'язкою до полів сівозмін згідно з наміченою спеціалізацією сільськогосподарського підприємства та з урахуванням існуючих природно-економічних умов і обсягів необхідної кормової бази для поголів'я худоби. Щоб досягнути запланованої врожайності сільськогосподарських культур передбачених внесенням відповідних мінеральних добрив за нормами, що наводяться в таблицях, які додаються до цього креслення.

8. *Технологічна характеристика полів сівозмін*. На кресленні умовними позначеннями показано напрямки обробітку ґрунту та здійснення основних агротехнічних протиерозійних заходів. Картограму розробляють з урахуванням кліматичних,

ґрунтових і організаційних умов сільськогосподарства. В таблицях, які додаються до креслення, вказуються еколого-технологічні характеристики полів сівозміни (довжина робочого часу, робочий нахил, показники, що характеризують робочий шар гумусу та його гранулометричний склад, можливий змив гумусу).

9. *Картограми агрохімічної характеристики ґрунтового покриву*. На картограмах наводиться інформація щодо середньозважених величин вмісту рухомого фосфору і калію в ґрунті та інформація щодо ступеня кислотності ґрунтів у полях сівозмін. Креслення складаються на основі матеріалів ґрунтового й агрохімічних обстежень сільськогосподарських угідь. У таблицях до креслення вказано агрохімічну характеристику полів сівозмін і сіножатей та пасовищ.

10. *Креслення обмежень (сервітутів) прав власності на користування землею*. На кресленні відображається розміщення інженерних комунікаційних ліній електропередачі (ЛЕП), водоводів, залізниць, автомобільних шляхів державного значення, зрошувальних планів та охоронних зон, водоохоронних зон і прибережних смуг. Опис обмежень використання земель в охоронних зонах наводиться в окремому розділі текстових матеріалів.

Отже, єдиним дієвим засобом протистояння епідемії вірусів можна вважати їх вчасну діагностику та проведення узгоджених профілактичних заходів для усунення або редукції негативних наслідків розвитку вірусних хвороб [10].

Оскільки техногенне навантаження на природне середовище в найближчому майбутньому буде швидко зростати, ніж зменшуватися, а в агроценози будуть приходити дедалі нові, у т. ч. й генетично модифіковані, поширені рослини, проблема екологічного балансу в агроценозах буде набувати дедалі більшого значення, і питання розповсюдження фітовірусних інфекцій та їх шкодочинності в майбутньому може розглядатися як одне з найгостріших [10].

Необхідно також відзначити, що активізація розвитку деградаційних процесів

спричинило до нехтування питаннями екологічної придатності земель для вирощування певних видів сільськогосподарських культур, зокрема необґрунтоване збільшення площ просапних найвиснажливіших культур. У результаті знищуються найродючіші шари ґрунту, втрачається його найважливіша складова – гумус, погіршуються фізичні та фізико-хімічні властивості.

Враховуючи велику протяжність у широкому і методологічному напрямках, дуже відмінну за агрохімічними показниками території, якість ґрунтового покриву, спрямовану на використання орних земель мають бути всебічно обґрунтованими. Передусім, це стосується землеробства, яке повинно бути максимально придатне до

місцевих екологічних умов, що диференціюються.

## ВИСНОВКИ

Обґрунтований і запропонований склад і зміст земельного-агротехнологічного паспорта сільськогосподарського підприємства, сформованого на приватно-орендних відносинах, є науковою основою:

а) еколого-безпечного та економічно ефективного використання сільськогосподарських земельних угідь;

б) забезпечення відтворення якості ґрунтового покриву;

в) як придатний документ щодо державного контролю за раціональним використанням і охороною земельних ресурсів у сільськогосподарському підприємстві.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Бабміндра Д.І. Агроекологічна оптимізація структури земельних угідь. *Землеустрій і кадастр*. 2004. № 3–4. С. 27–29.
2. Булігін С.Ю. Формування екологічно сталих агроландшафтів. Київ: Урожай, 1979. 160 с.
3. Добряк Д.С., Тихонов А.Г., Гребенюк Н.В. Теоретичні засади сталого розвитку землекористування у сільському господарстві. Київ: Урожай, 2004. 136 с.
4. Добряк Д.С., Канаш О.П., Бабміндра Д.І., Розумець І.А. Класифікація сільськогосподарських земель як наукова передумова їх екологобезпечного використання. Київ: Урожай, 2009. 464 с.
5. Мельник П.П. Еколого-економічні основи управління природокористуванням в агроекосистемах. Київ: ДІА, 2016. 328 с.
6. Новаковська І.О. Економіка землекористування: навч. посіб. Київ: Аграрна наука, 2018. 400 с.
7. Москаленко А.М. Теоретичні та методологічні засади ефективного використання сільськогосподарських земель Полісся України: моногр. Ніжин: ПП «Лисенко М.М.», 2015. 335 с.
8. Фурдичко О.І. Екологічні основи збалансованого розвитку агросфери в контексті європейської інтеграції України: моногр. Київ: ДІА, 2014. 421 с.
9. Дребот О.І., Добряк Д.С., Мельник П.П., Сахарнацька Л.І. Наукові засади формування та розвитку сільськогосподарського землекористування на основі трансформації земельних відносин. *Збалансоване природокористування*. 2021. № 4. С. 5–14.
10. Поліщук В.П., Будзанівська І.Г., Рижук С.М. та ін. Моніторинг вірусних інфекцій рослин в біоценозах України. Київ: «Фітосоціоцентр», 2001. 220 с.

## REFERENCES

1. Babhindra, D. (2004). Ahroekolohichna optymizatsiya struktury zemelynykh uhid [Agroecological optimization of land structure]. *Zemleustriy i kadastr – Land management and cadastre*, 3–4, 27–29 [in Ukrainian].
2. Bulygin, S. (1979). *Formuvannya ekolohichno stalyykh ahrolandschaftiv* [Formation of ecologically sustainable agrolandscapes]. Kyiv: Harvest [in Ukrainian].
3. Dobryak, D., Tikhonov, A. & Grebenyuk, N. (2004). *Teoretychni zasady staloho rozvytku zemlekorystuvannya u silskomu hospodarstvi* [Theoretical principles of sustainable land use development in agriculture]. Kyiv: Harvest [in Ukrainian].
4. Dobryak, D., Kanash, O., Babhindra, D. & Rozumets, I. (2009). *Klasyfikatsiya silskohospodarskykh zemel yak naukova peredumova yikh ekolohobezpechnoho vykorystannya* [Classification of agricultural lands as a scientific prerequisite for their environmentally friendly use]. Kyiv: Harvest [in Ukrainian].
5. Melnik, P. (2016). *Ekoloho-ekonomichni osnovy upravlinnya pryrodokorystuvanniam v ahroekosystemakh* [Ecological and economic bases of nature management in agroecosystems]. Kyiv: DIA [in Ukrainian].
6. Novakovskaya, I. (2018). *Ekonomika zemlekorystuvannya* [Economics of land use]. Kyiv: Agrarian Science [in Ukrainian].
7. Moskalenko, A. (2015). *Teoretychni ta metodolohichni zasady efektyvnoho vykorystannya silskohospodarskykh zemel Polissya Ukrainy: monohrafiya*

*[Theoretical and methodological principles of effective use of agricultural lands of Polissya of Ukraine: monograph].* Nizhyn: «Lysenko MM» [in Ukrainian].

8. Furdychko, O. (2014). *Ekolohichni osnovy zbalansovanoho rozvytku ahrosfery v konteksti yevropeyskoyi intehratsiyi Ukrainy: monohrafiya [Ecological bases of balanced development of agrosphere in the context of European integration of Ukraine: monograph].* Kyiv: DIA [in Ukrainian].
9. Drebot, O., Dobryak, D., Melnyk, P. & Saharnatska, L. (2021). *Naukovi zasady formuvannya ta rozvytok sil'skohospodars'koho zemlekorystuvannya na osnovi transformatsiyi zemel'nykh vidnosyn [Scientific bases of formation and development of agricultural land use on the basis of transformation of land relations]. Zbalansovane pryrodokorystuvannya – Balanced nature management, 4, 5–14* [in Ukrainian].
10. Polishchuk, V., Budzanivska, I., Ryzhuk, S. et al. (2001). *Monitorynh virusnykh infektsiy roslin v biotsenozakh Ukrainy [Monitoring of viral infections of plants in biocenoses of Ukraine].* Kyiv: Phytosociocenter [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 27.12.2021

---

## ШЛЯХИ ЗМЕНШЕННЯ ВПЛИВУ ОБ'ЄКТІВ ТВАРИННИЦТВА НА НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

О.В. Бойко, О.Ф. Гончар, О.М. Гавриш,  
М.С. Небилиця, Т.Г. Осокіна

Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН (м. Черкаси, Україна)  
e-mail: [aleksboyk18@gmail.com](mailto:aleksboyk18@gmail.com); ORCID: 0000-0002-3917-5583  
e-mail: [of.gonchar@gmail.com](mailto:of.gonchar@gmail.com); ORCID: 0000-0003-2269-9767  
e-mail: [bioresurs.ck@ukr.net](mailto:bioresurs.ck@ukr.net); ORCID: 0000-0002-8632-6508  
e-mail: [bioresurs.ck@ukr.net](mailto:bioresurs.ck@ukr.net); ORCID: 0000-0001-5509-8787  
e-mail: [bioresurs.ck@ukr.net](mailto:bioresurs.ck@ukr.net)

Наведено результати дослідження впливу об'єктів галузі тваринництва на стан навколишнього середовища. Для забезпечення екологічної безпеки здійснюється регулювання викидів забруднюючих речовин шляхом впровадження політики захисту довкілля. Тому виникає необхідність у розробці науково обгрунтованих підходів з удосконалення методів нормування викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від об'єктів тваринництва невеликої потужності, що і зумовлює актуальність цієї роботи. Здійснено аналіз існуючих досліджень з урахуванням Європейської системи інвентаризації ЕМЕП («CORINAIR»). Визначено низку заходів щодо зниження викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від об'єктів тваринництва. Встановлено, що впродовж останніх 16 років спостерігається тенденція до скорочення поголів'я сільськогосподарських тварин, зокрема великої рогатої худоби на 41,4% і свиней на 21,4%. Виняток становить поголів'я птиці свійської, яке збільшилося за цей період на 28,5%. У той самий час, внаслідок господарської діяльності об'єктів тваринництва в атмосферне повітря потрапляють такі забруднюючі речовини, як: аміак, сірководень, метан, спирти (метанол, етанол тощо), феноли, складні ефіри, карбонільні сполуки (альдегіди й кетони), карбонові кислоти, сульфідні і дисульфідні меркаптани, аміни, діоксид вуглецю. Встановлено ефективність ентомологічного методу утилізації органічних відходів тваринництва, який дає змогу одночасно одержувати білок тваринного походження й органічні добрива з поліпшеними фізико-механічними властивостями. Свинячий гній після переробки личинками мух стає цінним органічним добривом, яке має нематодоцидну дію. Особливо воно цінне для закритого ґрунту. Внесення біоперегною в ґрунт з розрахунку 400 г/м<sup>2</sup> зменшує чисельність галової нематоди і затримує строки її появи. Також одним із напрямів скорочення негативного впливу на довкілля полягає в утилізації відходів у сільському господарстві шляхом отримання біогазу. Це дає можливість отримати пальну суміш газів із теплотою згорання близько 20–25 МДж/м<sup>3</sup> і вмістом метану в межах 60–75%, а також знизити навантаження забруднюючих газів на довкілля.

**Ключові слова:** навколишнє середовище, чинники впливу, тваринництво, забруднюючі речовини, негативний вплив.

### ВСТУП

Виконання міжнародних зобов'язань зі скорочення викидів, прийняття управлінських рішень щодо нормування, контролю, планування, ведення державного обліку потребують достовірної інформації про викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря. Слід відзначити, що ма-

сові концентрації таких важливих забруднювачів, як дрібні фракції суспендованих речовин — до цього часу в Україні загалом не контролюються. Тому сучасна наука широко піднімає питання щодо негативного впливу діяльності людини на міграцію та перерозподіл хімічних елементів у біосфері. Для забезпечення екологічної безпеки здійснюється регулювання викидів забруднюючих речовин шляхом про-



вадження політики у сфері захисту атмосферного повітря [1].

Аналіз літературних, статистичних та нормативних даних свідчить про те, що переважно використовуються, розроблені та погоджені в установленому порядку, методи та показники емісії (питомі викиди) від джерел утворення забруднюючих речовин великих тваринницьких комплексів потужністю понад 12 тис. гол. Однак в Україні розвиваються фермерські та інші сільськогосподарські підприємства — об'єкти тваринництва потужністю до 1 тис. гол. тварин. Показники емісії (питомі викиди) для зазначених об'єктів відсутні. Крім того, під час визначення обсягів викидів розрахунковим методом у сільському господарстві, результати розрахунків мають різний ступінь достовірності та не можуть підлягати зіставленню.

Таким чином, на цьому етапі виникає необхідність у розробці науково обґрунтованих підходів з удосконалення методів нормування викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від об'єктів тваринництва невеликої потужності, що і зумовлює актуальність цієї роботи.

### АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Тваринництво представляє собою важливу галузь сільського господарства і національної економіки, яка забезпечує задоволення потреб населення у харчових продуктах [2; 3]. Адже, чисельність населення Землі постійно зростає, а це означає, що і зростає необхідність у виробництві більшої кількості продукції і, своєю чергою, збільшується антропогенне навантаження на довкілля [4].

Діяльність великих промислових ферм та інтенсифікація тваринницької галузі загалом спричиняє до споживання великої кількості природних ресурсів та є причиною виникнення низки екологічних проблем, таких як: викиди забруднюючих речовин, забруднення поверхневих та підземних вод (евтрофікація водойм), деградація ґрунтів, утворення та накопичення значної кількості побічних продуктів тва-

ринного походження (гній, послід, падіж тварин), втрата біорізноманіття, зміна клімату тощо [2–6].

Викиди, які утворюються у сільському господарстві справляють негативний вплив на якість атмосферного повітря. За даними досліджень, в Україні найбільші обсяги викидів у сільському господарстві (забруднюючих хімічних речовин (без урахування парникових газів), мікроорганізмів, пилу) спричиняє птахівництво — 72%, свинарство — 19, інші підгалузі — 9% [4; 7].

Показники емісії (питомі викиди) забруднюючих речовин в атмосферне повітря від виробничих процесів господарства розробляються відповідно до Податкового кодексу України № 2755-VI від 02.12.2010 р. зі змінами, доручення Кабінету Міністрів України від 02.09.99 р. за № 19542/16 з урахуванням європейського керівництва ЕМЕР/ЕЕА з інвентаризації викидів (раніше — Керівництво з інвентаризації викидів забруднюючих речовин CORINAIR).

Показник емісії (питомий викид) — величина, яка встановлює залежність між кількістю забруднюючої речовини (або їх суміші), що викидається в атмосферне повітря та діяльністю, пов'язаною з цим видом [8].

Під час здійснення робіт із визначення питомих викидів забруднюючих речовин використовуються результати інструментально-лабораторних вимірювань, а також матеріали інвентаризації викидів забруднюючих речовин на господарстві. Розрахунки питомих викидів виконуються на основі затвердженої заступником Міністра екології та природних ресурсів України М. Стеценко від 25.12.2000 р. «Типової методики визначення питомих викидів від основних виробництв по галузях промисловості» [8].

Затверджені у встановленому порядку питомі викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря обов'язкові для застосування при визначенні валових обсягів викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря на підприємстві під час ведення державного обліку в галузі охорони



атмосферного повітря та обчислення збору, який справляється за викиди в атмосферне повітря забруднюючих речовин стаціонарними джерелами забруднення.

### **МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Під час здійснення дослідження застосовували метод логічного узагальнення негативного впливу тваринницьких господарств на довкілля та екологічні аспекти їхнього розвитку на основі аналізу наукових джерел. Розглянуто теоретичні основи економічного та екологічного розвитку галузі тваринництва, узагальнено зарубіжний досвід організації та проведення визначення і обліку негативних наслідків впливу на навколишнє середовище, окреслено тенденції розвитку контролю за станом довкілля.

### **РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ**

Згідно з постановою Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку встановлення нормативів збору за забруднення навколишнього природного середовища і стягнення цього збору» від 01.03.1999 року № 303, доручення Кабінету Міністрів України від 02.09.1999 року № 19542/16 міністерствам та іншим центральним органам виконавчої влади, необхідно було розробити питомі показники викидів забруднюючих речовин у навколишнє природне середовище на одиницю використаної сировини або виробленої продукції для виробництв та технологічних процесів.

ВАТ «Український науковий центр технічної екології» у 2004 р. було розроблено та погоджено з Мінприроди України «Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами». Затвержені показники обов'язкові при визначенні валових обсягів викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря на підприємствах під час ведення державного обліку в галузі охорони атмосферного повітря та обчислення збору, який справляється за викиди в атмосферне повітря забрудню-

ючих речовин стаціонарними джерелами забруднення.

Як зазначено у Збірнику, за підготовки таблиці «ХП-12 (рекомендована)» розділу XII «Сільське господарство. Тваринницькі комплекси і звіроферми», розробниками за основу було прийнято «Методику расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу от животноводческих комплексов и звероферм (по величинам удельных показателей)» та Спільну програму спостережень і оцінки перенесення на великі відстані забруднюючих атмосферне повітря речовин в Європі CORINAIR. Дані про питомі викиди забруднюючих речовин від тваринницьких комплексів і звірогосподарств приймаються згідно з методикою, оскільки більш повні та відповідають умовам утримання, годівлі тварин і технології прибирання, зберігання та використання гною в Україні.

Використання усереднених питомих викидів за інвентаризації дає можливість оцінити викиди розрахунковим методом на основі найбільш зручних еколого-технологічних характеристик процесу, встановлює єдиний підхід до визначення питомих викидів забруднювальних речовин від окремого обладнання.

Для проведення класичної інвентаризації і на її основі визначення питомих викидів необхідний багатофакторний експеримент для кожного джерела в умовах діючого виробництва з комплексом вимірів по кожному інгредієнту залежно від продуктивності, характеристик сировини, коливань технологічного режиму і т. п. при різних комбінаціях параметрів. Така процедура, внаслідок своєї складності і дорожечі, є винятком, тому застосовується в обмежених випадках.

Зважаючи на це, важливим напрямом, на нашу думку, є розвиток інформаційних технологій і створення порівняно дешевих засобів вимірювальної техніки для моніторингу та обліку викидів забруднюючих речовин, зокрема дрібнодисперсного пилу та парникових газів. Для цього науковцями Черкаської ДСБ НААН розроблено автоматизовану вимірювальну систему

«Аналізатор повітряного середовища електронний моноблоковий» (АПСЕ-М), яка призначена для вимірювання запиленості PM<sub>1</sub>, PM<sub>2,5</sub> (повітряного забруднювача), до складу якого входять як тверді мікро-частинки, так і дрібні краплинки рідин, розміром від 10 нм до 1,0 та 2,5 мкм або інше позначення і назва частинок: FSP (*fine suspended particles* – дрібнодисперсні зважені частинки), масової концентрації забруднюючих газів CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S, CH<sub>4</sub>, шумового навантаження та деяких метеорологічних показників [9]. Дана система призначена для аналізу, експрес-вимірювань або тривалого моніторингу в автоматизованому режимі не менше десяти параметрів повітря, збереження даних вимірювань у пам'ять та передачі на Інтернет-ресурс за допомогою Wi-Fi з'єднання [9]. Метою розробки цього приладу було впровадження методу безперервної автоматичної реєстрації вимірювань, скорочення вартості та кількості технічних засобів вимірювань, спрощення процесу налаштування вимірювань для підвищення продуктивності праці наукових працівників, технологів і фахівців ветеринарної медицини.

Згідно зі статистичними даними Державної служби статистики, станом на 1 січня 2021 р. в Україні нараховується 1911 підприємств по утриманню великої рога-

тої худоби, 1437 – свиней, 548 – овець і кіз і 385 – птиці. Із зазначеної кількості, об'єкти потужністю до 1 тис. гол. тварин мали 85,3% підприємств великої рогатої худоби, 72,8% – свиней та 100% підприємств з утримання овець і кіз. Наразі питоми викиди для зазначених об'єктів визначаються за нормативними значеннями тваринницьких комплексів потужністю від 12 тис. гол. і більше. Детальну інформацію наведено в *табл. 1*.

На нашу думку це є не зовсім коректно, оскільки навантаження на довкілля від крупних комплексів є значно більшим і часто має істотні та негативні наслідки.

Перспективним напрямом у вирішенні цієї проблеми вбачаємо в розробці науково обґрунтованих оптимальних і максимально допустимих розмірів промислових комплексів за видами тварин, з урахуванням екологічної безпеки технологічних процесів виробництва, та їх територіальне розосередження, з метою зниження негативного впливу.

Слід зазначити, що впродовж останніх 16 років спостерігається тенденція до скорочення поголів'я сільськогосподарських тварин, зокрема великої рогатої худоби і свиней на 41,4% і 21,4% відповідно. Виняток становить поголів'я птиці свійської, яке збільшилося за цей період на 28,5% (*табл. 2*).

**Таблиця 1. Величини питомих викидів основних забруднюючих речовин безпосередньо від сільськогосподарських тварин за щоденного видалення гною з приміщень для їх утримання**

Забруднююча речовина (код)	Питоми викиди ( $\times 10^{-6}$ г/с · 1 цж.м.)		
	велика рогата худоба	свині	птиця
Аміак (303)	27,0	13,5	16,0
Сірководень (333)	2,2	2,7	4,4
Фенол (1071)	0,2	0,3	0,4
Альдегід пропіоновий (1314)	1,5	1,8	2,2
Кислота капронова (1531)	1,8	1,0	2,5
Диметилсульфід (1707)	0,6	2,0	3,8
Метилмеркаптан (1715)	0,2	0,1	0,4
Диметиламін (1819)	13,2	8,0	8,8

Таблиця 2. Динаміка кількості сільськогосподарських тварин в Україні

Рік	Кількість сільськогосподарських тварин на 01.01 тис. гол.		
	велика рогата худоба	свині	птиця свійська
2006	6500,0	7053,0	161994,0
2011	4500,0	7960,0	203840,0
2016	3800,0	7079,0	203986,0
2021	2900,0	5840,0	199885,0
2022	2690,0	5540,0	208180,0

Негативна тенденція скорочення поголів'я сільськогосподарських тварин створює загрозу продовольчій безпеці держави та знижує валютні надходження України від експорту продуктів тваринництва. З метою призупинення спаду поголів'я тварин великої рогатої худоби і свиней та його нарощування, згідно з науково обґрунтованими нормами харчування населення, НААН України розроблено Програму розвитку галузі тваринництва на період до 2030 р. [2].

Внаслідок господарської діяльності об'єктів тваринництва в атмосферне повітря потрапляють такі забруднюючі речовини, як: аміак, сірководень, метан, спирти (метанол, етанол тощо), феноли, складні ефіри, карбонільні сполуки (альдегіди і кетони), карбонові кислоти, сульфіди і дисульфіди, меркаптани, аміни, діоксид вуглецю.

В основу розрахунків потужності утворення забруднюючих речовин в атмосферне повітря від об'єктів тваринництва нами приймалось експериментально підтвержене на прикладі свиноферми правило десяти відсотків або закон (принцип Ліндермана), згідно якого близько 10% енергії надходить від кожного попереднього трофічного рівня до наступного. Згідно з цим правилом, тваринами засвоюється від 7 до 13% енергії (або речовини в енергетичному вираженні). Решта (87–93%) органічної речовини (продуктів життєдіяльності тварин) буде утилізована або перероблена мікроорганізмами. Із засвоєних тваринами 10% кормів у результаті їх ферментативного розщеплення безпосередньо від тварин

в атмосферне повітря виділяється десята частина забруднюючих речовин.

Таким чином, співвідношення кількості виділення забруднюючих речовини безпосередньо від тварин до кількості виділення від продуктів їх життєдіяльності сягає приблизно 1:100 за рік. На тверді речовини (пил хутра) це правило не розповсюджували.

Ведення лабораторних спостережень за кількісними показниками зазначених вище речовин надасть фактичні дані щодо діяльності об'єктів тваринництва, що дає можливість адекватно оцінити вплив діяльності на умови проживання в житловій забудові та обґрунтувати безпечні відстані розмірів санітарно-захисних зон.

Таким чином, лише в результаті дотримання розмірів санітарно-захисної зони та реалізації заходів з охорони атмосферного повітря, можна в значній кількості зменшити викиди забруднювальних речовин від об'єктів тваринництва та відповідно покращити санітарно-епідеміологічну та екологічну ситуацію на прилеглий до господарств території.

Джерела утворення викидів забруднюючих речовин у тваринництві включають тварин, приміщення для тварин (зберігання екскрементів тварин у приміщенні), відкрите зберігання, переробка гною та шламу (наприклад, компостування, анаеробна обробка), внесення землі та хімічних добрив.

Обсяг забруднення залежить від таких основних чинників: виду сільськогосподарських тварин, їх чисельності, якості та кількості кормів, росту, статі і маси тварин, на-

пряму тваринництва, способу утримання, а також способів видалення гною. До складу відходів тваринництва належать: екскременти тварин, залишки кормів, вовна, щетина і технологічна вода. Екскременти різних видів сільськогосподарських тварин, які становлять основу гною, відрізняються за своїми фізико-хімічними показниками. Добовий вихід екскрементів залежно від статевовікової групи коливається у межах 0,5–12,4 кг на одну тварину. Середня вологість екскрементів великої рогатої худоби може бути від 86 до 97%, вміст сухої речовини — від 0,17 до 4,93% за добу.

На забруднення атмосферного повітря істотно впливає неправильне зберігання і використання безпідстилкового гною. Під час зберігання останнього у відкритих ємностях випаровується і потрапляє в атмосферу аміак, молекулярний азот та інші його сполуки. Рідкий гній містить значну кількість патогенних організмів, при анаеробному його розкладі утворюються шкідливі гази (сірководень, аміак), а також жирні кислоти, аміни та інші сполуки з неприємним запахом.

Хоча у багатьох країнах акцент робиться на зменшенні забруднення навколишнього середовища деякими речовинами, викидами аміаку та неприємним запахом, скорочення викидів парникових газів стане найважливішим у найближчому майбутньому для задоволення інтегрованих критеріїв сталості згідно з Кіотським протоколом 1997 р. [10].

Викиди парникових газів різняться за походженням. Метан, який утворюється від об'єктів тваринництва значною мірою є ендегенним, і його важко зменшити в інтенсивному тваринництві. Розроблення заходів щодо скорочення викидів метану необхідно зосереджувати на його використанні як палива, запобіганні його утворення у період зберігання безпосередньо у приміщеннях ферм та прилеглий території.

Важливим чинником забезпечення зменшення негативного впливу на атмосферне повітря у розвинутих країнах і Україні має вдосконалення локалізації господарювання в цій галузі. Проблема

впливу тваринництва на довкілля тісно пов'язана з концентрацією поголів'я в одному підприємстві і в одній місцевості. Оскільки чим більше тварин зосереджено в одному місці, у господарстві — тим вищий вплив негативних факторів від них на навколишнє середовище, прилеглої території і тим менші можливості цього середовища абсорбувати ці викиди.

Іншим чинником є забезпечення уловлення та очищення вентиляційних викидів тваринницьких комплексів та птахофабрик від забруднюючих речовин. Наразі в Україні це практично не реалізується, хоча методи очищення газових потоків від аміаку та сірководню (основні забруднювачі) широко відомі та поширені.

Ще один напрям скорочення негативного впливу на навколишнє середовище полягає в утилізації відходів у сільському господарстві шляхом отримання біогазу. Це дає змогу отримати пальну суміш газів із теплотою згорання близько 20–25 МДж/м<sup>3</sup> і вмістом метану в межах 60–75% [11]. Метанове зброджування рідких гнойових стоків здійснюється у біогазових установках, в яких за рахунок анаеробної біоконверсії тваринницьких відходів та рослинних решток, отримують біогаз метан та органічне добриво.

Згідно зі статистичних даних, на 1 січня 2022 р. в Україні поголів'я сільськогосподарських тварин становило 2,69 млн гол. великої рогатої худоби, 5,54 млн свиней та 208,18 млн птиці (табл. 3).

Розрахунки свідчать про те, що це становитиме до 38332,5 тис. м<sup>3</sup> гною великої рогатої худоби, 19944,0 тис. м<sup>3</sup> гною свиней та 15613,5 тис. м<sup>3</sup> посліду птиці. З такої кількості відходів гною потенційно можна отримати до 3702,6 Нм<sup>3</sup> біогазу за рік, або до 2337,0 Нм<sup>3</sup> біометану за рік.

За даними Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики і комунальних послуг (НКРЕКП) у 2020 р. в Україні налічувалося 51 біогазова станція загальною потужністю 96,7 МВт [13]. Цей напрям утилізації гною в умовах поступового виснаження традиційних енергетичних ресурсів (наф-

Таблиця 3. Номінальний потенціал виробництва біогазу з відходів основних видів тварин в Україні (станом 01.01.2022 р.)

Вид тварин	Поголів'я, тис. гол.	Середнє значення виходу гною за рік		Орієнтовний вихід біогазу, Нм <sup>3</sup> /т субстрату		Вміст метану, %	Вихід біометану, Нм <sup>3</sup> /рік
		на 1 гол., м <sup>3</sup> [12]	всього, тис. м <sup>3</sup>	середнє значення [12]	всього, млн		
Велика рогата худоба	2690,0	14,25	38332,5	25,0	958,3	60	575,0
Свині	5540,0	3,60	19944,0	28,0	558,4	65	363,0
Птиця	208180,0	7,5*	15613,5	140,0	2185,9	64	1399,0

Примітка: \* у розрахунку на 100 гол. птиці.

ти, газу, вугілля тощо) має важливе значення. Треба особливо підкреслити значення біогазових установок у підтриманні чистоти навколишнього середовища. Цьому сприяють обидва основні продукти, що утворюються внаслідок метанового бродіння: біогаз і біодобриво. Водночас потрібно зазначити, що за виробництва біогазу властивості гною, як добрива, зберігаються в так званому шламі, який виявляється більш цінним і ефективним добривом, ніж звичайний гній.

Роль відновних джерел у виробництві енергії невпинно зростає і наразі актуальним є питання збільшення частки відновних джерел в енергобалансі кожної окремої країни. У постачанні первинної енергії на частку відновлюваної енергетики припадає 13% у світовому масштабі. З них на біомасу припадає 10%, або 258 млн т н е на рік, тобто у світі біомаса забезпечує найбільшу частку постачання енергії з відновних джерел. В Україні частка біомаси в первинному енергопостачанні становить лише 1,4%, або 1695 тис. т н е [4; 14].

Одним із можливих шляхів утилізації гною і повернення частини його поживних речовин тваринництву є одержання з нього білкових продуктів. Останнім часом дедалі більше уваги приділяють переробці гною за допомогою личинок синантропних мух і особливо дощових черв'яків. Впровадження ентомологічного методу утилізації органічних відходів тваринництва, який дає змогу одночасно одержувати білок тваринного походження й органічні добрива з поліпшеними фізико-механічними власти-

востями. Свинячий гній після переробки личинками мух стає цінним органічним добривом, яке має нематодоцидну дію. Особливо воно цінне для закритого ґрунту. Внесення біоперегною в ґрунт з розрахунку 400 г/м<sup>2</sup> зменшує чисельність галової нематоди і затримує строки її появи порівняно з контролем на 1,5 міс. Кількість уражених рослин знижується від 15 до 0,8% [15].

Згідно з літературними даними, на 1 м<sup>2</sup> ґрунтового майданчика щодня можна утилізувати 1,5 кг гною, а на 1 га — 7,5 т (з урахуванням під'їзних шляхів, корисна площа для розведення черв'яків на 50% більша від загальної). Впродовж теплої періоду року на такій площі черв'яки здатні переробити близько 1300 т гною, а продукція їх становитиме 20–25 т білкового корму і 400 т біогумусу [3].

Отже, одержання біогумусу є по суті вирішенням проблеми використання екологічного механізму поновлення родючості ґрунтів. При цьому вирішується питання біотехнології гумусу, який є альтернативою хімізації ґрунту і створює передумови для біологізації та екологізації галузі землеробства [16].

Ще одним шляхом попередження забруднення є використання природних дисперсних сорбентів (природних цеолітів, бентонітів, палигорськітів, глауконітів) у складі підстилки та введення їх у кормовий раціон, чим досягається адсорбція аміаку та сірководню на цих сорбентах і відповідно зменшення забруднення навколишнього середовища. Використання в подальшому утвореного гною, як добрива

покращує його якості, досягається пролонговане виділення поживних елементів і поліпшене засвоювання їх рослинами [5; 17; 18].

На території України відповідними нормативними документами дозволено використання в якості дієтичних домішок до кормів домашньої худоби природного цеоліту. Використання останнього, як кормової добавки, дає можливість істотно підвищити продуктивність тварин. Максимальний приріст маси дає підкормка цеолітизованими туфами із підвищеним вмістом кальцію. В травному тракті цеоліт сорбує на себе 10–20% аміаку і тим самим сприяє покращенню раціону. Через деякий час, коли в рубці утворюється значна кількість енергії, необхідної для біосинтетичних процесів, у т. ч. і білка, цеоліт віддає аміак назад у рубцеве середовище, де відчувається дефіцит азоту. Отже, він виступає в ролі ефектора, який підтримує найбільш корисні умови для рубцевої ферментації та процесів біосинтезу.

Наступним чинником зменшення забруднення довкілля у тваринництві є зниження споживання енергії. Так, у розвинутих європейських країнах, середній рівень споживання енергії, у розрахунку на свиноматку на рік, становить 983 кВт·год (за одержання 2,44 опоросів) та 1163 кВт·год (за одержання 24 поросят) [6; 19], із значним ступенем коливання. Проведеними дослідженнями встановлено, що теплова ізоляція стін свинарника-маточника екологічно безпечним утеплювачем покращує енергетичну характеристику будівлі на 23,2%, з терміном окупності 3,28 роки [20]. Водночас, вона має важливе природоохоронне значення, у вигляді економії 21,15 тис. кВт·год питомих витрат теплової енергії, що еквівалентно 7,42 т умовного палива.

Також необхідно зазначити про те, що важливим чинником зниження негативного

впливу на довкілля є скорочення викидів азоту і його сполук, які пов'язані з годівлею тварин. Відомо, що надлишок білка в кормових раціонах сільськогосподарських тварин виводиться головним чином у вигляді сечовини, яка швидко розкладається з утворенням аміаку, з високою здатністю до емісії в повітря [21–24].

## ВИСНОВКИ

Для зменшення негативного впливу на довкілля сільськогосподарства України необхідно забезпечувати дотримання європейських стандартів поведінки з сільськогосподарськими тваринами та відходами.

Потребують подальшого вирішення питання технологічного характеру щодо:

- розроблення рекомендованих і максимально допустимих розмірів ферм за видами тварин, з урахуванням екологічної безпеки прилеглих територій;
- утилізації гною сільськогосподарських тварин, шляхом отримання біогазу чи білкових продуктів (із личинок синантропних мух і дощових черв'яків) та органічного добрива і біогумусу;
- уловлення та очищення вентиляційних викидів із тваринницьких приміщень від забруднюючих речовин;
- зниження споживання енергії у галузі тваринництва на потреби функціонування систем опалення чи охолодження та вентиляції приміщень;
- нормування кормових раціонів тварин і птиці, зокрема за вмістом білка;
- використання природних дисперсних сорбентів у складі кормових раціонів тварин та підстилки;
- розроблення більш дешевих засобів вимірювальної техніки для моніторингу і обліку викидів забруднюючих речовин у тваринництві для прийняття управлінських рішень щодо їх зменшення.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року. *Відомості Верховної Ради*. 2019. № 16. 70 с.
2. Гадзало Я.М. та ін. Тваринництво України: стан, проблеми, шляхи розвитку (1991–2017–2030 рр.) / за ред. М.І. Башенка. Київ: Аграрна наука, 2017. 160 с.



3. Башенко М.І. та ін. Технологія органічного виробництва свинини: моногр. Полтава: ТОВ «Фірма «Техсервіс», 2017. С. 315–339.
4. Писаренко В.Н., Писаренко П.В., Писаренко В.В. Агроекологія. Полтава, 2008. 204 с.
5. Фурдичко О.І., Дребот О.І., Кучма Т.Л., Ільєнко Т.В. Оцінювання екосистемних послуг лісів за даними дистанційного зондування землі. *Агроекологічний журнал*. 2019. № 4. С. 6–16. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2019.189436>
6. Hörndahl, Torsten. Energy use in outbuildings. Alnarp Technical Report: (LTJ, LTV) Rural buildings and livestock, Sverigeslantbruksu Universalitet. Landskapträdgårdjordbruk: rapportserie. 8. 43.
7. Zhukorskyi O., Moklyachuk L. and Nykyforuk O. Emissions of air pollutants from area livestock industry in Ukraine. *Agricultural science and practice*. 2014. No. 2. P. 39–44.
8. Типова методика визначення питомих викидів від основних виробництв по галузях промисловості. Основні положення. 2000. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/n0002556-00>.
9. Методика мультипараметричної оцінки мікроклімату тваринницьких приміщень методом безперервної автоматичної реєстрації. Черкаська ДСБ НААН. 2021. 24 с.
10. Довбенко М.В. Кіотський протокол як перспективне джерело додаткових інвестицій. *Вісник НАН України*. 2009. № 3. С. 26–34.
11. Лісничий В.М., Цаплін Ю.О. Сучасний стан та перспективи розвитку отримання біогазу в Україні. *Енергія із біомаси*: матеріали IV міжнар. конф. (м. Київ, 22–24 верес. 2008 р.). Київ: ІТТФ НАНУ, 2008. С. 299–300.
12. Марцинкевич В. Поводження з відходами тваринництва: переваги технології анаеробного зброжування. Київ: Національний екологічний центр України, 2015. URL: [https://biz.censor.net/resonance/3228545/komu\\_prinadlejat\\_krupneyishie\\_biogazovye\\_kompanii\\_v\\_ukraine](https://biz.censor.net/resonance/3228545/komu_prinadlejat_krupneyishie_biogazovye_kompanii_v_ukraine).
13. IEA. Statistics. Total. 2012. URL: <http://www.iea.org/topics/renewables/>.
14. IEA. Statistics. Ukraine. URL: [http://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?country=](http://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?country=UKRAINE&product=balances&year=2012)
15. Морев Ю.Б. Искусственное разведение дождевых червей. Фрунзе: Илим, 1990. 63 с.
16. Ефективність використання природних мінеральних сорбентів в годівлі американської норки: метод. реком. Черкаси: Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН, 2019. 23 с.
17. Гончар О.Ф. Визначення механізму впливу мінеральної добавки сапоніт на продуктивність та репродуктивну функцію норок. *Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва УАН*. 2009. Вип. 100. С. 205–210.
18. Гончар О.Ф., Гавриш О.М. Вплив природного кремнезему сапоніт у раціоні самок нутрії на перебіг вагітності. *Розведення і генетика тварин*: міжвідом. темат. наук. зб. 2009. Вип. 43. С. 95–102.
19. Michel, Marcon. Energy consumption in livestock housing (pigs). *European Forum Livestock housing for the future*. (2009, October 22/23). LILLE (France). P. 1–6.
20. Небилиця М.С. Екологічно безпечний спосіб підвищення енергоефективності приміщень для утримання підсисних свиноматок. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2020. 3 (98). С. 174–183. DOI: <https://doi.org/10.131210/visnyk2020.03.19>.
21. Моклячук Л.І. та ін. Методичні рекомендації зі скорочення викидів аміаку з сільськогосподарських джерел / за ред. О.І. Фурдичка. Київ, 2016. 31 с.
22. Гончар О.Ф., Коноваленко Т.Ф., Гавриш О.М. Збереження та відтворення агробіорізноманіття в умовах сучасного сільськогосподарського виробництва. *Історія освіти, науки і техніки в Україні*: матеріали IV конф. молодих учених та спеціалістів (29 січ. 2008 р.). Київ–Харків, 2008. С. 95–97.
23. Башенко М.І., Гончар О.Ф., Лавров В.В., Дерій С.І. Екологічна мережа Центрального Придніпров'я: моногр. Київ: Центр екологічної освіти та інформації, 2009. 386 с.
24. Boiko O., Nonchar O., Havrysh O. and Osokina T. Protected area in Ukraine. Monograph. 2021. 133 p.

## REFERENCES

1. Pro Osnovni zasady (strategii) derzhavnoi ekolohichnoi polityky Ukrainy na period do 2030 roku [On the Basic Principles (Strategy) of the State Environmental Policy of Ukraine for the period up to 2030]. (2019). *Vidomosti Verkhovnoi Rady – Information from the Verkhovna Rada of Ukraine*, 16, art. 70 [in Ukrainian].
2. Hadzalo, Ya.M. et al. & Bashchenka M.I. (Ed.) (2017). *Tvarynytsstvo Ukrainy: stan, problemy, shliakhy rozvytku (1991–2017–2030 rr.)* [Livestock of Ukraine: state, problems, ways of development (1991–2017–2030)]. Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].
3. Bashchenko, M.I. et al. (2017). *Tekhnolohiia orhanichnoho vyrobnytstva svynyny: monohrafiia [Technology of organic pork production: monohrafiy]*. Poltava: TOV «Firma «Tekhservis» [in Ukrainian].
4. Pysarenko, V.N., Pysarenko, P.V. & Pysarenko, V.V. (2008). *Ahroekolohiia. [Agroecology]*. Poltava [in Russian].
5. Furdychko, O.I., Drebot, O.I., Kuchma, T.L. & Iliencko, T.V. (2019). Otsiniuvannia ekosystemnykh posluh lisiv za danymy dystantsiinoho zonduvannia zemli [Evaluation of forest ecosystem services based on remote sensing data]. *Ahroekolohichniy zhurnal – Agroecological journal*, 4, 6–16. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2019.189436> [in Ukrainian].
6. Hörndahl, Torsten. Energy use in outbuildings. Alnarp Technical Report: (LTJ, LTV) Rural buildings



- and livestock, Sverigeslantbruksu Universalitet. Landskapträdgårdjordbruk: rapportserie. 8. 43 [in English].
7. Zhukorskyi, O., Moklyachuk, L. & Nykyforuk, O. (2014). Emissions of air pollutants from area livestock industry in Ukraine. *Agricultural science and practice*, 2, 39–44 [in English].
  8. Типова методика визначення питомих викидів від основних виробництв по галузях промисловості. Основні положення [The typical method for determining the specific emissions from major industries by industry. Basic provisions]. (2000). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/n0002556-00> [in Ukrainian].
  9. Cherkasy experimental station of bioresources NAAS (2021). *Metodyka multiparametrychnoi otsinky mikroklimatu tvarynnytskykh prymishchen metodom bezperevnoi avtomatychnoi reiestratsii [Methods of multiparametric assessment of the microclimate of livestock facilities by the method of continuous automatic registration]*. Cherkassy [in Ukrainian].
  10. Dovbenko, M.V. (2009). Kiotskyi protokol yak perspektyvne dzherelo dodatkovykh investytsii [Kyoto Protocol as a promising source of additional investment]. *Visnyk NAN Ukrainy – Bulletin of the NAS of Ukraine*, 3, 26–34 [in Ukrainian].
  11. Lisnychyi, V.M. & Tsaplin, Yu.O. (2008). Suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku otrymannia biohazu v Ukraini [Current state and prospects of biogas production in Ukraine]. *Enerhiya iz biomasy: materialy IV mizhnarodnoyi konferentsiyi [Energy from biomass: materials of the IV international conference]*. (pp. 299–300). Kyiv: ITTF NANU [in Ukrainian].
  12. Martsynkevych, V. (2015). *Povodzhennia z vidkhodamy tvarynnytsva: perevahy tekhnologii anaerobnoho zbrodzhuvannia [Livestock waste management: advantages of anaerobic fermentation technology]*. URL: [https://biz.censor.net/resonance/3228545/komu\\_prinadlejat\\_krupneyishie\\_biogazovye\\_kompanii\\_v\\_ukraine](https://biz.censor.net/resonance/3228545/komu_prinadlejat_krupneyishie_biogazovye_kompanii_v_ukraine)
  13. IEA. Statistics. Total. 2012. URL: <http://www.iea.org/topics/renewables/>.
  14. IEA. Statistics. Ukraine. URL: <http://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?country=UKRAINE&product=balances&year=2012>.
  15. Morev, Yu.B. (1990). *Iskusstvennoe razvedenye dozhdevykh chervei [Artificial breeding of earthworms]*. Frunze: Ilym [in Russian].
  16. Cherkasy experimental station of bioresources NAAS (2019). *Efektynist vykorystannia pryrodnykh mineralnykh sorbentiv v hodivli amerykanskoï norky [The effectiveness of natural mineral sorbents in the feeding of American mink]*. Cherkasy [in Ukrainian].
  17. Honchar, O.F. (2009). Vyznachennia mekhanizmu vplyvu mineralnoi dobavky saponit na produktyvnist ta reproduktyvnu funktsiiu norok [Determination of the mechanism of influence of the mineral supplement saponite on the productivity and reproductive function of mink]. *Naukovo-tekhmichnyi biuleten Instytutu tvarynnytsva UAAN – Scientific and technical bulletin of the Institute of Animal Husbandry UAAS*, 100, 205–210 [in Ukrainian].
  18. Honchar, O.F. & Havrysh, O.M. (2009). Vplyv pryrodnoho kremnezemu saponit u ratsioni samok nutrii na perebih vahitnosti [Influence of natural silica saponite in the diet of female nutria on pregnancy]. *Rozvedennia i henetyka tvaryn – Breeding and genetics of animals*, 43, 95–102 [in Ukrainian].
  19. Michel, Marcon. (2009). Energy consumption in livestock housing (pigs). *European Forum Livestock housing for the future* (pp. 1–6). LILLE (France). [in English].
  20. Nebylytsia, M.S. (2020). Ekolohichno bezpechnyi sposib pidvyshchennia enerhoefektyvnosti prymyshchennia dlia utrymmnia pidsysnykh svynomatok [Environmentally friendly way to increase the energy efficiency of the premises for suckling sows]. *Visnyk Poltav's'koyi derzhavnoyi ahrarynoyi akademiyi – Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 3 (98), 174–183. DOI: <https://doi.org/10.131210/visnyk2020.03.19> [in Ukrainian].
  21. Moklyanchuk, L.I. & Furdychko O.I. (Ed.) (2016). *Metodychni rekomendatsii zi skorochennia vykydiv amiak u silskohospodarskykh dzherel [Guidelines for reducing ammonia emissions from agricultural sources]*. Kyiv [in Ukrainian].
  22. Honchar, O.F., Konovalenko, T.F. & Havrysh, O.M. (2008). Zberzhennia ta vidtvorennia ahrobioriznomanittia v umovakh suchasnoho silskohospodarskoho vyrobnytstva [Conservation and reproduction of agrobiodiversity in the conditions of modern agricultural production]. *Istoriia osvity, nauky i tekhniky v Ukraini: materialy IV konferentsii molodykh uchenykh ta spetsialistiv [History of education, science and technology in Ukraine: materials of the IV conference of young scientists and specialists]*. (pp. 95–97). Kyiv-Kharkiv [in Ukrainian].
  23. Bashchenko, M.I., Honchar, O.F., Lavrov, V.V. & Derii, S.I. (2009). *Ekolohichna merezha Tsentralnoho Prydniprov'ia: monohrafiia [Ecological network of the Central Dnieper: monograph]*. Kyiv: Tsentr ekolohichnoi osvity ta informatsii [in Ukrainian].
  24. Boiko, O., Honchar, O., Havrysh, O. & Osokina, T. (2021). Protected area in Ukraine. Monograph [in English].

Стаття надійшла до редакції журналу 22.12.2021

## ЖИТТЄВІ ФОРМИ СУБТРОПІЧНИХ РОСЛИН ТА ЇХ МОДИФІКАЦІЯ ЗА УМОВИ ІНТРОДУКЦІЇ В ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

В.В. Красовський<sup>1</sup>, Р.М. Федько<sup>2</sup>, Т.В. Черняк<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Хорольський ботанічний сад (м. Хорол, Полтавська обл., Україна)  
e-mail: horolbotsad@gmail.com; ORCID: 0000-0002-8302-6593  
e-mail: horolbotsad@gmail.com; ORCID: 0000-0001-5463-2642

<sup>2</sup> Дослідна станція лікарських рослин  
Інституту агроєкології і природокористування НААН  
(с. Березоточа, Лубенський р-н, Полтавська обл., Україна)  
e-mail: ukrvilar@ukr.net; ORCID: 0000-0002-3588-7866

Наведено таксономічний склад колекції субтропічних рослин Хорольського ботанічного саду, що складається з 25 видів: *Asimina triloba* (L.) Dunal, *Cydonia oblonga* Mill., *Chaenomeles × californica* Clarke ex Weber, *Cormus domestica* L., *Mespilus germanica* L., *Crataegus azarolus* L., *Crataegus opaca* Hooker & Arn., *Prunus dulcis* (Mill.) D.A. Webb, *Prunus armeniaca* L., *Hovenia dulcis* Thunb., *Ziziphus jujuba* Mill., *Elaeagnus multiflora* Thunb., *Elaeagnus umbellata* Thunb., *Maclura tricuspidata* (Carrère) Bureau, *Ficus carica* L., *Passiflora incarnata* L., *Punica granatum* L., *Feijoa sellowiana* O.Berg, *Pistacia vera* L., *Citrus trifoliata* L., *Diospyros virginiana* L., *Actinidia chinensis* Planch., які представлені на колекційних ділянках «Сад субтропічних плодкових культур», «Райський сад» та «Формовий плодівий сад». З огляду тривалого формування колекційного фонду ботанічного саду, кожна культура знаходиться на певній стадії інтродукції. Під час пошуку оптимальної життєвої форми для субтропічних плодкових інтродуцентів в умовах Лісостепової зони України виявлено проблемні моменти та запропоновано шляхи їх вирішення. За проведення модифікації форми крони враховували морфологічну будову, особливості росту та розвитку інтродуцента в нових умовах, стійкість до несприятливих погодних умов. Субтропічні плодіві культури Хорольського ботанічного саду: *Asimina triloba* L., *Punica granatum* L., *Ziziphus jujuba* Mill., *Ficus carica* L., *Amygdalus communis* L., *Mespilus germanica* L., *Diospyros virginiana* L. досліджуються як інтродукційні популяції. За створення садових композицій із субтропічних видів звертали увагу на реакцію інтродуцентів до несприятливих погодних умов. Відповідно до схеми насаджень, враховані можливі штучні форми крони рослин: формування рослини з низьким штаблом та однаковими округлими кронами, у вигляді кулястих кущів, з основними пагонами-провідниками сформованими у вигляді висхідних спіралей. Встановлено, що більша частина видового складу колекції субтропічних рослин (22 види) мають як типові, так і похідні життєві форми. 7 видів: *Laurus nobilis*, *Ficus carica*, *Camellia sinensis*, *Passiflora incarnate*, *Feijoa sellowiana*, *Punica granatum*, *Olea europaea* в умовах інтродукції в Лісостепу України потребують обов'язкової модифікації життєвої форми, що полягає у підрізці, а також в утепленні крони у холодний період року.

**Ключові слова:** біоморфа, колекція, південні плодіві види, аридизація, габітус, підрізка, утеплення.

### ВСТУП

У процесі еволюції рослини в межах різних кліматичних поясів адаптувалися до певних умов навколишнього середовища і відповідно до умов сформували свій габітус, анатомічну будову, змінили фізіологічні процеси та біологічні особливості.

Для визначення зовнішнього вигляду (габітусу) рослин, датським ботаником Й. Вармінгом у 1884 р. введено поняття «життєва форма». У природі життєві форми виникають історично у ході адаптації до умов навколишнього природного середовища, що зумовлює утворення біологічно корисних ознак і структур. Життєві форми

стали наслідком тривалої еволюції і часто закріплені спадково. Однак за певних меж життєва форма має деяку пластичність і залежно від конкретних умов може варіювати, тобто особина в онтогенезі набуває тієї життєвої форми, яка найбільш адаптована до комплексу конкретних умов навколишнього середовища [1–3]. Таким чином, життєва форма, або біоморфа, є зовнішнім проявом і біологічною адаптацією рослинних організмів, які виникають у процесі онтогенезу під дією комплексу пануючих чинників в умовах зростання.

На теренах України, у садівництві, здавна важливим агротехнічним заходом, що певним чином впливає на габітус рослин і формує крону, зручну для господарських чи декоративних потреб, є обрізування і формування плодкових дерев та кущів. Цей захід є економічно доцільним, оскільки спрощує догляд за рослинами, збирання врожаю, задовольняє естетичні потреби тощо. Модифікуючи таким чином життєву форму рослин із відповідним розташуванням скелетних і плодоносних гілок, регулюється світловий, поживний і водний режими, що своєю чергою, впливає на ростові процеси та врожайність [4; 5]. Однак застосування обрізування як заходу модифікації життєвої форми рослин, не залучає механізми щодо передачі набутої життєвої форми нащадкам.

Глобальні зміни клімату у бік аридизації та потепління, сприяють розширенню асортименту культивованих видів рослин Лісостепу України за рахунок акліматизації субтропічних рослин. Разом із тим, необхідною умовою успішної адаптації цінних субтропічних видів є підбір оптимальних умов культивування та модифікації життєвих форм інтродукованих рослин.

### АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

У Лісостеповій зоні України, впродовж тривалого часу, дослідниками приділяється значна увага інтродукції рослин із корисними властивостями, у т. ч. і субтропічного походження. Результати таких досліджень висвітлюються у збірниках матеріалів нау-

кових конференцій, фахових періодичних виданнях. Перспективність інтродукції субтропічних рослин у Лісостепу України пов'язують як із глобальними змінами клімату, так і з значним біологічним і господарським їх потенціалом [6–9].

Дослідженню механізмів пристосування рослин до зміненого середовища, інтродукції та селекції південних плодкових рослин присвячені монографії науковців НБС ім. М.М. Гришка (м. Київ), серед яких праці І.М. Шайтана, П.А. Мороз, С.В. Клименко, Н.А. Кохна, А.Н. Курдюка та ін. [10–12], сучасні дослідження викладені в працях українських науковців: В.М. Меженського, Л.О. Меженської, Б.Є. Якубенко, Т.М. Черевченко [13–15].

Уперше в Лісостеповій зоні України презентовано окремою науково-дослідною колекцією субтропічні рослини (Хорольський ботанічний сад Полтавської обл.), що зростають у відкритому ґрунті, частина з їх культивується як вкривна на зиму культура [16; 17].

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктом досліджень були живі субтропічні рослини *Asimina triloba* (L.) Dunal, *Cydonia oblonga* Mill., *Chaenomeles × californica* Clarke ex Weber, *Cornus domestica* L., *Mespilus germanica* L., *Crataegus azarolus* L., *Crataegus opaca* Hooker & Arn., *Prunus dulcis* (Mill.) D.A. Webb, *Prunus armeniaca* L., *Hovenia dulcis* Thunb., *Ziziphus jujuba* Mill., *Elaeagnus multiflora* Thunb., *Elaeagnus umbellata* Thunb., *Maclura tricuspidata* (Carrère) Bureau, *Ficus carica* L., *Passiflora incarnata* L., *Punica granatum* L., *Feijoa sellowiana* O. Berg, *Pistacia vera* L., *Citrus trifoliata* L., *Diospyros virginiana* L., *Actinidia chinensis* Planch. представлені на колекційних ділянках «Сад субтропічних плодкових культур», «Райський сад» та «Формовий плодвий сад» Хорольського ботанічного саду. Для збагачення колекційного фонду ботанічного саду субтропічними рослинами з'ясовано адаптивний потенціал та перспективність інтродукції *Laurus nobilis* L., *Camellia sinensis* (L.) Kuntze, *Olea europaea* L.

Польові дослідження здійснювали на території колекційних ділянок Хорольського ботанічного саду.

**Метою роботи** є виявлення проблемних моментів у пошуку оптимальної життєвої форми для субтропічних плодкових інтродуцентів в умовах Лісостепової зони України та запропонувати шляхи їх вирішення. За визначення форми крони враховували морфологічну будову, особливості їх росту та розвитку в нових умовах, стійкість, вплив основних агротехнічних прийомів вирощування та догляду [1; 2].

Методи дослідження: аналіз доступної інформації, фенологічні спостереження, біометричні вимірювання, фотофіксація, опис, прогнозування.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Для збільшення продукції рослинництва, зокрема плідництва, що має як харчове, так і лікарське значення, важливим кроком є розширення районів культивування інтродукованих рослин та інтродукція нових субтропічних видів у зоні Лісостепу України. Кліматичні умови та інші чинники середовища є основними важелями впливу, що формують реакцію субтропічних рослин-інтродуцентів. Не менш важливою, за розроблення основ культивування у нових кліматичних умовах, є морфологічна диференціація виду, включаючи зміну життєвої форми рослини.

Колекція субтропічних рослин Хорольського ботанічного саду представлена 25-ма видами. З огляду на те, що збір колекції здійснювався поступово, впродовж більш ніж 10 років, тому різні субтропічні види знаходяться на певній стадії інтродукції.

Особливістю інтродукційних досліджень субтропічних плодкових культур Хорольського ботанічного саду є те, що деякі види досліджуються як інтродукційні популяції, це: *Asimina triloba* L., *Punica granatum* L., *Ziziphus jujuba* Mill., *Ficus carica* L., *Amygdalus communis* L., *Mespilus germanica* L., *Diospyros virginiana* L. У процесі створення колекції рослини висаджу-

валися окремими однорідними групами, суцільним рядами, в регулярному стилі. Міжряддя та відстань у ряду між рослинами *A. triloba*, *A. communis*, *M. germanica*, *D. virginiana* становлять 4,0 м, а *P. granatum*, *Z. jujuba*, *F. carica* висаджені в ряду через 2 м. Висаджування рослин у регулярному стилі полегшує догляд за ними та забезпечує зручність у проведенні фенологічних спостережень, формуванню крон, відбору стійких форм, виконанню заходів із захисту рослин від несприятливих погодних умов у зимовий період тощо.

До несприятливих погодних умов Лісостепової зони України для рослин субтропічного кліматичного поясу у холодний період року можна віднести значні снігопади, перевантаження крони налиплим снігом або ожеледицею, низька температура повітря (морози нижче  $-15^{\circ}\text{C}$ ). До прикладу, вид *A. triloba* має ламкі багаторічні гілки, які від значного налипання снігу обламуються. Встановлені критерії пошкодження *F. carica* та *P. granatum* свідчать, що єдиним надійним способом захисту цих видів у зимовий період є пригинання рослин до поверхні ґрунту, фіксація гачками та утеплення.

Зважаючи на реакцію субтропічних плодкових культур на несприятливі погодні умови, за створення садових композицій із субтропічних видів, враховані можливі штучні форми крони рослин відповідно до схеми насаджень. Так, для *A. triloba*, *A. communis*, *M. germanica*, *D. virginiana* запропоновано застосування формування рослини з низьким штаблом та однаковими округлими кронами заввишки до 3,5 м та з діаметром 3,0 м, *Z. jujuba* заввишки до 2,5 м та з діаметром до 1,5 м, *F. carica* та *P. granatum* у вигляді кулястих кущів заввишки та з діаметром до 1,5 м з основними пагонами-провідниками сформованими у вигляді висхідних спіралей.

Для порівняння та визначення способів подальшої модифікації життєвих форм субтропічних рослин подано короткий біоморфологічний опис видів згідно з проведеним аналізом інформаційних джерел, а саме:

*A. triloba* являє собою невелике листопадне дерево заввишки 3–4 м [18], за іншими даними 8–10 м. Форма крони пірамідальна, у зрілому віці — широко пірамідальна. Багаторічні гілки тонкі, ламкі, гілкування симподіальне [15].

*L. nobilis* вічнозелене дводомне (рідко — однодомне) дерево до 8–10 м заввишки, має густу пірамідальну крону [19].

*C. oblonga* — дерево або кущ заввишки від 4 до 8 м. У природних умовах вона переважно має вигляд куща, що складається із 2–8 стовбурів, з більш-менш розлогими гілками [12].

*Ch. × californica* — кущ 1,5–2 м заввишки. Гілки численні, жорсткі, прямостоячі, зі шпорцевими колючками [20].

*C. domestica* — дерево 10–15 м заввишки, а окремі екземпляри досягають 20 м. Крона компактна, куляста, рідше пірамідальна.

*M. germanica* являє собою дерево або кущ заввишки 3–6 м, має густу крону, гілки подекуди вкриті нечисленними колючками, проте відсутні у частини культурних форм та сортів, кущисте деревце, у 10-річному віці 2 м [21; 22].

*C. azarolus* — кущ або невелике дерево заввишки 6 м з діаметром крони до 3 м. Колючки на прямостоячих пагонах нечисленні (до 1,5 см завдовжки), у деяких сортів взагалі відсутні.

*C. opaca* характеризується як невелике дерево або великий кущ заввишки 3,5–11 м. Стовбур високий і вузький, крона округла на гілках колючки.

*P. dulcis* — листопадне дерево заввишки 4–6 м або гіллястий кущ заввишки 2–3 м [15].

*P. armeniaca* являє собою крупне дерево заввишки до 15 м з щільною міцною деревиною [23].

*H. dulcis* листопадний кущ або дерево до 10 м заввишки [24].

*Z. jujuba* — широкогіллястий колючий кущ 3–8 м заввишки або невелике дерево до 10–12 м кутасто-звивистими голими гілками. По кутах гілок розміщені парні міцні та гострі колючки до 3 см завдовжки та тонкі, прямі, дворяднооблистяні пагони,

що нагадують складний перистий листок [15].

*E. multiflora* — розлогий кущ або невисоке дерево заввишки 1,5–8 м, яке залежно від температурного режиму може проявляти себе як листопадна або вічнозелена рослина. Крона цієї рослини може мати різноманітну форму.

*E. umbellata* — кущ, досягає висоти 2,5 м, з повільними темпами росту. Крона широкорозлога, має розкинуті пагони, гнучкі гілки з колючками, які спостерігаються лише у молодому віці рослини.

*M. tricuspidata* деревоподібна з кривим стовбуром листопадна дводомна субтропічна плодова рослина заввишки до 6 м, може мати форму розлогого куща. Пагони мають шипи завдовжки 0,5–2 см. Рослини тривалий час зростають у формі куща, у 20–30-річному віці досягають 2–3 м заввишки.

*F. carica* дводомна субтропічна листопадна плодова рослина, що зростає як дерево з широкорозлогою кроною досягаючи висоти 10–12 м [9], проте за несприятливих умов може набувати форми багатостовбурового дерева або куща.

*P. incarnata* — це багаторічний трав'янистий кущ, ліаноподібні стебла якого у вологих субтропіках досягають 6–9 м. Стебло гладеньке, округле, при основі дерев'яніє, кріпиться до опори за допомогою вусиків, при відсутності опори сланке. В умовах Кавказу надземна частина рослини щороку відмирає, а навесні відростає із сплячих бруньок, які зберігаються на кореневищі.

*P. granatum* — розгалужене дерево або кущ 3–5 м заввишки. Гілки кутасті, часто з колючками [9].

*F. sellowiana* являє собою вічнозелений кущ заввишки 2,5–3 м з діаметром крони до 3 м [15].

*P. vera* — дводомна листопадна багатостовбурна деревна рослина заввишки 5–8 м або кущ, що має густу крону [21].

*C. trifoliata* — єдиний листопадний вид роду *Citrus* L., являє собою невелике дерево заввишки 3–5 м або кущ. Рослина має розлогу шатроподібну крону, молоді паго-



ни мають сплюснуту форму з пазушними колючками завдовжки до 5 см.

*D. virginiana* — дерево заввишки 15–25 м, за іншими даними 12–18 м [9; 15]. Форма крони округла або розлога.

*C. sinensis* — вічнозелений кущ за зростання у природних умовах має висоту 2–3 м, інколи дерево до 10 м [9; 18].

*A. chinensis* — кущ із виткими пагонами до 8 м заввишки [15].

*O. europaea* — вічнозелене субтропічне дерево заввишки 5–8 м, окремі дерева досягають 20 м з кулястою або овальною кроною [9].

Перспективними для досліджень є: *L. nobilis*, *A. chinensis*, *C. sinensis*, *C. azarolus*, *C. opaca*, *O. europaea*, *E. multiflora*.

Залежно від умов зростання, за класифікацією І.Г. Серебрякова, може реалізу-

ватися кілька життєвих форм, як морфологічна реакція на стресори і адаптація до них. Варто зазначити, що у значної частини досліджуваних нами видів субтропічних рослин спостерігається саме така реакція. Тому важливо розрізняти типову для кожного з видів рослини життєву форму, яка формується в оптимальних умовах, і похідну, яка є результатом адаптації рослини до нетипових для неї умов зростання.

Такі види, як *A. triloba*, *C. oblonga*, *Ch. × californica*, *C. domestica*, *M. germanica*, *C. azarolus*, *C. opaca*, *P. dulcis*, *P. armeniaca*, *H. dulcis*, *Z. jujuba*, *E. multiflora*, *E. umbellata*, *M. tricuspidata*, *D. virginiana*, *P. vera*, в умовах інтродукції в Лісостепу України, за нашими спостереженнями, можуть мати типову або похідну життєву форму (табл.).

**Типові та похідні життєві форми субтропічних рослин досліджуваних в Хорольському ботанічному саду**

№ з/п	Види рослин	Життєва форма	
		дерево	кущ
1	<i>Asimina triloba</i> (L.) Dunal	+	
2	<i>Laurus nobilis</i> L.	+	
3	<i>Cydonia oblonga</i> Mill.	×	+
4	<i>Chaenomeles × californica</i> Clarke ex Weber		+
5	<i>Cormus domestica</i> L.	+	
6	<i>Mespilus germanica</i> L.	+	×
7	<i>Crataegus azarolus</i> L.	×	+
8	<i>Crataegus opaca</i> Hooker & Arn.	+	×
9	<i>Prunus dulcis</i> (Mill.) D.A. Webb	+	×
10	<i>Prunus armeniaca</i> L.	+	
11	<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	×	+
12	<i>Ziziphus jujuba</i> Mill.	×	+
13	<i>Elaeagnus multiflora</i> Thunb.	×	+
14	<i>Elaeagnus umbellata</i> Thunb.		+
15	<i>Maclura tricuspidata</i> (Carrière) Bureau	+	×
16	<i>Ficus carica</i> L.	+	
17	<i>Passiflora incarnata</i> L.		+
18	<i>Punica granatum</i> L.	+	×
19	<i>Feijoa sellowiana</i> O.Berg		+
20	<i>Pistacia vera</i> L.	+	×
21	<i>Citrus trifoliata</i> L.	+	×
22	<i>Diospyros virginiana</i> L.	+	
23	<i>Camellia sinensis</i> (L.) Kuntze	+	
24	<i>Actinidia chinensis</i> Planch.		+
25	<i>Olea europaea</i> L.	+	

Примітка: Життєві форми: + — типова; × — похідна.



**Рис. 1.** Модифікована життєва форма *F. carica* (світлина після зняття утеплювального матеріалу), 15.04.2022 р.



**Рис. 2.** Модифікована життєва форма *P. granatum* (світлина після зняття утеплювального матеріалу), 15.04.2022 р.

Зважаючи на практичні цілі *A. triloba*, *C. oblonga*, *Ch. × californica*, *C. domestica*, *M. germanica*, *P. armeniaca*, *Z. jujuba*, *E. multiflora*, *E. umbellate*, *F. carica*, *D. virginiana* зберегли таку корисну властивість, як плодоношення, адже заради цього і проводиться

їх інтродукція. Ці види на 6–9 році життя почали плодоносити як за типової, так і похідної життєвої форми за винятком *F. carica*, *P. dulcis*, *H. dulcis*, *M. tricuspidata*, *P. incarnata*, *P. granatum*, *P. vera*, *C. trifoliata* вегетують та дають приріст за умови куль-



**Рис. 3.** Формування суцвіть *F. carica*, 07.07.2021 р.



**Рис. 4.** Цвітіння *P. granatum*, 26.06.2021 р.



тивування за типової (похідної) життєвої форми, у плодоношення не вступили за віком.

*F. carica*, *P. granatum* мають модифіковану життєву форму (рис. 1, 2), що дає змогу культивувати їх як вкривну на зиму культуру [17]. *F. carica* та *P. granatum* щороку вегетують, перший вид плодоносить щороку (рис. 3), інший щороку квітує, утворює дзвоникоподібний тип квіток (рис. 4).

*M. tricuspidata*, *P. vera*, *C. trifoliata* в Хорольському ботанічному саду випробовуються як рослини, що мають похідну життєву форму.

*A. chinensis* в умовах інтродукції може мати типову життєву форму, проте має бути сформованою так, щоб на зиму можна було вкривати утеплювальним матеріалом [17].

*L. nobilis* та *C. sinensis* належать до вічнозелених рослин, господарське значення має їх листя, тому в умовах інтродукції життєва форма може бути модифікована у куш, який після заготівлі сировини має бути глибоко підрізаним і на зиму вкритим.

*F. sellowiana* та *O. europaea* також належать до вічнозелених рослин, культивування їх необхідно за життєвої форми у вигляді куща, отже життєву форму останнього необхідно модифікувати у похідну, а також для обох видів розробити специфічну систему захисту від морозів у зимовий період.

*P. incarnata* можливо культивувати як куш із виткими пагонами, що відповідає типовій життєвій формі, проте після плодоношення та видалення надземної частини кореневище потребує надійного захисту від морозів вкриттям утеплювальним матеріалом.

## ВИСНОВКИ

Субтропічні рослини колекції Хорольського ботанічного саду представлені 25-ма видами, кожен з яких знаходиться на певній стадії інтродукції.

У процесі створення колекції субтропічні рослини висаджувалися окремими однорідними групами, суцільним рядами, в регулярному стилі.

Встановлено, що більша частина видового складу колекції субтропічних плодових рослин у ботанічному саду (22 види) мають як типові, так і похідні життєві форми, серед яких 10 мають типову життєву форму, що є позитивним проявом їх адаптації до нетипових умов зростання.

Виокремлено види *L. nobilis*, *F. carica*, *C. sinensis*, *P. incarnate*, *F. sellowiana*, *P. granatum*, *O. europaea* як такі, що в умовах інтродукції в Лісостепу України потребують обов'язкової модифікації життєвої форми, що полягає у підрізі, а також в утепленні крони у холодний період року.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Стеблянюк М.І., Гончарова К.Д., Закорко Н.Г. Ботаніка: Анатомія і морфологія рослин: навч. посіб. Київ: Вища школа, 1995. 384 с.
2. Васильев А.Е. і др. Ботаника: Морфологія і анатомія рослин: учеб. пособ. Москва: Просвещение, 1988. 480 с.
3. Барна М.М. Ботаніка. Терміни. Поняття. Персоналії. Київ: Академія, 1997. 272 с.
4. Шайтан І.М., Клименко С.В. Декоративный плодовый сад. Изд. 2-е, испр. и доп. Киев: Урожай, 1993. 304 с.
5. Омельченко І.К., Третяк К.Д. Як формувати і обрізувати плодові дерева. Київ: Урожай, 1995. 160 с.
6. Інтродукція рослин: сучасний стан, проблеми та перспективи: матеріали Міжнарод. наук. конф. (м. Харків, 14–17 трав. 2019 р.). Харків: Колегіум, 2019. 474 с.
7. Федько Р.М., Білик О.М., Красовський В.В. Інтродукція як шлях до видового збагачення лікарської дендрофлори в Полтавській області. *Агроєкологічний журнал*. 2016. № 2. С. 161–167.
8. Фундаментальні та прикладні аспекти інтродукції рослин в умовах глобальних змін навколишнього середовища: матеріали Міжнарод. наук. конф. (м. Київ, 22–24 верес. 2020 р.). Київ: Ліра-К, 2020. 408 с.
9. Чебан С.Д., Долід А.В., Сіленко В.О., Чердиченко Л.І. Цитрусові та субтропічні плодові культури. Кам'янець-Подільський: Едельвейс, 2013. 198 с.
10. Шайтан І.М., Мороз П.А., Клименко С.В. Інтродукція і селекція южних плодових рослин. Київ: Наук. думка, 1983. 216 с.
11. Кохно Н.А., Курдюк А.Н. Теоретические основы и опыт интродукции древесных растений в Украине. Киев: Наукова думка, 1994. 188 с.
12. Клименко С.В. Айва обыкновенная. Киев: Наукова думка, 1993. 288 с.

13. Меженський В.М., Меженська Л.О., Якубенко Б.С. Нетрадиційні ягідні культури: рекомендації з селекції та розмноження. Київ: Компрінт, 2014. 119 с.
14. Черевченко Т.М. та ін. Збереження та збагачення рослинних ресурсів шляхом інтродукції, селекції та біотехнології: моногр. / за ред. Т.М. Черевченко. Київ: Фітосоціоцентр, 2012. 432 с.
15. Казас А.Н. та ін. Субтропические плодовые и орехоплодные культуры: научно-справочное издание. Симферополь: ИТ Ариал, 2012. 304 с.
16. Красовський В.В., Козлов А.В. Ботанічний сад у системі ландшафтної забудови міста Хорола: моногр. Полтава: Дивосвіт, 2018. 116 с.
17. Спосіб формування крони інжиру *Ficus carica* (L.) для зимового укриття при інтродукції у Лісостепу України: Патент Україна. № 105542. опубл. 26.05.2014. Бюл. № 10. 4 с.
18. Федоренко В.С. Субтропические и тропические плодовые культуры: учеб. пособ. Киев: Выща шк., 1990. 239 с.
19. Фармацевтична енциклопедія / за ред. В.П. Черних. Київ: МОРІОН, 2010. 1632 с.
20. Меженський В.Н. Хеномелес. Москва: ООО «Издательство АСТ»; Донецк: Сталкер, 2004. 62 с.
21. Саркитов Н.Д. Плодовые и ягодные растения: энциклопедический словарь-справочник. Москва: ТЕРРА — Книжный клуб, 2003. 560 с.
22. Меженський В.М. Склад і використання колекції нетрадиційних плодовых культур. 5. Мушмула (*Mespilus L.*). *Генетичні ресурси рослин*. 2008. № 5. С. 49–54.
23. Ботез М., Бурлой Н. Культура абрикоса / под ред. М.Д. Исаковой. Москва: Колос, 1980. 152 с.
24. Ольшанський І.Г. Родина *Rhamnaceae* Juss. у флорі України. *Чорноморський ботанічний журнал*. 2014. Т. 10. № 2. С. 190–201.

## REFERENCES

1. Steblianko, M.I., Honcharova, K.D. & Zakorko, N.H. (1995). *Botanika: Anatomia i morfolohiia roslin [Botany: Anatomy and morphology of plants]*. Kyiv: Vyshcha shkola [in Ukrainian].
2. Vasil'yev, A.Ye. et al. (1988). *Botanika: Morfologiya i anatomiya rasteniy [Botany: Morphology and anatomy of plants]*. Moskva: Prosveshcheniye [in Russian].
3. Barna, M.M. (1997). *Botanika. Terminy. Ponattia. Personalii [Botany. Terms. Concept. Personalities]*. Kyiv: Akademiia [in Ukrainian].
4. Shaytan, I.M. & Klimenko, S.V. (1993). *Dekoratyvnyy plodovyy sad [Decorative orchard]*. Kiev: Urozhay [in Russian].
5. Omelchenko, I.K. & Tretiak, K.D. (1995). *Yak formuvaty i obrizuvaty plodovi dereva [How to shape and prune fruit trees]*. Kyiv: Urozhai [in Ukrainian].
6. *Introduktsiia roslin: suchasnyi stan, problemy ta perspektyvy [Plant introduction: current state, problems and prospects]*. (474 p.). Kharkiv: Kolehium [in Ukrainian].
7. Fedko, R.M., Bilyk, O.M. & Krasovskiy, V.V. (2016). *Introduktsiia yak shliakh do vydovoho zbahachennia likarskoi dendroflory v Poltavskii oblasti [Introduction as a way to species enrichment of medicinal dendroflora in Poltava region]*. *Ahroekologichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 2, 161–167 [in Ukrainian].
8. *Fundamentalni ta prykladni aspekty introduktsii roslin v umovakh hlobalnykh zmin navkolyshnoho seredovyscha [Fundamental and applied aspects of plant introduction in the context of global environmental change]*. (408 p.). Kyiv: Lira-K [in Ukrainian].
9. Cheban, S.D., Dolid, A.V., Silenko, V.O. & Cherednychenko, L.I. (2013). *Tsytrusovi ta subtropichni plodovi kultury [Citrus and subtropical fruit crops]*. Kamianets-Podilskiy: Edelveis [in Ukrainian].
10. Shaytan, I.M., Moroz, P.A. & Klimenko, S.V. (1983). *Introduktsiya i selektsiya yuzhnykh plodovykh ras-*  
*teniy [Introduction and selection of southern fruit plants]*. Kiev: Nauk. dumka [in Russian].
11. Kokhno, N.A. & Kurdyuk, A.N. (1994). *Teoreticheskiye osnovy i opyt introduktsii drevesnykh rasteniy v Ukraine [Theoretical foundations and experience of the introduction of woody plants in Ukraine]*. Kiev: Naukova dumka [in Russian].
12. Klimenko, S.V. (1993). *Ayca obyknovennaya [Quince ordinary]*. Kiev: Naukova dumka [in Russian].
13. Mezhen'skiy, V.M., Mezhen'ska, L.O. & Yakubenko, B.Ie. (2014). *Netradytsiini yagidni kultury: rekomendatsii z selektsii ta rozmnozhenia [Unconventional berry crops: recommendations for selection and propagation]*. Kyiv: Kompryn [in Ukrainian].
14. Cherevchenko, T.M. (Ed.). (2012). *Zberezheniia ta zbahachenniia roslinnykh resursiv shliakhom introduktsii, selektsii ta biotekhnologii [Conservation and enrichment of plant resources through the introduction, selection and biotechnology]*. Kyiv: Fitosotsiotsentr [in Ukrainian].
15. Kazas, A.N. et al. (2012). *Subtropicheskiye plodovyye i orekhoplodnyye kul'tury [Subtropical fruit and nut crops]*. Simferopol': IT Arial [in Russian].
16. Krasovskiy, V.V. & Kozlov, A.V. (2018). *Botanichnyi sad u systemi landshaftnoi zabudovy mista Khorola [Botanical garden in the system of landscaping of the city of Khorol]*. Poltava: Dyvosvit [in Ukrainian].
17. Krasovsky, V.V. (2014). *Sposib formuvannia krony inzhynu Ficus carica (L.) dlia zymovoho ukryttia pry introduktsii u Lisostep Ukrainy: Patent 105542 na vynakhid [Method of forming fig crown of Ficus carica (L.) for winter shelter during introduction to Forest-steppe of Ukraine: Patent 105542 for invention]*. *Bull. No. 10* [in Ukrainian].
18. Fedorenko, V.S. (1990). *Subtropicheskiye i tropicheskiye plodovyye kul'tury [Subtropical and tropical fruit crops]*. Kiev: Vyshcha shk. [in Russian].
19. Chernykh, V.P. (Ed.). (2010). *Farmatsevtichna entsyklopediia [Pharmaceutical encyclopedia]*. Kyiv: MORION [in Ukrainian].

20. Mezhenskiy, V.N. (2004). *Khenomeles [Chaenomeles]*. Moskva: ООО «Izdatel'stvo AST»; Donetsk: Stalker [in Russian].
21. Sarkitov, N.D. (2003). *Plodovyye i yagodnyye rasteniya [Fruit and berry plants]*. Moskva: TERRA – Knizhnyy klub [in Russian].
22. Mezhenskiy, V.M. (2008). Sklad i vykorystannya kolektsii netradytsiinykh plodovykh kultur. 5. Mushmula (*Mespilus L.*) [Composition and use of a collection of non-traditional fruit crops. 5. Medlar (*Mespilus L.*)]. *Henetychni resursy roslin – Genetic resources of plants*, 5, 49–54 [in Ukrainian].
23. Botez, M., Burloy, N. & Isakova, M.D. (Ed.) (1980). *Kul'tura abrikosa [Apricot culture]*. Moskva: Kolos [in Russian].
24. Olshanskyi, I.H. (2014). Rodyna Rhamnaceae Juss. u flori Ukrainy [Family Rhamnaceae Juss. in the flora of Ukraine]. *Chornomorskyi botanichnyi zhurnal – Black Sea Botanical Journal*, 10, 2, 190–201 [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 09.01.2022

---

## ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ФЛОРИСТИЧНОЇ СТРУКТУРИ ДЕВАСТОВАНИХ ЗЕМЕЛЬ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

О.В. Мудрак<sup>1</sup>, А.П. Магдійчук<sup>2</sup>

<sup>1</sup> КЗВО «Вінницька академія безперервної освіти» (м. Вінниця, Україна)  
e-mail: [ov\\_mudrak@ukr.net](mailto:ov_mudrak@ukr.net); ORCID: 0000-0002-1776-6120

<sup>2</sup> Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)  
e-mail: [mahdiichuk@gmail.com](mailto:mahdiichuk@gmail.com); ORCID: 0000-0001-6719-2148

У статті висвітлено особливості флористичної структури девастрованих земель Правобережного Лісостепу на прикладі Андрійковецького піщаного кар'єру. Дослідження здійснено з використанням загальнонаукових методів (аналіз, синтез, спостереження), польових та камеральних досліджень, зібрано гербарні зразки та складено конспект флори кар'єру, проведено її класифікацію за еколого-ценотичною і біоморфологічною структурою. Екологічні умови в межах гірничовидобувних об'єктів формуються індивідуально, що пов'язують із ступенем антропогенного порушення та природних умов регіону. Зазначено, що після припинення експлуатації об'єкта дослідження, піонерне заселення рослин у межах кар'єру відбувалось під впливом таких чинників, як нестабільні гідрокліматичні умови (значний вплив має доступність вологи для рослин), елементний склад та структура піщаного субстрату, нерівномірний рельєф. Упродовж трьох років дослідження, за зібраним гербарним матеріалом було ідентифіковано 71 вид рослин, провідними родинами є *Asteraceae* (14 родів), що є типовим для голарктичних флор; *Rosaceae* (10 родів); *Fabaceae* (5 родів). Визначено, що за класифікацією Раункієра, на території кар'єру переважають гемікриптофіти, за класифікацією Серебрякова — трав'яні полікарпіки. Проаналізовано екологічну структуру флори, яка відображає пристосування рослин до умов середовища та впливає на їх розподіл у ектопах: за відношенням рослин до світла домінують геліофіти, поширені на найбільш освітлюваних ділянках (*Galium mollugo* L., *Medicago sativa* L., *Trifolium pratense* L.); до вологи — мезофіти, температури — мегатерми, живлення — мезотрофи. Наявність значної кількості мезофітних і мезотрофних видів свідчить про початок накопичення необхідних для розвитку стійкого фітоценозу елементів та гумусових сполук. Серед ценоморф, найчисельнішими є рудеранти (22,5% від загальної кількості видів), сільванти (11,3%), степанти (11,3%) та перехідні типи: пратанти — рудеранти (11,3%) та пратанти-сільванти (8,4%). За ступенем адаптації до антропогенних змін виділено автотонну та алохтонну фракції, до того ж, частка апофітних видів (23 види) переважає над адвентивною (14 видів). Така диференціація флористичного складу підтверджує необхідність проведення ренатуралізаційних заходів для стабілізації едафічних умов, що пришвидшить процес формування зональної флори та збільшення біорізноманіття.

**Ключові слова:** рослинність, життєві форми, самовідновлення, видобування корисних копалин, Андрійковецький кар'єр, рекультивация, синантропізація.

### ВСТУП

Ґрунтовий покрив Правобережного Лісостепу України (Поділля) зазнає надзвичайного антропогенного навантаження. В межах регіону основними деструктивними видами діяльності є сільськогосподарська (внаслідок якої щороку збільшується площа еродованих земель) та гірничодобувна (для розширення площ старих та створення нових кар'єрів відводиться до

1 тис. га) [1]. Після завершення господарського використання формуються великі площі малоприсадатних для подальшого використання земель. Заходи з відновлення, такі як рекультивация з подальшою фітомеліорацією, є важливим етапом для збільшення біотичної продуктивності земель та пришвидшення формування рослинного покриву, адже з моменту піонерного заселення видів до формування стійких зональних фітоценозів може пройти декілька

десятиків років [2]. Враховуючи локальні відмінності між техногенно-порушеними землями, виникає потреба здійснення індивідуального підходу до рекультиваційних та фітомеліоративних робіт, розробки нових методів для покращання загального екологічного стану території.

Поява фітоценозів на субстратах, де рослинність раніше була відсутня, відбувається і без участі людини за присутності рослинних зачатків у відкладах або за потрапляння ззовні рослинних діаспор, видовий розподіл яких повністю залежить від сформованих екологічних умов у межах кар'єрних виїмок. Екологічні умови в межах кожного окремого гірничовидобувного об'єкта формуються індивідуально, що пов'язують із ступенем антропогенного порушення після завершення видобувних робіт та природних умов регіону, в яких вони знаходяться.

**Мета нашого дослідження** — визначення особливостей формування і зміни рослинного покриву девастованих земель Правобережного Лісостепу (на прикладі Андрійковецького піщаного кар'єру, що знаходиться на території Центрального Поділля). Об'єкт дослідження — різні типи рослинності Андрійковецького піщаного кар'єру, її склад, таксономічна, біоморфологічна, еколого-ценотична структура, аналіз.

### АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Природне відновлення деградованих земель може проходити впродовж тривалого часу або не проходити загалом, оскільки новоутворений техногенний комплекс відмінний від фонових природних умов. Формування природного рослинного покриву різних екологічних груп на техногенних субстратах стає об'єктивним підтвердженням адаптації рослин, які долають обмежуючі їх чинники техногенного середовища, сформовані під впливом видобувної діяльності. Результати досліджень поширення видів у межах вугільних [3], залізорудних [4], сірчаних [5; 6], гранітних [7; 8], глиняних [9], базальтових [10], піщаних

[11] кар'єрів свідчать, що умови різко відрізняються через нерівномірність рельєфу та тип корисних копалин, сукцесії проходять неоднорідно. Питання формування рослинності в межах піщаних кар'єрів наразі є недостатньо вивченим та актуальним, особливо в межах території Поділля.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

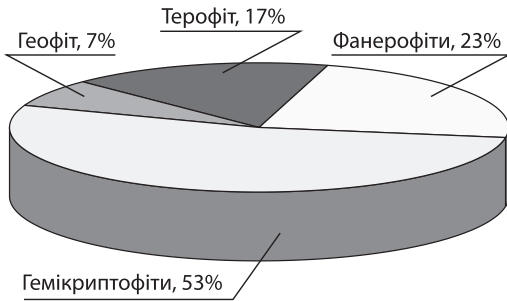
Дослідження видового складу та структури рослинності здійснювалось у межах Андрійковецького піщаного кар'єру, який знаходиться біля с. Андрійківці Розсошанської сільської територіальної громади в умовах Центрального Поділля. Застосовувались загальнонаукові методи (аналіз, синтез, спостереження), польові і камеральні дослідження. Польові дослідження проводились у період з 2019 по 2022 рр., ідентифікація видів здійснювалась у камеральних умовах за зібраними гербарними зразками, назви наведені відповідно до International plant name index [12]. Життєві форми виділено за класифікаціями І.Г. Серебрякова (1964), К. Раункієра (1934) [13], В.М. Голубєва (1965) [14], А.Л. Бельгарда (1950) [15], ценоморфи виділено за В.В. Тарасовим [16]. Оскільки для досліджуваного кар'єру характерним є процес синантропізації (що є типовим для рослинного покриву в межах Правобережного Лісостепу в сукупності з високим рівнем фрагментованості [17]), було охарактеризовано апофітні та адвентивні види за методикою В.В. Протопопової (1991) [18], враховуючи такі показники, як час занесення та ступінь натуралізації антропофітних видів.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Видовий склад флори та особливості розподілу видів у межах кар'єру відбувався під впливом комплексу таких чинників, як нестабільні гідрокліматичні умови (найбільший вплив має доступність вологи), елементний склад та структура піщаного субстрату, нерівномірний рельєф.

До складу флори піщаного кар'єру входить 71 вид рослин, які у таксономічно-





Розподіл видів за класифікацією Раункієра

му відношенні належать до двох відділів (*Equisetophyta*, *Magnoliophyta*). Відділ *Equisetophyta* представлений одним видом – Хвощ польовий (*Equisetum arvense* L.), тому основне видове різноманіття кар'єру належить відділу *Magnoliophyta* (22 родини). Провідне місце у спектрі флори займає родина *Asteraceae* (14 родів), що є типовим

**Екологічна структура флори піщаного кар'єру**

Екоморфа	Кількість видів	У % від загальної кількості
<b>Геліоморфа</b>		
Геліофіт	34	47,80
Геліосціофіт	6	8,45
Сціогеліофіт	31	43,60
<b>Трофоморфа</b>		
Оліготроф	2	2,80
Олігомезотроф	8	11,30
Мезотроф	46	64,80
Евтроф	14	19,70
Олігоевтроф	1	1,40
<b>Гігроморфа</b>		
Ксерофіт	3	4,22
Ксеромезофіт	20	28,16
Мезоксерофіт	14	19,70
Мезофіт	29	40,80
Гігромезофіт	5	7,00
<b>Термоморфа</b>		
Мегатерм	37	52,11
Мезотерм	30	42,25
Мікротерм	2	2,80
Еврітерм	2	2,80

для голарктичних флор; *Rosaceae* (10 родів); *Fabaceae* (5 родів), наявність яких забезпечує насичення збіднених субстратів азотом та утримання мінімальної вологи у верхніх шарах. Розподіл видів за класифікацією Раункієра наведено на *рис.*

Згідно з отриманих даних, на території кар'єру переважають гемікриптофіти (38 видів). Фанерофіти локалізовані біля схилів, на межі з сільськогосподарськими угіддями, та на ділянках з більш однорідними екологічними умовами. Індикатором нерівномірних умов місцезростань є розселення виду Тополя чорна (*Populus nigra* L.) в усіх частинах кар'єру з фенотиповими відмінностями та уповільненням темпу розвитку. Згідно з класифікацією І.Г. Серебрякова, частка багаторічних полікарпічних трав (33 види, або 46,5%), переважає над одно-дворічними монокарпічними травами (22 види, або 32,3%). За структурою надземних пагонів та розміщенням листків трав'янистих рослин (за В.М. Голубевим), переважають безрозеткові (25 видів) та напіврозеткові види (19 видів). За структурою кореневої системи переважають види зі стрижневою кореневою системою. За характером вегетації переважають літньо-зелені види (53 види).

Екологічна структура флори є відображенням пристосування рослин до умов середовища та впливає на їх розподіл у екотопах. Результат проведеного аналізу флори за відношенням рослин до світла (геліоморфи), вологи (гігроморфи), температури (термоморфи), живлення (трофоморфи) наведено у *табл.*

Переважаання світлолюбних рослин у структурі флори є закономірним, вони поширені на добре освітлюваних ділянках центральної та східної частини кар'єру, а також на вершинах схилів, до таких видів належать підмаренник м'який (*Galium mollugo* L.), незабудка дрібноцвіта (*Myosotis stricta* Linkex Roem. & Schult.), люцерна посівна (*Medicago sativa* L.), слива розлога (*Prunus divaricata* Ledeb), конюшина лучна (*Trifolium pratense* L.). Підбіл звичайний (*Tussilago farfara* L.) формує піонерні угруповання навіть на нестійких внутрішніх



схилах та є індикатором сингенетичної сукцесії, однак формації, утворені на ділянках, які підлягають вітрової та водній ерозії, а також частим зсувам породи, є нестійкими. Наявність значної кількості мезотрофних та мезофітних видів свідчить про початок процесів ґрунтоутворення та збільшення кількості необхідних елементів живлення з поступовим накопиченням гумусових сполук. Види локалізовані у західній та південній частині кар'єру, а також на зовнішній частині схилів та у найглибшій північно-центральної частині кар'єру: бромус м'який (*Bromus hordeaceus* L.), тонконіг лучний (*Poa pratensis* L.), верба біла (*Salix alba* L.), кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale* F.H. Wigg., Prim. Fl. Holsat.), горлянка повзуча (*Ajuga reptans* L.).

Залежно від адаптації до біогеоценозу, в межах кар'єру визначено такі основні види ценоморф: пратанти (Pr) — 5 видів, сільванти (Sil) — 8 видів, степанти (St) — 8 видів, культивовані (Cul) — 5 видів, значна кількість рудерантів (Ru) — 16 видів; значну частку складають перехідні типи ценоморф: пратант-галофіт (PrPal) — 1 вид, пратанти-рудерали (PrRu) — 8 видів, пратанти-сільванти (PrSil) — 6 видів, пратанти-степанти (PrSt) — 4 види, петрофіт (Ptr) — 1 вид, петрофіт-псамофіт (PtrPs) — 1 вид, сільванти-степанти (SilSt) — 2 види, сільвант-рудерант (SilRu) — 4 види, степанти-рудеранти (StRu) — 2 види. Значна кількість рудерантів пов'язана із антропогенною діяльністю людини та наявністю в межах кар'єру кількох несанкціонованих сміттєзвалищ.

Характерним для цього кар'єру є і процес синантропізації, що може призвести до втрати типової зональної флори, оскільки дані види здатні пригнічувати та витіснити природні елементи, формуючи нові рослинні угруповання. За ступенем адаптації до антропогенних змін середовища виділено автохтонну (апофітну) і антропофітну (адвентивну або алохтонну) фракції.

Автохтонна фракція складається із аборигенних видів (23 види) і переважає над алохтонною фракцією (14 видів). Серед автохтонної фракції виділяють міс-

цеві види, які перейшли на антропогенні місцезростання — евапофіти (13 видів); види, які активно поширюються в антропогенних місцезростаннях — геміапофіти (8 видів) та випадкові апофіти (2 види). Типовими представниками автохтонної фракції, виділеної в межах досліджуваного кар'єру, єлопух великий (*Arctium lappa* L.), осот звичайний (*Cirsium vulgare* L.), кунічник надземний (*Calamagrostis epigeios* L.), бедринець каменоломний (*Pimpinella saxifraga* L.), морква дика (*Daucus carota* L.), бузина чорна (*Sambucus nigra* L.), люцерна хмелевидна (*Medicago lupulina* L.), підбіл звичайний (*Tussilago farfara* L.), кропива дводомна (*Urtica dioica* L.), хвощ польовий (*Equisetum arvense* L.), синяк Біберштейна (*Echium vulgare* L.) тощо.

Серед адвентивної фракції виділено види за часом заселення: археофіти (7 видів) та кенофіти (7 видів); за ступенем натуралізації: домінують епекофіти (11 видів), агріофіти (3 види). Видовий склад адвентивної фракції включає в себе такі види, як люцерна посівна (*Medicago sativa* L.), полинь гірка (*Artemisia absinthium* L.), золотарник канадський (*Solidago canadensis* L.), будяк пониклий (*Carduus nutans* L.), грицики звичайні (*Capsella bursa-pastoris* L.), щиряца загнута (*Amaranthus retroflexus* L.), мак дикий (*Papaver rhoeas* L.), клен ясенелистий (*Acer negundo* L.), жовтушник дрібноцвітий (*Erysimum cheiranthoides* L.), розторопша плямиста (*Silybum marianum* L. Gaertn), фіалка польова (*Viola arvensis* Murray), цикорій дикий (*Cichorium intybus* L.) тощо.

## ВИСНОВКИ

Після припинення видобування корисних копалин, для стабілізації екологічних умов необхідно здійснювати комплекс заходів із рекультивації. Зменшення впливу лімітуючих чинників едафічного середовища забезпечить формування зональної природної флори. Відсутність таких заходів у межах об'єкта дослідження — Андрийковецького піщаного кар'єру доводить, що диференціація видової структури відбувається саме через вплив антропогенної

діяльності та через сформовані екологічні умови: для досліджуваного кар'єру характерними є поширення значної кількості сегетально-рудеральних видів, а значна синантропізація (аборигенні та адвентивні види сягають понад 52% флори) може

зумовити до втрати видового різноманіття. За пристосуванням до світла, переважають світлолюбні рослини, за відношенням до вологи — рослини помірного зволоження, за адаптацією до живлення — рослини помірного вмісту поживних речовин.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Мудрак О.В. Збалансований розвиток екомережі Поділля: стан, проблеми, перспективи: моногр. Вінниця: СПД Главацька Р.В., 2012. 914 с.
2. Мудрак О.В., Мудрак Г.В. Особливості збереження біорізноманіття Поділля: теорія і практика: моногр. Вінниця: ТОВ «Нілан–ЛТД», 2013. 320 с.
3. Зубов А.О. Екологічна небезпека породних вугільних відвалів у агроландшафтах. *Агроекологічний журнал*. 2019. № 2. С. 16–22. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2019.174013>
4. Павленко А.О., Красова О.О., Коршиков І.І. Сингенетичні процеси на залізородних відвалах північної частини Криворіжжя. *Український ботанічний журнал*. 2017. № 74 (4). С. 360–372. DOI: <https://doi.org/10.15407/ukrbotj74.04.360>
5. Копій М.Л. Вплив сукцесійних процесів на відтворення порушених земель в межах Яворівського сірчаного кар'єру Львівської області. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. Т. 28 (№ 8). С. 45–50. DOI: <https://doi.org/10.15421/40280809>
6. Назаровець У.Р. Оліферчук В.П., Копій Л.І., Копій М.Л. Сукцесії фітоценозів у межах Подорожницького сірчаного кар'єра. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 1. С. 121–127. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2017.221031>
7. Савицька С.В., Редько Г.М., Хом'як І.В. Характеристика еколого-ценотичного профілю через Коростишівський гранітний кар'єр. *Біологічні дослідження*. 2020. С. 431–433.
8. Чегорка П.Т., Манюк В.В., Сижко В.В., Колесник В.М. Біорізноманіття Рибальського кар'єру та шляхи його збагачення. Моніторинг та охорона біорізноманіття в Україні. *Прикладні аспекти моніторингу та охорони біорізноманіття*. Сер.: «Conservation Biology in Ukraine». 2020. Вип. 16. Т. 3. С. 473–489.
9. Бончовський А., Безсмертна О. Особливості рослинної сукцесії у кар'єрі цегельного заводу в с. Новий тік. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка*. Сер.: Біологія. 2020. № 1 (80). С. 44–49. DOI: [https://doi.org/10.17721/1728\\_2748.2020.80.44-49](https://doi.org/10.17721/1728_2748.2020.80.44-49)
10. Савчук Л., Володимирець В. Адвентизація видового складу флори під впливом розробки базальтових кар'єрів. *Нотатки сучасної біології*. 2021. № (1). С. 3–8. DOI: <https://doi.org/10.29038/NCBio.21.1.3-8>
11. Мудрак О.В., Магдійчук А.П. Особливості поширення фітоценозів піщаних кар'єрів в умовах Центрального Поділля. «VIN SMART ECO»: матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Вінниця, 20–21 травн. 2021 року). Вінниця: КЗВО «Вінницька академія безперервної освіти», 2021. С. 104–105.
12. International plant name index (IPNI). URL: <https://www.ipni.org>
13. Горишнина Т.К. Экология растений. Москва: Высшая школа, 1979. 386 с.
14. Голубев В.Н. Эколого-биологические особенности растений и растительных сообществ Лесостепи. Москва: Наука, 1965. 289 с.
15. Дідух Я.П. та ін. Екофлора України / за ред. Я.П. Дідуха. Київ: Фітосоціоцентр, 2000. 284 с.
16. Тарасов В.В. Флора Дніпропетровської і Запорізької областей. Вид. 2. Д.: «Ліра», 2012. 296 с.
17. Шавріна В.І., Ткач Є.Д. Синантропізація флори фітоценозів сполучних територій Лядівського регіонального екокоридору. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 3. С. 134–137. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2017.219919>
18. Протопопова В.В. Синантропная флора Украины и пути ее развития. Київ: Наукова думка, 1991. 202 с.

## REFERENCES

1. Mudrak, O.V. (2012). *Zbalansovanyy rozvytok ekomerezhi Podillya: stan, problemy, perspektyvy* [Balanced development of the Podillya eco-network: state, problems, prospects]. Vinnytsia: «SPD Hlavatka R.V.» [in Ukrainian].
2. Mudrak, O.V. & Mudrak, H.V. (2013). *Osoblyvosti zberezhenya bioriznomanittya Podillya: teoriya i praktyka. Monohrafiya* [Features of biodiversity conservation in Podillya: theory and practice]. Vinnytsya: TOV «Nilan–LTD» [in Ukrainian].
3. Zubov, A.O. (2019). Ekologichna nebezpeka porodnykh vuhilnykh vidvaliv u ahrolandshaftakh [Ecological danger of coal waste dumps in the agrarian landscapes]. *Ahroekologichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 2, 16–22. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2019.174013> [in Ukrainian].
4. Pavlenko, A.O., Krasova, O.O. & Korshykov, I.I. (2017). Synhenetychni protsesy na zalizorodnykh vidvalakh pivnichnoi chastyny Kryvorizhzhia [Syngeneses processes on iron ore dumps in the northern part of Kryvyi Rih area]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal — Ukrainian botanical journal*, 74 (4), 360–372. DOI: <https://doi.org/10.15407/ukrbotj74.04.360> [in Ukrainian].

5. Kopyi, M.L. (2018). Vplyv suksesiinykh protsesiv na vidtvorennia porushenykh zemel v mezhakh Yavorivskoho sirchanoho karieru Lvivskoi oblasti [The influence of successional processes of reproduction of disturbed lands within Yavoriv sulphur quarry of Lviv region]. *Naukovyyi visnyk NLTU Ukrainy — Scientific Bulletin of UNFU*, 28 (8), 45–50. DOI: <https://doi.org/10.15421/40280809> [in Ukrainian].
6. Nazarovets, U.R., Oliferchuk, V.P., Kopii, L.I. & Kopii, M.L. (2017). Suktsesii fitotsenoziv u mezhakh Podorozhnetskoho sirchanoho kariera [Succession of plant communities within Podorozhnetskyi sulfur career]. *Ahroekolohichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 1, 121–127. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2017.221031> [in Ukrainian].
7. Savytska, S.V., Redko, H.M. & Khomiak, I.V. (2020). Kharakterystyka ekoloho-tsenotichnoho profilu cherez Korostyshivskiy hranitnyi karier [Characteristics of ecological-coenotic profile through Korostyshiv granite quarry]. *Biologichni doslidzhennia — Biological research*, 431–433 [in Ukrainian].
8. Chehorka, P.T., Maniuk, V.V., Syzhko, V.V. & Kolesnyk, V.M. (2020). Bioriznomanittia Rybalskoho karieru ta shliakhy yoho zbahachennia [Biodiversity of the Fishermen's Quarry and ways to enrich it.]. *Monitorynh ta okhorona bioriznomanittia v Ukraini. Prykladni aspekty monitorynhu ta okhorony bioriznomanittia — Monitoring and protection of biodiversity in Ukraine. Applied aspects of biodiversity monitoring and protection. Series: «Conservation Biology in Ukraine»*, 16 (3), 473–489 [in Ukrainian].
9. Bonchovskyi, A. & Bezsmertna, O. (2020). Osoblyvosti roslynnoi suksesii u karieri tselnogo zavodu v s. Novyi tik [Features of vegetation succession in the loess quarry of the brick factory in Novyi Tik village (Rivne region, Ukraine)]. *Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenka. Seria: Biologhiia — Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Series: Biology*, 1 (80), 44–49. DOI: [https://doi.org/10.17721/1728\\_2748.2020.80.44-49](https://doi.org/10.17721/1728_2748.2020.80.44-49) [in Ukrainian].
10. Savchuk, L. & Volodymyrets, V. (2021). Adventyza-tsiia vydivoho skladu flory pid vplyvom rozrobky bazaltovykh karierv [Adventisation species composition of flora of basalt quarries under the influence of exploitation]. *Notatky suchasnoi biologii — Notes in current biology*, (1), 3–8. DOI: <https://doi.org/10.29038/NCBio.21.1.3-8> [in Ukrainian].
11. Mudrak, O.V. & Mahdiichuk, A.P. (2021). Osoblyvosti poshyrennia fitotsenoziv pishchanykh karierv v umovakh Tsentralnoho Podillia [Features of distribution of phytocenoses of sand quarries in the conditions of Central Podillya]. «VIN SMART ECO»: *materialy II Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii [«VIN SMART ECO»: materials of the II International scientific-practical conference]* (pp. 104–105). Vinnytsia: KZVO «Vinnytska akademiia bezperervnoi osvity» [in Ukrainian].
12. International plant name index (IPNI). (nd.). URL: <https://www.ipni.org> [in English].
13. Horyshina, T.K. (1979). *Ekologiya rastenyi [Plant ecology]*. Moskva: Vysshaya shkola [in Russian].
14. Holubev, V.N. (1965). *Ekologo-biologicheskie osobennosti rastenyi i rastitel'nykh soobshchestv lesostepi [Ecological and biological features of plants and plant communities of the forest-steppe]*. Moskva: Nauka [in Russian].
15. Didukh, Ya.P. (Ed.) et al. (2000). *Ekoflora Ukrainy [Ecoflora of Ukraine]*. Kyiv: Fitosotsiotsentr [in Ukrainian].
16. Tarasov, V.V. (2012). *Flora Dnipropetrovskoi i Zaporizkoi oblasti [Flora of Dnepropetrovsk and Zaporozhye regions]*. (Vol. 2). Dnipropetrovsk: «Lira» [in Ukrainian].
17. Shavrina, V.I. & Tkach, Ye.D. (2017). Synantropizatsiia flory fitotsenoziv spoluchnykh terytorii Liadivskoho rehionalnoho ekokorydoru [Synantropization of phytocenoses flora of connecting territories of the Lyadiv regional eco-corridor]. *Ahroekolohichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 3, 121–127. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2017.219919> [in Ukrainian].
18. Protopopova, V.V. (1991). *Sinantropnaia flora Ukrainy i puti ee razvitiia [Synanthropic flora of Ukraine and ways of its development]*. Kiev: «Naukova dumka» [in Russian].

Стаття надійшла до редакції журналу 11.01.2022

## НЕКТАРОНОСНІ ТА ПИЛКОНОСНІ РОСЛИНИ У ЛІСОВИХ НАСАДЖЕННЯХ СЕРЕДНЬОГО ЛІСОСТЕПОВОГО ПРИДНІПРОВ'Я

І.В. Соломаха<sup>1</sup>, І.Я. Тимочко<sup>1</sup>, В.О. Постоєнко<sup>2</sup>, В.А. Соломаха<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)

e-mail: i\_solo@ukr.net; ORCID: 0000-0001-8853-2973

e-mail: i.tymochko@gmail.com; ORCID: 0000-0001-9893-3869

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

<sup>2</sup> ННЦ «Інститут бджільництва імені П.І. Прокіповича НААН» (м. Київ, Україна)

e-mail: vpostoenko@ukr.net; ORCID: 0000-0002-6515-7004

Для забезпечення бджолярської галузі медоносними угіддями доволі важливим є наявність значного різноманіття природних та культивованих сировинних рослин у певному регіоні. В цьому відношенні перспективними медозборами є штучні та природні лісові насадження, які широко поширені на території Середнього Лісостепового Придніпров'я, за рахунок значної участі широкого спектра медоносних рослин. Нами насамперед, проаналізовано участь нектароносних та пилконосних рослин зі списку деревних і чагарникових видів лісових насаджень цієї території. З цією метою було використано матеріали лісовпорядкування, загальна площа лісових насаджень цієї території сягає 251341,3 га, з яких 245209,7 га (97,56%) займають нектароносні та пилконосні рослини. Так, із видового складу лісоствірних порід, який нараховує 54 види деревних та чагарникових медоносних рослин, основними сировинними видами є *Robinia pseudoacacia* (26406,0 га, 10,51%) та *Tilia cordata* (1868,8 га, 0,74%). Вони забезпечують основний продуктивний медозбір із природних медоносів. Окрім того, в насадженнях виявлена участь інших видів (*Pinus sylvestris* (116592,9 га, 46,39%), *Quercus robur* (60049,7 га, 23,89%), *Fraxinus excelsior* (7835,5 га, 3,12%) та ін.), які можуть бути джерелами медозбору незначних кількостей нектару та пилку. Лісові насадження з наявними видами деревних, чагарникових і трав'янистих видів рослин є різного ступеня цінності як сировинні угіддя для бджільництва. Внаслідок аналізу сировинної цінності лісових угідь за типами лісу в екологічних умовах Середнього Лісостепового Придніпров'я із 62 типів лісу, поширених на дослідженій території, виявлено 8 найбільш цінних угідь. До них належать свіжі грабова (32871,8 га, 13,08%) та кленово-липова (15144,4 га, 6,03%) діброви, грабова судіброва (9334,3 га, 3,71%), сухі кленово-липова (12810,9 га, 5,10%) та грабова (3585,2 га, 1,43%) діброви, свіжий (2056,4 га, 0,82%) та вологий (1410,4 га, 0,56%) липово-дубово-сосновий сугруди, волога кленово-липова діброва (714,8 га, 0,28%). Наведений блок деревних та чагарникових видів лісових екосистем є перспективним джерелом нектару та пилку.

**Ключові слова:** Середнє Придніпров'я, Лісостеп України, медоносні рослини, деревні та чагарникові види.

### ВСТУП

Для забезпечення ефективної охорони біорізноманіття необхідним і актуальним є дослідження сучасного стану фіторізноманіття як природних, так і штучно створених лісових насаджень. Досить перспективним у цьому напрямку є проведення аналізу участі в рослинному покриві різних сировин-

них рослин, в тому числі і корисних для бджільництва — медоносів та пилконосів.

Доволі цікавою територією Лісостепу України є Середнє Придніпров'я, яке виконує роль осьової ланки в структурі екомережі України й відноситься до Дніпровського екокоридору [1]. У ньому трапляється значна різноманітність типів природних та напівприродних екосистем — лісових, лучних, степових, водно-болотних

тощо. Комплекс штучно створених і природних лісових насаджень на розораних землях та різноманітні біотопи в заплавах річок в єдиній їх сукупності створили унікальні можливості для збереження природного біорізноманіття. Внаслідок цього на території Середнього Придніпров'я поширені представники більш ніж половини видів фауни та флори України. Крім того, Дніпровський екокоридор виконує функцію основного міграційного шляху для перельоту мільйонів птахів, а р. Дніпро сприяє збереженню видового різноманіття риб. Таким чином, Дніпровський екокоридор є осередком збереження найбільш цінних і типових для цього регіону компонентів ландшафтного та біотичного різноманіття.

Сучасне біорізноманіття Середнього Лісостепоного Придніпров'я формувалося внаслідок поєднання природних та антропогенних ландшафтів. Інтенсивний розвиток яружно-балкових систем потребував проведення комплексних лісомеліоративних заходів. За створення штучних лісових насаджень для захисту ґрунту від водної ерозії впродовж тривалого періоду на цій території використовували робітню звичайну (*Robinia pseudoacacia*), яка сприяє зменшенню поширення яружно-балкових систем. Досить істотне значення на цій території має так зване Канівське Придніпров'я з найбільшим яружним розчленуванням в Україні. Воно визначається як Канівсько-Ржищівський яружний район, у структурі родючих земель якого значну участь займають яри, яких тут налічується понад 5 тисяч.

Істотною особливістю цієї території є зменшення поширення природної рослинності внаслідок високої розораності земель та надлишкової вирубки природних лісів, що викликає потребу в штучному залісненні звільнених ділянок. Разом із тим, значне зменшення або й припинення в останні десятиліття сінокосіння та випасання худоби на ділянках яружно-балкових систем з угрупованнями степової та лучної рослинності призводить до масового спонтанного заростання їх деревною та чагарниковою.

З метою контролю за станом штучних насаджень та природних лісових масивів на території України періодично проводяться заходи інвентаризації шляхом проведення лісовпорядкування [2]. Це дасть змогу виявити екологічний та ценотичний стан лісової рослинності, що також є важливим для організації відтворення і збереження біорізноманіття штучно створених та природних лісових екосистем. Крім того, матеріали лісотипологічної оцінки можна використати з метою дослідження поширення в складі різних типів лісорослинних умов певних груп корисних рослин. Це дало нам можливість проаналізувати участь нектароносних та пилюконосних рослин у складі лісових екосистем Середнього Лісостепоного Придніпров'я.

### АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Попереднє вивчення лісотипологічної структури природних та штучних насаджень Лісостепу України виконано раніше [3–5]. Опрацювання матеріалів лісовпорядних робіт відтворило особливості досліджуваних територій за переважаючими деревними й чагарниковими породами та екологічними умовами. Виконання цих досліджень дало змогу здійснити екологічно-типологічну оцінку лісової рослинності Середнього Придніпров'я [6]. На основі отриманих даних можливе виконання подальшого аналізу поширення різних груп сировинних видів рослин. Для визначення участі нектароносних і пилюконосних рослин у складі деревних та чагарникових видів були використані матеріали щодо їхньої цінності для бджільництва [7; 8]. Подібне дослідження особливостей розподілу медоносів та пилюконосів у лісових насадженнях Північно-Східного Лісостепу України виконав І.Я. Тимочко [9].

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Аналіз типів лісу та лісорослинних умов території Середнього Придніпров'я у межах Лісостепу України нами було проведено раніше з використанням картографічних



матеріалів Інтернет-ресурсів Google Maps й [uk.ustr.gov/forest](http://uk.ustr.gov/forest) та даних таксаційних описів матеріалів лісовпорядкування, виконаного ВО «Укрдержліспроект». Аналіз типологічної структури лісових насаджень здійснено за методиками української школи лісової типології [2; 10]. Внаслідок цього дослідження виявлено та проаналізовано різноманітність спектрів типів лісу та лісорослинних умов [6]. Зі складу деревних та чагарникових видів, наведених у матеріалах лісовпорядкування цієї території, були відібрані види, які мають значення для бджільництва як нектаронос-

ні або пилконосні рослини [7; 8] (табл.). Окрім того, у проаналізованих матеріалах наводиться площа насаджень певного виду та його відсоток від загальної площі лісових насаджень території дослідження та відтворено значення виду як сировинного об'єкта для бджільництва.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У Середньому Придніпров'ї (Лісостеп України), згідно з даними лісовпорядкування, площа лісових земель, вкритих штучними й природними лісовими насад-

#### Особливості розподілу деревних та чагарникових нектароносних та пилконосних рослин лісових насаджень Середнього Лісостепового Придніпров'я України

№ з/п	Переважаюча порода		Площа насаджень виду, га	Відсоток від загальної площі лісових насаджень, %	Нектароносність	Пилконосність
	українська назва рослини	латинська назва рослини				
1	Абрикос звичайний	<i>Armeniaca vulgaris</i> Lam.	179,2	0,071	2	3
2	Робінія звичайна	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	26406,0	10,51	3	2
3	Алича	<i>Prunus divaricata</i> Ledeb.	2,3	0,00092	2	3
4	Аморфа кущова	<i>Amorpha fruticosa</i> L.	9,4	0,0037	2	2
5	Бархат амурський*	<i>Phelodéndron amurénse</i> Rupr.	5,9	0,0023	3	3
6	Береза повисла	<i>Betula pendula</i> Roth	5776,3	2,30	+	3
7	Берест*	<i>Ulmus minor</i> Mill.	480,8	0,19	2	2
8	Бузина чорна	<i>Sambucus nigra</i> L.	0,4	0,00016	1	1
9	Верба біла	<i>Salix alba</i> L.	1790,0	0,71	2	2
10	Верба козяча	<i>Salix caprea</i> L.	8,4	0,0033	3	3
11	Верба ламка	<i>Salix fragilis</i> L.	478,2	0,19	2	2
12	Верба п'ятитичинкова	<i>Salix pentandra</i> L.	10,2	0,0041	3	3
13	Вишня магалебська*	<i>Cerasus mahaleb</i> (L.) Mill.	2,1	0,00084	3	3
14	Вільха чорна*	<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaerth.	11391,7	4,53	1	2
15	В'яз дрібнолистий*	<i>Ulmus parvifolia</i> Jacq.	264,8	0,11	2	2
16	В'яз гладкий	<i>Ulmus laevis</i> Pall.	313,0	0,12	1	1
17	В'яз шорсткий*	<i>Ulmus glabra</i> Huds.	28,5	0,011	2	2
18	Гіркокаштан звичайний	<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	5,9	0,0023	2	1
19	Гледичія колюча	<i>Gleditsia triacanthos</i> L.	663,2	0,26	3	3
20	Глід несправжньо-кривостовпчиковий	<i>Crataegus pseudokyrstostyla</i> Klok.	23,6	0,0094	2	2
21	Горіх грецький	<i>Juglans regia</i> L.	211,1	0,084		1
22	Горіх маньчжурський*	<i>Juglans mandshurica</i> Maxim.	4,1	0,0016	+	1
23	Груша звичайна	<i>Pyrus communis</i> L.	71,3	0,028	1	1

Закінчення табл.

№ з/п	Переважаюча порода		Площа насаджень виду, га	Відсоток від загальної площі лісових насаджень, %	Нектаро-носність	Пилко-носність
	українська назва рослини	латинська назва рослини				
24	Дуб звичайний	<i>Quercus robur</i> L.	60049,7	23,89	+	1
25	Калина звичайна	<i>Viburnum lantana</i> L.	0,8	0,00032	2	+
26	Карагана дерев'яниста	<i>Caragana arborescens</i> Lam.	1,2	0,00048	3	2
27	Клен гостролистий	<i>Acer platanoides</i> L.	1640,6	0,65	2	1
28	Клен польовий	<i>Acer campestre</i> L.	213,2	0,085	2	1
29	Клен татарський	<i>Acer tataricum</i> L.	21,3	0,0085	1	1
30	Клен ясенolistий	<i>Acer negundo</i> L.	973,3	0,39	1	1
31	Липа серцелиста	<i>Tilia cordata</i> Mill.	1868,8	0,74	3	+
32	Липа широколиста	<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	0,4	0,00016	3	+
33	Ліщина звичайна	<i>Corylus avellana</i> L.	10,1	0,0040		2
34	Маслинка вузьколиста	<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	110,5	0,044	2	+
35	Модрина європейська*	<i>Larix decidua</i> Mill.	27,7	0,011		1
36	Обліпіха крушиновидна	<i>Hippophae rhamnoides</i> L.	20,6	0,0082	2	2
37	Осика	<i>Populus tremula</i> L.	1719,9	0,68		2
38	Свидина кров'яна	<i>Sida sanguinea</i> (L.) Opiz	26,8	0,011	3	2
39	Скumpія звичайна	<i>Cotinus coggygia</i> Scop.	2,1	0,00084	2	1
40	Слива домашня	<i>Prunus domestica</i> L.	21,0	0,0084	2	2
41	Сосна звичайна*	<i>Pinus sylvestris</i> L.	116592,9	46,39	+	+
42	Терен колючий	<i>Prunus spinosa</i> L.	5,0	0,0020	2	1
43	Тополя біла	<i>Populus alba</i> L.	2127,8	0,85		2
44	Тополя чорна	<i>Populus nigra</i> L.	3332,3	1,33		2
45	Тополя бальзамічна*	<i>Populus balsamifera</i> L.	1,8	0,00072		1
46	Черемха звичайна	<i>Padus avium</i> Mill.	1,2	0,00048	2	1
47	Черешня	<i>Cerasus avium</i> (L.) Moench	3,4	0,0014	2	2
48	Шипшина собача	<i>Rosa canina</i> L.	2,1	0,00084	1	1
49	Шовковиця біла	<i>Morus alba</i> L.	37,3	0,015	1	2
50	Шовковиця чорна	<i>Morus nigra</i> L.	203,8	0,081	1	2
51	Яблуня лісова	<i>Malus sylvestris</i> Mill.	42,7	0,017	1	1
52	Явір	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	50,4	0,020	2	1
53	Ялина європейська*	<i>Picea abies</i> (L.) Karst.	139,1	0,055	1	1
54	Ясен звичайний	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	7835,5	3,12		1
<b>Разом</b>			<b>245209,7</b>	<b>97,56</b>		

Примітка: \* рослини відсутні в «Атласі медоносних рослин України» [7].

Нектароносні властивості: + – рослина має нектароносні властивості, але вони не оцінені; 1 – рослина виділяє незначну кількість нектару; 2 – має середні значення нектаропродуктивності; 3 – рослина має високу нектаропродуктивність і нектар легко доступний.

Пилконосні властивості: + – рослина є пилконосом, але можливості його використання бджолами не оцінені; 1 – з рослини збирається бджолами незначна кількість пилку; 2 – має середні значення пилкопродуктивності; 3 – рослина має високу пилкову продуктивність і він легко доступний для бджіл.

женнями, становить 251341,3 га. За лісо-типологічним районуванням територія належить до Дніпровського р-ну свіжих грабових дібров області свіжого помірно теплого клімату — свіжого груду [6; 10].

Ділянки дослідженої лісової рослинності представлено 20 едатопами, серед яких наявні усі трофотопи та гігротопи. Серед трофотопів переважають субори (78083,2 га, 31,07% загальної лісовкритої площі), сугруди (77232,6 га, 30,73%) та діброви (72520,6 га, 28,85%), а частка борів є значно меншою (23504,9 га, 9,35%). Серед гігротопів значну перевагу мають свіжі умови (183792,4 га, 73,13%), менші площі займають сухі (34938,5 га, 13,90%), вологі (19038,7 га, 7,57%) й сирі умови (11401,1 га, 4,54%), а зовсім незначні площі мають мокрі (1896,0 га, 0,75%) та дуже сухі умови (274,6 га, 0,11%) [6].

Із загального списку деревних та чагарникових видів рослин (71 вид), які використовувалися за формування штучних насаджень або наявні в природних угрупованнях, нами виділено 54 види, які мають значення для бджільництва як нектароносні та пилюконосні рослини (див. *табл.*).

Виконаний аналіз поширення та лісо-типологічні умови наявних деревних та чагарникових видів рослин дав можливість встановити за матеріалами лісовпорядкування поширення цих 54 сировинних видів рослин (див. *табл.*).

Аналізуючи матеріали лісовпорядкування дослідженої території, можна виявити загальний розподіл видового складу лісотвірних порід у лісах Середнього Придніпров'я в зв'язку з їхньою цінністю як сировинних рослин. Так, з 54 видів найбільш цінними для бджільництва є насадження *Robinia pseudoacacia* (26406,0 га, 10,51%), *Tilia cordata* (1868,8 га, 0,74%), *Salix alba* (1790,0 га, 0,71%), *Gleditsia triacanthos* (663,2 га, 0,26%) (див. *табл.*); посередніми являються — *Quercus robur* (60049,7 га, 23,89%), *Fraxinus excelsior* (7835,5 га, 3,12%), *Betula pendula* (5776,3 га, 2,30%), *Acer platanoides* (1640,6 га, 0,65%), *Salix fragilis* (478,2 га, 0,19%), *Ulmus laevis*

(313,0 га, 0,12%), *Juglans nigra* (296,1 га, 0,12%), *Ulmus parvifolia* (264,8 га, 0,11%), *Acer campestre* (213,2 га, 0,09%), *Morus nigra* (203,8 га, 0,08%); найменш цінними є насадження з переважанням *Pinus sylvestris* (116592,9 га, 46,39%), *Populus nigra* (3332,3 га, 1,33%), *Carpinus betulus* (2765,1 га, 1,10%), *Populus alba* (2127,8 га, 0,85%), *Populus tremula* (1719,9 га, 0,68%), *Quercus rubra* (1142,6 га, 0,45%). Зрозуміло, що наведені площі насаджень мають відповідну сировинну цінність не тільки за рахунок переважаючої деревної породи, але й від участі в їхніх угрупованнях супутніх деревних, чагарникових та трав'янистих видів рослин, які виділяють нектар та пилок.

До цього виду аналізу можна долучити й аналіз сировинної цінності лісових угідь за типами лісу в різних екологічних умовах Середнього Лісостепового Придніпров'я. Так, із 62 типів лісу, виявлених на дослідженій території [6], найбільш цінними угіддями є свіжі грабова (32871,8 га, 13,08%) та кленово-липова (15144,4 га, 6,03%) діброви, грабова судіброва (9334,3 га, 3,71%), сухі кленово-липова (12810,9 га, 5,10%) та грабова (3585,2 га, 1,43%) діброви, свіжий (2056,4 га, 0,82%) та вологий (1410,4 га, 0,56%) липово-дубово-сосновий сугруди, волога кленово-липова діброва (714,8 га, 0,28%). Менш цінними угіддями є вологі грабова (3214,3 га, 1,28%) та заплавна (2507,2 га, 1,00%) судіброви, грабово-дубово-сосновий сугруд (1867,5 га, 0,74%), грабова (1764,5 га, 0,70%) та заплавна берестово-пакленова (899,0 га, 0,36%) діброви, свіжі заплавна (2673,7 га, 1,06%) та еродована (2469,3 га, 0,98%) судіброви.

З усіх наведених рослин найбільшу цінність для бджільництва має *Robinia pseudoacacia*, яка повсюдно використовувалася за створення насаджень в яружно-балкових системах завдяки наявній для цього виду розгалуженій приповерхневій кореневій системі. Крім того, деревина цього виду йде на паливо, а раніше використовувалася для будівельних робіт, особливо в сільській місцевості. Проведений в середині минулого століття комплекс робіт зі створення цих штучних насаджень, особливо на

комплексах яружно-балкових систем, дав низку позитивних наслідків у плані протидії вітровій та водній ерозії ґрунтів. Однак, завдяки виділенню квітками цієї рослини надзвичайно великої кількості нектару, ці угіддя стають основою для отримання так званого акацієвого меду. З огляду на це, штучно створені насадження повсюди поширені на дослідженій території та існують вже понад 70–80 років, можлива інтенсифікація використання цих угідь у бджільництві.

Таким чином, *Robinia pseudoacacia*, яка формує насадження у 40 типах лісу й поширена в лісових угрупованнях на площі 26406,0 га (10,51%) має важливе значення для отримання продуктивного медозбору. Найбільше поширення деревостани акацієвих насаджень мають у свіжій грабовій діброві (4803,8 га, 18,19%). Дещо менші площі *Robinia pseudoacacia* займає у сухих кленово-липовій діброві (2798,2 га, 10,60%) та пакленовій судіброві (2192,7 га, 8,31%), а також у свіжих грабово-дубово-сосновому сугруді (2710,4 га, 10,27%) та грабово-сосновій судіброві (2437,0 га, 9,23%). Значно менші площі наявні у свіжих кленово-липовій діброві (1634,7 га, 6,19%), грабовій судіброві (1418,8 га, 5,37%), еродованій судіброві (1336,3 га, 5,06%) та дубово-сосновому суборі (1088,4 га, 4,12%), а також сухих грабовій діброві (1540,4 га, 5,83%) та еродованій пакленовій судіброві (1482,2 га, 5,61%). Незначні площі акацієві насадження мають у свіжих еродованій грабовій судіброві (533,7 га, 2,02%), заплавної судіброві (488,9 га, 1,85%), липово-дубово-сосновому сугруді (324,9 га, 1,23%), сосновому бору (214,7 га, 0,81%) та сухих дубово-сосновому сугруді (261,3 га, 0,99%) та суборі (201,8 га, 0,77%). В інших 23 типах лісу *Robinia pseudoacacia* поширена зрідка (937,8 га, 3,55%).

Доволі перспективними як сировинні угіддя для бджільництва є лісові екосистеми, в яких поєднується акація біла (*Robinia pseudoacacia*) та липа серцелиста (*Tilia cordata*), що дає змогу значно оптимізувати процес кочівлі бджолосімей. Подібні насадження виявлені у 33 типах лісу на площі

1868,8 га (0,74%). Незважаючи на невеликі площі масивів насаджень із переважанням цих видів, які зазвичай мають десятки гектарів і локальне розташування сприятливе для отримання промислового медозбору. Найбільші площі насаджень з участю липи серцелистої наявні у свіжих грабових діброві (687,5 га, 36,79%) та судіброві (267,8 га, 14,33%); менші — *Tilia cordata* займає у свіжих кленово-липовій діброві (142,8 га, 7,64%), грабово-дубово-сосновому сугруді (136,5 га, 7,30%) та грабово-сосновій судіброві (117,8 га, 6,30%), а також вологій грабовій судіброві (128,9 га, 6,90%). В інших 27 типах лісу *Tilia cordata* поширена зрідка (387,5 га, 20,74%). Також можливе цільове сировинне використання насаджень *Gleditsia triacanthos* L. (663,2 га, 0,26%).

Крім того, особливо цінним є сумісне зростання цих двох видів із дубом звичайним (*Quercus robur*), який має дуже широку екологічну амплітуду. Так, він трапляється в усіх чотирьох типах трофотопів, однак при цьому, домінує у сугрудових та грудових типах лісорослинних умовах. Щодо ступеня зволоження ґрунту — *Quercus robur* виявлено в чотирьох типах гігротопів, але він надає перевагу сухим, свіжим і вологим умовам. Дуб звичайний формує на дослідженій території насадження у 45 типах лісу на площі 60049,7 га (23,89%). Найбільші площі дубових насаджень наявні у свіжих грабовій (18763,5 га, 31,25%) та кленово-липовій (9379,1 га, 15,62%) дібровах. Дещо менші площі *Quercus robur* займає у сухій кленово-липовій діброві (7080,1 га, 11,79%) та свіжих грабовій (5910,9 га, 9,84%) та грабово-сосновій (4344,2 га, 7,23%) судібровах. Незначні площі наявні у свіжих грабово-дубово-сосновому сугруді (2255,5 га, 3,76%), дубово-сосновому суборі (974,6 га, 1,62%), заплавної (886,0 га, 1,48%) та еродованій (518,9 га, 0,86%) судібровах, вологих грабовій (1886,0 га, 3,14%) та грабово-сосновій (858,3 га, 1,43%) судібровах, вологій грабовій діброві (661,2 га, 1,10%), сухих грабовій діброві (1612,9 га, 2,69%) та еродованій пакленовій судіброві (1364,5 га, 2,27%). В інших 31 типах лісу *Quercus robur* поширений зрідка (3554,0 га, 5,92%).

В екологічно близьких умовах формуються деревостани з участю медоносів середньої та низької цінності з можливим підтримуючим медозбором: *Alnus glutinosa* — у 36 типах лісу (11391,7 га, 4,53%), *Fraxinus excelsior* — у 32 (7835,5 га, 3,12%), *Betula pendula* — у 47 (5776,3 га, 2,30%), *Carpinus betulus* — у 20 (2765,1 га, 1,10%), *Salix alba* — у 39 (1790,0 га, 0,71%) та *Populus tremula* — у 46 типах лісу (1719,9 га, 0,68%). Незначні площі займають насадження таких деревних видів рослин, як: *Acer negundo* (973,3 га, 0,39%), *Ulmus minor* (480,8 га, 0,19%), *Salix fragilis* (478,2 га, 0,19%), *Ulmus laevis* (313,0 га, 0,12%), *Ulmus parvifolia* (264,8 га, 0,11%), *Acer campestre* (213,2 га, 0,09%), *Juglans regia* (211,1 га, 0,08%), *Morus nigra* (203,8 га, 0,08%).

Важливим чинником є те, що лісові насадження з участю різних за цінністю для бджільництва сировинних видів є абсолютно переважаючими в складі загальної лісовкритої площі території (див. *табл.*). Також, слід відзначити, що практично в усіх угіддях доволі широко поширені ранньовесняні та квітучі впродовж усього вегетаційного сезону нектароносні й пилконосні трав'янисті, чагарникові та деревні види рослин, які не ввійшли до наведеного списку [7; 8]. Дослідження особливостей поширення основних та підтримуючих нектароносів та пилконосів продемонструвало важливу особливість лісових екосистем для бджільництва. Вона полягає в значному різноманітті цих видів рослин від ранньовесняних та весняно-літніх головного взятку та в переході до стабільного збору падевого меду з широкого спектра деревних порід. Таким чином, за рахунок лісових

екосистем можливо значно активізувати збір значних кількостей бджолярської продукції в сучасних умовах.

## ВИСНОВКИ

Аналіз поширення нектароносних та пилконосних деревних та чагарникових видів рослин, які трапляються в природних та штучних лісових угрупованнях, відобразив їхню важливу участь у цих насадженнях. Найбільш цінними з них є два види — *Robinia pseudoacacia* та *Tilia cordata*, які мають істотну представленість у лісових екосистемах та перспективні для головного продуктивного медозбору. Також відмічена велика група видів (*Quercus robur*, *Fraxinus excelsior*, *Betula pendula*, *Acer platanoides*, *Populus tremula* та ін.), насадження яких, у сукупності з наявними в них чагарниковими та трав'янистими видами рослин, можуть активно використовуватися бджолами як джерела підтримуючого взятку практично впродовж усього періоду їхньої льотної діяльності. Крім того, в лісових екосистемах можливе використання менш цінних сировинних рослин, які навіть за локального поширення можуть мати значну представленість. Також важливими для бджільництва є супутні види рослин, поширені в штучних та природних лісових угрупованнях, які не охоплені нашими дослідженнями. Проведений аналіз цінної для бджільництва групи сировинних видів рослин за поширенням, площею та екологічними групами дав змогу охарактеризувати та оцінити розмаїття лісових оселищ та спрямувати їх використання для збільшення виробництва різноманітної продукції бджільництва.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Дніпровський екологічний коридор. Київ: Wetlands International Black Sea Programme, 2008. 340 с.
2. Погребняк П.С. Основы лесной типологии. Киев: Изд-во АН УССР, 1955. 456 с.
3. Шамрай А.Є., Лакида П.І. Типологічна структура соснових лісів Черкаського бору. *Науковий вісник НУБіП України. Сер.: Лісівництво та декоративне садівництво*. 2012. Вип. 171 (3). С. 248–251.
4. Бала О.П. Типологічна характеристика твердолистяних деревостанів України. *Науковий вісник НУБіП України. Сер.: Лісівництво та декоративне садівництво*. 2016. Вип. 238. С. 9–17.
5. Румянцев М.Г. Структурно-функціональний розподіл дубових насаджень Лівобережного Лісо-степу. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2020. № 30 (1). С. 49–54. DOI: <https://doi.org/10.36930/40300108>
6. Соломаха І.В., Чорнобров О.Ю. Еколого-типологічна оцінка лісової рослинності Середнього



- Придніпров'я (Лісостеп України). *Агроекологічний журнал*. 2021. № 2. С. 7–18. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2021.234448>
- Боднарчук Л.І. та ін. Атлас медоносних рослин України. Київ: Урожай, 2011. 272 с.
  - Соломаха В.А., Сенчило О.О., Постоєнко В.О. Особливості створення реєстру нектаро- та пилконосних рослин як складового елемента кадастру медоносних ресурсів України. *Бджільництво України*. 2020. 1 (4). С. 62–67.
  - Тимочко І.Я. Особливості розподілу нектароносних та пилконосних рослин у лісових насадженнях Північно-Східного Лісостепу України. *Агроекологічний журнал*. 2021. № 4. С. 31–36. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2021.252953>
  - Остапенко Б.Ф., Ткач В.П. Лісова типологія. Харків: Вид-во Харків. держ. аграрного університету ім. В.В. Докучаєва, 2002. 204 с.

## REFERENCES

- Dniprovs'kyi ekolohichnyi korydor [Dnipro River Ecological Corridor]*. (2008). Kyiv: Wetlands International Black Sea Programme [in Ukrainian].
- Pohrebniak, P.S. (1955). *Osnovy lesnoy tipologii [Fundamentals of forest typology]*. Kyiv: Izd-vo AN USSR [in Russian].
- Shamray, A.Ye. & Lakida, P.I. (2012). Typolohichna struktura sosnovykh lisiv Cherkaskoho boru [Typological structure of pine forests in Cherkasy pine forest]. *Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy. Seriya: Lisivnytstvo ta dekoratyvne sadivnytstvo – Scientific Bulletin of NUBiP of Ukraine. Series: Forestry and ornamental horticulture*, 171 (3), 248–251 [in Ukrainian].
- Bala, O.P. (2016). Typolohichna kharakterystyka tverdolystianykh derevostaniv Ukrainy [Typological characteristic of hardwood stands of Ukraine]. *Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy. Seriya: Lisivnytstvo ta dekoratyvne sadivnytstvo – Scientific Bulletin of NUBiP of Ukraine. Series: Forestry and ornamental horticulture*, 238, 9–17 [in Ukrainian].
- Rumiantsev, M.H. (2020). Strukturno-funktsionalnyi rozpodil dubovykh nasadzen Livoberezhnoho Lisostepu [The structural and functional distribution of oak stands of Left-bank Forest-steppe zone]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy – Scientific Bulletin of UNFU*, 30 (1), 49–54. DOI: <https://doi.org/10.36930/40300108> [in Ukrainian].
- Solomakha, I. & Chornobrov, O. (2021). Ekolohotypolohichna otsinka lisovoi roslynosti Serednoho Prydniprovia (Lisostep Ukrainy) [Ecological and typological assessment of forest vegetation of the Middle Dnieper (Forest-steppe of Ukraine)]. *Ahroekolohichnyi zhurnal – Agroecological journal*, 2, 7–18. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2021.234448> [in Ukrainian].
- Bodnarchuk, L.I. et al. (2011). *Atlas medonosnykh roslyn Ukrainy [Atlas of honey plants of Ukraine]*. Kyiv: Urozhai [in Ukrainian].
- Solomakha, V.A., Senchylo, O.O. & Postoenko, V.O. (2020). Osoblyvosti stvorennia reiestru nektarota pylkonosnykh roslyn yak skladovoho elementa kadastru medonosnykh resursiv Ukrainy [Aspects of creation of the nectariferous and pollen plants registry as a constituent element of the cadastre of meliferous resources of Ukraine]. *Bdzhilnytstvo Ukrainy – Beekeeping of Ukraine*, 1 (4), 62–67 [in Ukrainian].
- Tymochko, I. (2021). Osoblyvosti rozpodilu nektaronosnykh ta pylkonosnykh roslyn u lisovykh nasadzhenniakh Pivnichno-Skhidnoho Lisostepu Ukrainy [Peculiarities of distribution of nectariferous and polleniferous plants in forest plantations of the North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine]. *Ahroekolohichnyi zhurnal – Agroecological journal*, 4, 31–36. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2021.252953> [in Ukrainian].
- Ostapenko, B.F. & Tkach, V.P. (2002). *Lisova typolohiia [Forest typology]*. Kharkiv: Vyd-vo Kharkivskoho derzhavnogo ahrarnoho universytetu im. V.V. Dokuchaieva [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 17.12.2021

# ОСНОВНІ ЗАСАДИ ЕМЕРДЖЕНТНОСТІ СИСТЕМИ ПРОЯВЛЕННЯ ПРАВ ВЛАСНОСТІ УКРАЇНСЬКОГО НАРОДУ НА ЗЕМЛЮ ТА ЇЇ ПРИРОДНІ РЕСУРСИ

О.І. Ковалів

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

*У статті розкрито вимоги невідкладної інституалізації чинних земельних норм Конституції України, оскільки здійснювана впродовж тридцятиріччя так звана «земельно-аграрна реформа» в Україні не відповідає декларованим земельним правочинам, які націлюють на розвиток і реальне економіко-правове укріплення української державності. Метою статті є обґрунтування основних засади емерджентності системи проявлення прав власності Українського народу на землю та її природні ресурси в процесі звершення земельної реформи в Новій Україні як нової парадигми, що розгортає на вищому квантовому рівні розуміння функціонування синергетичної ролі чинних норм конституційного земельного прагматизму, — з позиції законних інтересів всіх громадян України. Розкрито принципи відмінності земельних норм Конституції України (ст. 13, 14) від Конституції Російській Федерації (ст. 9). Встановлено, що в існуючому гібридному середовищі деградації і протистояння розвитку держави з боку антиконституційної корупційної системи, виникла потреба в розблокуванні спротиву — в конституційний спосіб, шляхом надання негайного і справедливого офіційного тлумачення сутності чинних конституційних земельних норм Конституційним Судом України. З'ясовано, що через відсутність упродовж чверть століття також конституційно декларованого спеціального Закону України «Про право користування природними об'єктами права власності Українського народу», порушуються права їх власника (всіх громадян України) і відбувається самочинне використання капіталу нації. Як наслідок, не нормуються права, обов'язки і відповідальність користувачів природних об'єктів, а також повноцінні вимоги щодо їхнього раціонального використання й охорони на платній основі за встановленими регламентами. Доведено необхідність невідкладного введення, здійснюваної дотепер, земельної реформи — в чинне конституційне поле України, забезпечуючи інституалізацію конституційних норм стосовно землі та її природних ресурсів як природних об'єктів права власності Українського народу і основного національного багатства, що перебуває під особливою охороною держави. Запропоновано прийняти ряд відповідних законодавчих і нормативно-правових актів.*

**Ключові слова:** когнітивна земельна економіка, земля та її природні ресурси, звершення земельної реформи, система, земельний капітал нації.

## ВСТУП

У Новій Україні, як в обновлюваній за своєю гносеологічною сутністю — державі, коли дедалі частіше, як на наше розуміння, вживається справедлива предковична її назва «Україна-Русь», чинна Конституція України однозначно декларує те, що земля та її природні ресурси (стисло «земля») є природними об'єктами абсолютного права власності Українського народу — всіх громадян України (ч. 1 ст. 13 КУ) — основним національним багатством, що де-юре перебувають під особливою охороною держави (ч. 1 ст. 14 КУ) [1].

Такі природні об'єкти (головний непозичений земельний капітал нації) не можуть змінювати свого власника і конституційно допускається лише «користування» ними, без «володіння» і «розпорядження», — дослівно: «Кожний громадянин має право користуватися природними об'єктами права власності народу відповідно до закону» (ч. 2 ст. 13 КУ) [1]. Все решта, навпаки, мусить бути по максимуму — у «приватних руках» громадян України.

Нами доведено, що лише конституційно-вмотивована система когнітивної земельної економіки природокористування (землекористування), що діє за закона-

ми живої і неживої природи та суспільства на такій конституційній основі — у взаємозв'язку з іншими нормами Основного Закону України (ст. 1, 2, 3, 4, 5 КУ) [1], забезпечить становлення українців заможними і повноправними громадянами унітарної, суверенної та незалежної, демократичної, соціальної, правової держави «Україна», територія якої в межах чинного кордону є (має бути) цілісною і недоторканою [2].

Однак, де-факто, така унікальна конституційна формула стосовно землі та її природних ресурсів як природних об'єктів права власності Українського народу впродовж чверть століття залишена в гібридний спосіб поза увагою, — не лише «владних мужів», але й також переважної більшості наукових і педагогічних «авторитетів», особливо «правників».

Як наслідок, з моменту ухвалення Конституції України, не розроблено і не прийнято необхідні закони й механізми для практичної імплементації унікального конституційного земельного права власності Українського народу на «землю та її природні ресурси» як на природні об'єкти, у т. ч. «Про користування природними об'єктами права власності Українського народу», які оцінюються в грошовому еквіваленті — понад 90 трлн дол. США, де на кожного громадянина припадає близько по 2 млн дол. США.

Така внутрішня бездіяльність (саботування) під безпосереднім зовнішнім гібридним впливом проімперської Російської Федерації, зумовила до гальмування розвитку української держави, безправності і бездохідності громадян — від належної частки власності в капіталі нації. Відбувається знищення життєвого й економічного простору держави — в агресивний терористично-воєнний спосіб, анексуючи і захоплюючи частину території України.

Оскільки, героїчні сини й дочки — нашої матері України-Руси — відважно започаткували закономірний глобальний кінець (крах) «рашистської всесвітньої імперії зла й тероризму...» — в смертельних боях російсько-української війни (2014–

2022 рр.) — За волю!.. — За правду!.. — За Український народ!.. — на «рідній предковічній землі», нами вбачається, що складовою остаточної перемоги «правди — над брехнею й невіглаством» має стати невідкладне проявлення повноцінної імплементації прав власності Українського народу на землю та її природні ресурси — основне національне багатство як емерджентності системи «Нової парадигми звернення земельної реформи в Новій Україні».

### АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Останнім часом спостерігається велика кількість наукових досліджень і надрукованих праць, що присвячені напрямам розвитку земельної політики, в основному як ринковим земельним відносинам (купівлі-продажу) на землях сільськогосподарського призначення — з позицій приватних інтересів. Розглянуто низку проблем з економічних та екологічних відносин прав власності на землю [3]. Актуалізуються також питання капіталізації, екологізації та маркетингу земельних ресурсів, підвищення ефективності організаційних структур управління ними, шляхом проведення цифрування, землеустрою, землепорядкування та зонування території, формуючи на такій основі умови сталого (збалансованого) землекористування, переважно, з позицій раціонального використання й охорони земель та підвищення родючості ґрунтів. Ці питання порушували у свої працях: М. Геєць, Д. Добряк, В. Жук, В. Коваленко, О. Ковалишин, П. Кулініч, Р. Курильців, А. Мартин, А. Мірошніченко, А. Третяк, Г. Шарий, М. Хвесик, О. Ходаківська та ін.

Однак, жоден із них, окрім автора цієї праці, не враховував конституційні вимоги щодо повноцінної-цілісної імплементації в інтересах всіх громадян України прав власності Українського народу на землю та її природні ресурси (стисло «земля»), які конституційно визнаються «основним національним багатством, що перебуває під особливою охороною держави» [1]. Як не дивно, але на пострадянському просто-

рі економічні системи господарювання і розуміння процесу природокористування та землекористування в нашій державі залишаються незмінними. Зокрема, порівнюючи економічні системи України та Російської Федерації, Р.В. Яковенко (2022) вказує на те, що вони мають абсолютну більшість спільних рис, тому можна уявити, що агресія проти нашої держави здійснюється саме задля збереження спільних принципів організації економічних відносин. Характеристика вказує на те, що між економічними системами України та РФ існують 22 спільних характеристик та лише 5 відмінних [4].

Тому, в «кращому» випадку, нові конституційні земельні норми згадується спотворено, — в ракурсі пропозицій фрагментарного узаконення прав власності Українського народу лише на землі загального використання (під річками, вулицями, площами і т.д.) як на суспільну власність [5].

З цих та інших причин, ця проблематика потребує більш фахового і відвертішого та доволі відповідальнішого наукового обговорення і прийняття відповідних висновків, що базувалися б на об'єктивних законах живої і неживої природи та суспільства і узгоджувалися б з чинними нормами Основного Закону України.

**Метою статті** є обґрунтування основних засади емерджентності системи проявлення прав власності Українського народу на землю та її природні ресурси в процесі звершення земельної реформи в Новій Україні як нової парадигми, що розгортає на вищому квантовому рівні розуміння функціонування синергетичної ролі чинних норм конституційного земельного прагматизму, — з позиції законних інтересів всіх громадян України.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Уже майже два місяці (з 24 лютого 2022 р.) — весь «цивілізований світ» допомагає Українському народу боронити «власну землю», яка конституційно визнана основним національним багатством (головним земельним капіталом нації), що

перебуває під особливою охороною держави, і де-юре належить із часу проголошення незалежності, саме йому, — Українському народу. На жаль, це право власності поки що, — залишається «паперовою декларацією»...

Наявність такої проблеми пояснюється тим, що нехтуючи чинними нормами Декларації про Державний суверенітет України (16 липня 1990 р.), пізніше — Конституції України (28 червня 1996 р.) [1] стосовно землі та її природних ресурсів як природних об'єктів абсолютного права власності суверенного і незалежного Українського народу (всіх громадян), органи державної влади і місцевого самоврядування застосовують в українському державотворчому, а також в господарському просторі, дотепер, прорадянські законодавчі норми, які були сформульовані для поневолених народів «радянської імперії», — за відомим принципом «розділяй і владарюй».

Така «діяльність» (бездіяльність) має неабиякий негативний вплив й на економічний розвиток держави і вважається «злорякісною пухлиною» і місцем «заритої земельної собаки», що руйнує конституційний лад в Україні. Однак, як на наше розуміння, таке «джерело зла» не надто замасковано і не є засекреченим.

Зокрема, Російська Федерація, як правонаступниця комуністичної імперії, продовжує застосовувати саме такі норми для підвладних, фактично поневолених народів у вигляді «федерації», і декларує — в своїй Конституції (ст. 9), дослівно: «1. Земля та інші природні ресурси використовуються й охороняються в Російській Федерації як основа життя і діяльності народів, що проживають на відповідній території. 2. Земля та інші природні ресурси можуть перебувати у приватній, державній, муніципальній та інших формах власності» [6].

На відміну від Конституції Росії, Основний Закон України (ч. 1, ст. 13 КУ) [1] чітко й однозначно декларує: «Земля, її надра, атмосферне повітря, водні та інші природні ресурси (скорочено «земля та її природні ресурси», або «земля»), які знаходяться в межах території України, при-

родні ресурси її континентального шельфу, виключної (морської) економічної зони є об'єктами права власності Українського народу» і водночас «Земля є основним національним багатством, що перебуває під особливою охороною держави» (ч. 1 ст. 14 КУ) та є головним непозиченим земельним капіталом нації.

Ця унікальна формула «земля та її природні ресурси» (тут ключова норма «її») стала цементуючою основою до становлення України суверенною і незалежною, демократичною, соціальною, правовою, що поширюється на всю її територію, унітарною державою. Адже природні ресурси — це сукупність об'єктів і систем живої та неживої природи (скорочено — природні об'єкти), компоненти природного середовища, що оточують людину, які використовуються в процесі суспільного виробництва для задоволення матеріальних і культурних потреб людини та суспільства. Природні ресурси класифікують за різними критеріями: приналежністю до тих чи інших компонентів природи (мінеральні, кліматичні, лісові, водні тощо); можливістю відтворення в процесі використання — на вичерпні (поновлювані й непоновлювані) і невичерпні та ін. До природних ресурсів входять сонячна, вітрова та інші енергії, атмосфера, гідросфера, наземна рослинність, ґрунт, тваринний світ, мікробіота, мікроелементи, корисні копалини, ландшафти та інші природні об'єкти.

Нормативно-господарське розуміння норми «земля та її природні ресурси» (стисло «земля») є кардинально відмінним від проімперської звуженої сутності слова «земля», яка зводиться — до розуміння: «ґрунт», «поле» як «агроресурс». Слово «земля» ставиться ними (ворогами України) в один ряд — із надрами, лісами, повітряним простором, водними та іншими природними ресурсами, застосовуючи ілюзорний антиконституційний вираз «земля та інші природні ресурси». Саме це формулювання в гібридний спосіб, на превеликий сором, дублюється в нашій посткомуністичній державі до цього часу. Очевидно, що цьому стану також сприяє переважна

більшість українських вчених і педагогів, особливо правників, а відтак й їхні «учні», які нуртують в усіх гілках органів державної влади (законодавча, виконавча і судова) та місцевого самоврядування.

Натомість, Основний Закон України, на відміну від інших держав, однозначно визнає єдиним й абсолютним власником землі та її природних ресурсів як природних об'єктів — Український народ (всіх громадян України). Тому, з моменту прийняття Конституції України, вимагалось провести делімітацію і демаркацію кордону, повноцінну поіменну реєстрацію всіх громадян України, в т. ч. на предмет «єдиного громадянства», проведення обліку і взяття на повноцінний баланс власника (всіх громадян України) усіх природних об'єктів (ресурсів), забезпечуючи повноцінне функціонування Національного кадастру природних об'єктів, у т. ч. Державного кадастру ґрунтів в агроландшафтах України (Державний кадастр агросфери України), моніторингу і контролю... Для цього мала бути створена відповідна поза-відомча Національна земельна установа, на кшталт Національного банку України (рис. 1) [7].

Така національна земельна установа, має виконувати роль утримувача землі та її природних ресурсів (природних об'єктів права власності Українського народу); здійснювати державну реєстрацію земельних ділянок і нерухомого майна та природних ресурсів (природних об'єктів), пов'язаних з ними, та прав власності на них (єдина державна реєстраційна система); від імені держави забезпечувати і гарантувати права власності; розпоряджатися коштами, зокрема й тими, що надходять від першої ренти (вартісним еквівалентом основного національного багатства); виконувати роль генератора і стимулятора формування Державного та місцевих бюджетів, поповнювача золотовалютних запасів, гаранта збереження цілісності території України, продовольчої та енергетичної безпеки тощо [7].

Водночас вимагалось, з моменту прийняття Основного Закону України, надати





**Рис. 1.** Логічна схема Національної земельної установи України

*Примітка:* розроблено автором [газета «Урядовий кур'єр» від 8 липня 2014 р.].

статус (законодавчо і на практиці) кожному громадянину України (разом — Українському народу), котрий є живим та має лише єдине громадянство (вимога ст. 4 КУ) [1], співзасновника держави і повноправного співвласника землі та її природних ресурсів (основного національного багатства).

На превеликий жаль, цих засадничих кроків не було зроблено. Мусимо констатувати й той факт, що здійснювана так звана «земельно-аграрна реформа» в Україні не введена в чинне конституційне поле до цих пір і наслідки не імплементації конституційних норм стають дедалі відчутнішими, особливо в сільській місцевості, та негативно впливають на функціонування природних агроландшафтів, на стан родючості ґрунтів, на навколишнє природне середовище [8].

За таких передумов, олігархічні клани — в антиконституційний корупційний спосіб, експлуатують всі природні об'єкти

(всіх категорій землі) як, начебто власні, в тому числі й ґрунти, що є — основною складовою головного непозиченого капіталу нації...

Як наслідок, зневажливе ставлення до Основного Закону України (ст. 13 і 14 КУ) [1] позбавляє всіх разом громадян України конституційного права власності на «основне національне багатство», і кожного зокрема, — на свою законну частку цього капіталу.

Така бездіяльність (внутрішнє саботування) нівелює людський інтерес до українського громадянства і водночас не заважає зовнішньому ворогові безкарно і нахабно порушувати, не лише державний кордон та наше священне право власності, але й знищувати і руйнувати (ракетами, бомбами, мінами, снарядами) та забруднювати різними (хімічними, технічними, бактеріологічними) чинниками, в прямому розумінні цих слів, — природні об'єкти й ландшафти, родючі ґрунти й водні джерела — головний

земельний капітал нації як, начебто «нічийний», завдаючи всім нам неабиякої матеріальної й екологічної шкоди...

Спостерігається — ще гнітючіше відчуття в громадян, які вимушено стали біженцями чи переселенцями, в яких зруйновано помешкання і втрачена матеріальна власність тощо. Зникає будь-який інтерес — повертатися в Україну.

Дивує й те, що українські «слуги народу», незалежно від партійної приналежності, котрі через російсько-українську війну, лише на 31-му році незалежності знайшли в собі мужність об'єднатися проти ворога, так і не спромоглися (з початку воєнної агресії) виправляти свої «помилки» — в цій проблематиці...

Насправді, все це має ознаки прямого злочину, оскільки право законодавчої ініціативи належить Президентові України, народним депутатам і Кабінетові Міністрів України (ст. 93 КУ) [1].

Ці та інші антиконституційні чинники спричинили рух до керованого «хаосу», особливо в агросфері, в якій наглядно проявилися наслідки корупційних і олігархічних схем (мораторій, рейдерство, самоправство, безвідповідальність тощо), а також до російської воєнної агресії, які спонукають громадян України захищатися і діяти «тут і зараз» — на основі конституційного прагматизму. Детальніше йдеться в нашій науково-практичній статті «Звершення земельної реформи в Україні за когнітивним принципом позитивної часової преференції». Нами доведено, що критичний історичний вибухоподібний момент (точка біфуркації) закономірно наступив наприкінці 2021 р. [9].

Таким чином, настає кінець не усвідомлюваній та спантеличеній пасивності знедолених і зневірених колгоспно-радгоспних «пайовиків» — у земельному шулерстві під назвою «земельна реформа», які виявилися безпосередніми учасниками цієї прорадянської афери, що дозволила знищити українське селянство (генофонд нації) і трансформувати їхню землю в так звані «агрохолдинги» [10]. Просвітлюється свідомість й інших громадян на фактич-

ну експлуатацію олігархічними кланами й всіх інших категорій землі (житлового, промислового та громадського будівництва, лісівництва, транспорту, зв'язку, енергетики, гірничовидобувної промисловості, оборони, водно-господарської, природно-заповідної, природоохоронної, оздоровчої, рекреаційної історико-культурної та іншої діяльності) як ресурсів, що конституційно є їхньою (Українського народу) власністю.

Насамперед, простір земельного антиконституційного невігластва ліквідує сприйняття й адресне застосування слова «земля» — у двох його основних сутностях конституційного права власності (ст. 13, 14, 41 КУ) [1], а саме:

– на землю та її природні ресурси (надра, ґрунти, ліси, повітряний простір, водні та інші ресурси) як на природні об'єкти права власності Українського народу — основне національне багатство, що перебуває під особливою охороною держави і є головним природним (земельним) капіталом нації;

– на земельну ділянку (межу) як на об'єкт цивільних прав (нерухомість), що перебуває у власності громадян, юридичних осіб чи держави (приватна, комунальна і державна) і є земельним капіталом її власника.

За таких умов і на такій основі конституційно гарантується громадянам, юридичним особам та державі набуття і реалізація права власності на відповідно сформовані земельні ділянки (землю) та господарювання на них, що виступають відповідними об'єктами не лише цивільних прав, а й обов'язків та вимог (дотримання регламентів) щодо природокористування і гарантій соціальної спрямованості економіки. Саме такі суб'єкти права власності (приватна, комунальна і державна) на земельні ділянки (землю) є рівними між собою і перед законом і не можуть конкурувати з правом власності українського народу на природні об'єкти (землю).

В умовах ринкової економіки відводиться ключова роль формуванню нових механізмів взаємодії цих земельних прав

та інтересів, що капіталізуються шляхом одержання прибутків (доходів), завдяки появі реального власника на конкретну земельну ділянку, в межах якої й виникає «право користування природними об'єктами права власності народу відповідно до закону», — як цього вимагає ч. 2 ст. 13 Конституції України [1], і на який (закон) влада поки що — не спромоглася...

Ця ключова вимога як норма, що є своєрідною аксіомою — лише «користуватися» природними об'єктами права як чужим ресурсом і капіталом, а не «володіти» і не «розпоряджатися» ними, сприяє створенню доданої вартості (особливо в процесі землеробства, лісівництва, садівництва) і генерує непозичений капітал нації, розкриваючи повноцінне право власності Українського народу на землю та її природні ресурси. Тому в усіх цивілізованих країнах світу сплачується земельна рента (єдиний земельний податок) за користування природними об'єктами. Власник земельної ділянки як об'єкт цивільних прав (переважно — має бути відповідальним господарем — користувачем природних об'єктів), повинен сплачувати також податок на нерухомість за місцем знаходження ділянки.

За таких вимог, ми вважали і вважаємо, що в Україні проблема не з ринком землі чи мораторієм на неї, а з першорядною необхідністю подолати гібридну брехню стосовно сутності та адресного застосування самого слова «земля» і зрозуміти, що бажана аграрна реформа є лише особливою складовою повноцінної земельної реформи [11].

Водночас центральними й важливими чинниками функціонування емерджентності системи проявлення прав власності Українського народу на землю та її природні ресурси (природні об'єкти) як синергетичної ролі чинних норм конституційного земельного прагматизму, — є утвердження рішучої позиції таких законних інтересів.

Тому, саме «тут і зараз» необхідно зробити такі довгождані, невідкладні й першочергові кроки...

По-перше, треба негайно (фактично необхідно було вже 25 років поспіль — з моменту прийняття Конституції України) законодавчо і на практиці визнати (надати статус) кожного громадянина України (разом — Український народ), котрий є живим та має лише єдине громадянство (вимога ст. 4 КУ), співзасновником держави і повноправним співвласником землі та її природних ресурсів (основного національного багатства).

По-друге, оскільки, відповідно до Конституції України, земля та її природні ресурси (стисло «земля») як природні об'єкти права власності Українського народу — всіх громадян України (ч. 1 ст. 13 КУ) є основним національним багатством і перебуває під особливою охороною держави (ч. 1 ст. 14 КУ) [1] та є головним земельним капіталом нації, необхідно невідкладно оцінити і взяти їх (об'єкти) на загальнонаціональний баланс у спеціалізованій національній земельній установі, сформованій на зразок Національного банку України [7].

Заодно здійснити у відповідних загальнонаціональних системах геопростору держави пооб'єктний опис усіх природних ресурсів (у розрізі існуючих користувачів) і їхню класифікацію за цільовою придатністю та вимогами (регламентами) національного господарювання (користування ними). Узгоджено «профільтрувати» всі існуючі бази даних (інформаційні й реєстраційні системи) стосовно земельних відносин і природокористування, на предмет достовірності й відповідності здійснених процедур, у т. ч. з набуття прав, — чинним нормам Основного Закону України (особливо першого розділу) як нормам прямої дії, — незалежно від стану й приналежності будь-чого і будь-кого...

Такі камеральні, процедурні й процесуальні роботи виконуються в усьому геопросторі України (в межах державного кордону) як складові «Звершення земельної реформи в Україні: нова парадигма» узгоджено і миттєво (на основі достовірних матеріалів) — у процесі тотального кадастрування прав загальнонаціональної

власності (основного національного багатства) Українського народу (пооб'єктно) — для всіх громадян України (поіменно).

У результаті проведеної роботи, кожен громадянин набуває (на момент практичної реалізації (імплементції) конституційних положень) статусу співзасновника держави і одержує (в грошовому еквіваленті) рівновелику неуспадковану засновницьку частку (від народження — до смерті) в статутному капіталі нації (основного національного багатства). Така реальна частка (в грошовому еквіваленті) фіксується (реєструється) пожиттєво на особистому рахунку кожного громадянина України (повторюся — лише з єдиним громадянством) в спеціалізованій національній земельній установі. За попередніми розрахунками, розмір частки для початку становитиме в еквіваленті — понад 200 тис. дол. США.

Доведено, що лише на такій основі з'являється можливість, не лише щомісячно поповнювати довічний особистий фонд кожного такого громадянина України для власного розвитку і зростання, а й створюються об'єктивні передумови прозорого і повноцінного функціонування та розвитку збалансованої некорумпованої конституційно вмотивованої системи земельних відносин і природокористування в Новій Україні — як збалансованих інтересів усіх учасників (власників і користувачів) такого процесу.

Важливо, що державотворення і становлення комфортної життєдіяльності в нашій державі проходитиме за участі й під контролем усіх громадян України, які зможуть вільно й відповідально на приватній основі здійснювати підприємницьку та будь-яку іншу діяльність пов'язану з природокористуванням. Однозначно проявлятимуться стабільні системи генерування непозиченого інвестиційного капіталу нації та зростання обсягів доданої вартості вітчизняної продукції і як наслідок — ріст обсягів національного чистого прибутку.

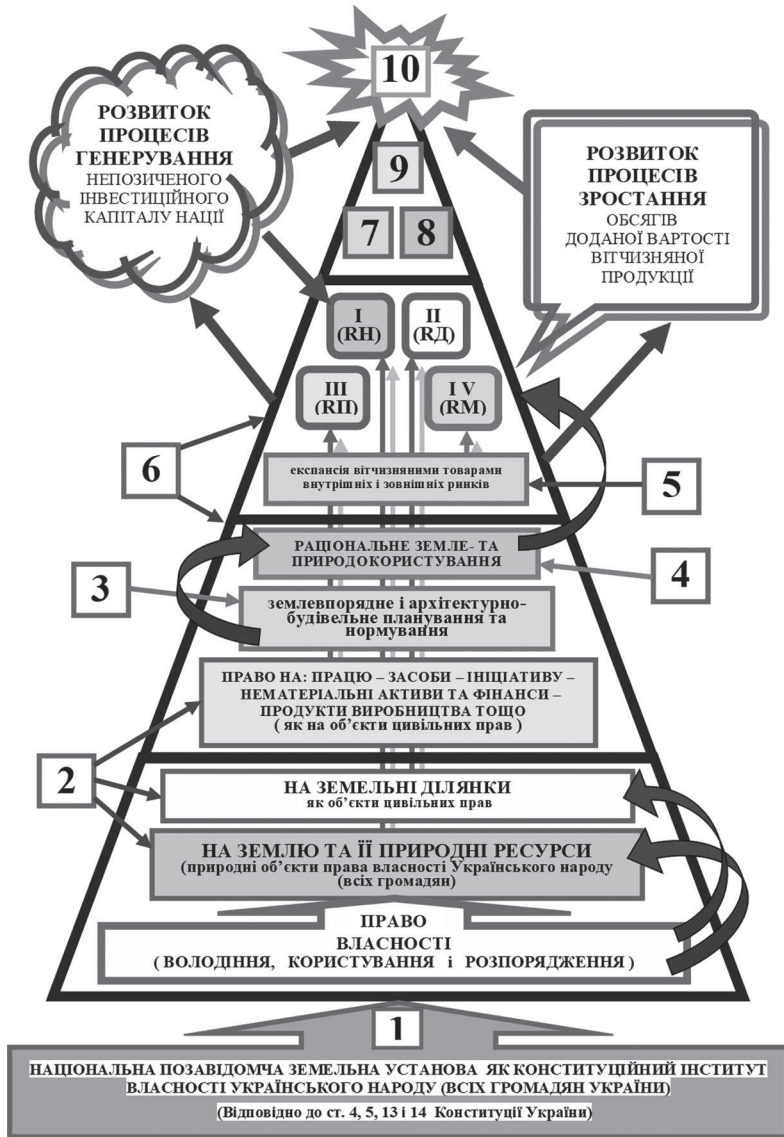
Функціонування та розвиток такої когнітивної земельної економіки (КЗЕ), що враховує дії об'єктивних законів живої і

неживої природи та суспільства, відбуватиметься — на користь всіх громадян України (Українського народу) і всіх учасників землеприродокористування, яку нами сформульовано «вперше» та стисло її віддзеркалює — так звана: «Когнітивна Піраміда — Олександера Коваліва» (рис. 2) [2].

У цьому зв'язку, відповідно до когнітивного моделювання, в межах всієї соціально-економічної системи функціонування і розвитку Нової України (державного регулювання і дерегуляції), обов'язково і безапеляційно визначаються умови та параметри реформування не лише всіх існуючих державних інститутів з питань землі та її природних ресурсів, але й всіх інших чинників впливу, забезпечення та гарантій такого рівня комфортної життєдіяльності, насамперед — судової системи, оскільки без чесних судів жодного звернення й розвитку на відбудуватиметься.

Щоб цього досягти і прискорено виправити існуючий ганебний стан, знешкодити корупційні схеми і безпомилково реалізувати в Україні конституційно-вмотивовану політику стосовно землі та її природних ресурсів як основного багатства нації, що конституційно належить всім громадянам, ми сподівалися одержати офіційне й справедливе тлумачення Конституційного Суду України — чинних земельних норм Основного Закону України (ст. 13 і 14 КУ) [1]. Хоч, процес триває за незрозумілим регламентом, ми не втрачаємо віру в його «чесність» [12].

Сподіваємося також, що з метою професійного виправлення антиконституційного становища в законотворчій роботі Верховної Ради України, особливо щодо справедливої імплементції декларованих конституційних земельних прав громадян України, її голова — Руслан Стефанчук, доктор юридичних наук, дійсний член (академік) Національної академії правових наук України (з 2020 р.), розпорядження Голови Верховної Ради України від 30 грудня 2021 р. № 502, утворив Науково-консультативну раду при Голові Верховної Ради України і затвердив її персональний



**Рис. 2.** Структурна модель функціонування ієрархічної динамічної системи звершення земельної реформи в Україні в рамках когнітивної земельної економіки:

1 – позавідомче функціонування національної земельної установи як конституційно вмотивованого загальнонаціонального інституту; 2 – інституціоналізація державного регулювання спільних та інших відносин в частині національних інтересів і зростання інноваційної ренти; 3 – забезпечення формування й функціонування сталих суб'єктів власності і господарювання; 4 – вільний розвиток приватної ініціативи та підприємництва; 5 – стимулювання виробництва і реалізації вітчизняної продукції з високою доданою вартістю; 6 – гарантії безпеки громадян і їхньої діяльності та прав власності; 7 – Державний бюджет України; 8 – місцеві бюджети громад; 9 – сімейні бюджети громадян України; 10 – формування комфортного простору і умов життєдіяльності в чистому і здоровому довікллі всіх громадян України (піраміда функціонування когнітивної земельної економіки – так звана «Когнітивна піраміда Олександра Коваліва»).

Джерело: автор – Олександр Ковалів.



склад у кількості 99 осіб (майже всі доктори юридичних наук), з них 4 кандидати юридичних наук і 1 адвокат.

Мусимо констатувати й той факт, що з перемогою над «рашизмом» — в Україні якнайшвидше переможе українська «конституційна правда» і відбудеться прозріння, не лише в органів державної влади (законодавча, виконавча і судова), але й в наукових та педагогічних авторитетів, — що стане підтвердженням справжнього служіння і відданості Українському народу — всім громадянам України...

Разом із тим (не очікуючи «чуда») ми переконані, що Рада національної безпеки і оборони України — повинна негайно приступити до реалізації обґрунтованих нами і узагальнених у вигляді кроків: «Основні засади реформування земельних відносин і природокористування в Україні — в інтересах всього Українського народу», оскільки дані напрацювання є конституційно вмотивованими, науково обґрунтованими і публічно обговореними...

Для цього, Гаранту Конституції України чи ініціатору (ініціаторам) реалізації нової парадигми звернення земельної реформи в Україні, треба терміново визначитися з фазовою групою, яка б на професійній основі за нашою участю підготувала (пакетом) — проекти рішень РНБО і законопроектів та нормативно-правових актів як першочергових кроків, а також відповідально й системно супроводжувала б їх — до остаточного прийняття, зокрема:

– Загальнонаціональні засади конституційних норм щодо землі та її природних ресурсів як природних об'єктів права власності Українського народу — основного національного багатства України, що перебуває під особливою охороною держави (рішення РНБО).

– Програмні основи звернення конституційно вмотивованої земельної реформи в Україні, які розкриватимуть комплексні організаційно-економічні заходи й механізми їх здійснення (рішення РНБО).

– Закон України «Про Національну програму Звернення земельної реформи в Україні: нова парадигма» (ВРУ).

– Закон України «Про персоніфікацію громадян України, які є співвласниками землі та її природних ресурсів — головного земельного капіталу нації, що є природними об'єктами права власності Українського народу» (ВРУ).

– Закон України «Про Національну установу землі та її природних ресурсів України (Національну земельну комору України)», утворювану за аналогією до Національного банку України (ВРУ).

– Закон України «Про право користування природними об'єктами права власності Українського народу» (ВРУ).

– Закон України «Про економіко-правову відповідальність користувачів землі та її природних ресурсів як об'єктів права власності Українського народу — основного національного багатства України» (ВРУ).

## ВИСНОВКИ

Прогнозується, що повноцінна реалізація окреслених та інших загальнонаціональних кроків, а також відповідних заходів на місцевих рівнях як головних механізмів захисту прав всіх громадян на комфортну життєдіяльність в конституційному полі України, дасть можливість у короткостроковій перспективі забезпечити:

– Введення в конституційне поле України так звану земельно-аграрну реформу і створення передумов до комплексних ринкових земельних відносин, в тому числі стосовно земельних ділянок (паїв) і природних об'єктів сільськогосподарського призначення.

– Визнання і реєстрацію кожного громадянина України (разом — Український народ), котрий є живим та має лише єдине громадянство (для неповнолітніх дітей — обов'язково батьки мають мати лише єдине громадянство) — співзасновником держави і повноправним співвласником землі та її природних ресурсів (головного земельного капіталу нації).

– Взяття всіх природних об'єктів права власності Українського народу як основного національного багатства (головного земельного капіталу нації) — на загально-

національний позавідомчий баланс у новоствореній Національній земельній установі (Національна земельна комора України).

– Здійснення реєстрації (в грошовому еквіваленті) рівновеликих позитивних неуспадкованих засновницьких (статутних) часток у земельному капіталі нації (статутному капіталі) на особистих рахунках кожного громадянина України (від народження – до смерті), котрий має лише єдине громадянство України. За попередніми розрахунками, розмір частки для початку становитиме в еквіваленті – понад 200 тис. дол. США.

– Забезпечення повноцінного захисту прав усіх громадян України щодо власності на землю та її природні ресурси як на природні об'єкти права власності Українського народу – основне національне багатство, а також прав власності на земельні ділянки як на об'єкти цивільних прав (приватна, комунальна і державна).

– Усунення причин корупції й олігархічного свавілля в процесі використання основного національного багатства України.

– Прозоре нагромадження коштів (узгоджено із бюджетним процесом) внаслідок раціонального використання природних об'єктів. Передбачається, що через два роки від початку звершення основного етапу комплексної земельно-ресурсної реформи буде задіяна в економіку України лише десята частина від доступних природно-ресурсних багатств, що в грошовому еквіваленті становитиме 9 трлн дол. США. Річні сукупні надходження (рентна плата, земельний податок – у середньому на рівні 1% від вартості природних об'єктів) до створеної Національної земельної комори України сумарно становитимуть 90 млрд дол. США. Ця сумарна величина збільшуватиметься щороку.

– Цілеспрямоване інвестування частини цих непозичених коштів (понад 50 млрд дол. США – щороку), починаючи із наступного року надходжень, на розвиток підприємництва (підтримку ініціатив, особливо малого і середнього бізнесу).

– Поступлення іншої частини доходів (понад 26 млрд дол. США) як дивідендів

на статутні частки в капіталі нації – на особисті рахунки кожного громадянина, котрий є живим та має лише єдине громадянство, або по 50 дол. США щомісяця. Прогнозується, що за умов інтенсивної участі працездатних громадян у системному звершенні комплексної реформи і більш раціонального природокористування впродовж трьох років поспіль ця сума може зрости до 70–80 млрд дол. США, або по 150 дол. щомісяця кожному такому громадянину, і так – позитивно...

– Участь цього непозиченого капіталу нації в ринкових земельних відносинах України, разом із стрімким зростанням інноваційної економіки України та регіональним розвитком, також стимулюватиме стабільність національної валюти, зниження облікової ставки НБУ, доступність кредитування...

– Вирішення екологічних проблем – у процесі природокористування.

– Повний захист національних земельних інтересів від глобального впливу та гібридної війни, особливо на ринкові відносини стосовно родючих ґрунтів.

– Формування збалансованого і комфортного простору життєдіяльності кожного громадянина, особливо в сільській місцевості, а також інших конституційно декларованих прав та інтересів всього Українського народу.

Вбачаємо, що рішучість Гаранта Конституції України стосовно практичної імплементації конституційних земельних норм як норм прямої дії, також забезпечить повноцінну реалізацію передвиборчої програми Президента України щодо «основного національного багатства...», зокрема «економічного паспорта українця»...

При цьому, надважливо, щоб небаїдуха високоосвічена українська наукова і педагогічна спільнота також доносила, здобуті нами нові знання «конституційного земельного прагматизму», які є конституційно вмотивованими, науково обґрунтованими і публічно обговореними, й такими, що розкривають сутність чинних земельних норм Основного Закону України як норм прямої дії...

## ЛІТЕРАТУРА

1. Конституція України. *Відомості Верховної Ради України*. 1996. № 30.
2. Ковалів О.І. «Когнітивна земельна економіка» – основний ключ до звернення земельної реформи в Україні як нової парадигми. *Ефективна економіка*. 2021. № 6. URL: [http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/6\\_2021/10.pdf](http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/6_2021/10.pdf).
3. Ковалишин О. Теоретико-методологічні засади економічних та екологічних відносин прав власності на землю. Львів, 2019. 312 с.
4. Яковенко Р.В. Управління економічною системою України в умовах російської агресії. *Економіка та держава*. 2022. № 3. С. 49–52.
5. Третяк А.М., Третяк В.М., Прядка Т.М. Стратегічні напрями земельної політики в Україні до 2030 року. *Економіка та держава*. 2021. № 8. URL: [http://www.economy.in.ua/pdf/8\\_2021/7.pdf](http://www.economy.in.ua/pdf/8_2021/7.pdf).
6. Ковалів О.І. Російський «слід» в реформі ринку землі. *День*. 7–8 трав. 2021. № 81–82. С. 11.
7. Ковалів О.І. Особливості земельних відносин та природокористування в інтересах Українського народу. *Ефективна економіка*. 2015. № 8. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=4251>.
8. Kovaliv Oleksander. Теоретично-методологічні засади звернення земельної реформи в Україні як нова парадигма. *WSPYJPRACA EUROPEJSKA NR*. Warszawa. 2016. № 3 (10). P. 35–47.
9. Ковалів О.І. Звернення земельної реформи в Україні за когнітивним принципом позитивної часової переваги. *Ефективна економіка*. 2021. № 11. URL: [http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/11\\_2021/24.pdf](http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/11_2021/24.pdf).
10. Ковалів О.І. Земля та її природні ресурси – основа подальшої внутрішньої політики в Україні на рентагній основі (реальна програма дій). *Землепорядкування: наук.-техн. журнал*. 2003. № 3. С. 16–20.
11. Ковалів О.І. Звернення земельної реформи в Україні: нова парадигма: моногр. Київ: ДІА, 2016. 416 с.
12. Ковалів О.І. Головна неврегульована в Україні передумова погіршення якісного стану природних об'єктів. *Збалансоване природокористування*. 2020. № 4. С. 5–16.

## REFERENCES

1. Konstytucja Ukrainy [The Constitution of Ukraine]. (1996). *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy – Information from the Verkhovna Rada of Ukraine*, 30 [in Ukrainian].
2. Kovaliv, O.I. (2021). «Kognityvna zemel'na ekonomika» – osnovnyj ključ do zvershennja zemel'noji reformy v Ukrajinі jak novoji paradyghmy [«Cognitive land economy» – the main key to the accomplishment of land reform in Ukraine as a new paradigm]. *Efektynna ekonomika – Efficient economy*, 6. URL: [http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/6\\_2021/10.pdf](http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/6_2021/10.pdf) [in Ukrainian].
3. Kovalyshyn, O. (2019). *Teoretyko-metodolohichni zasady ekonomichnykh ta ekolohichnykh vidnosyn prav vlasnosti na zemliu [Theoretical and methodological principles of economic and environmental relations of land ownership]*. Lviv [in Ukrainian].
4. Yakovenko, R.V. (2022). Upravlinnja ekonomichnoju systemoju Ukrajinі v umovakh rosijskoho aghresiji [Management of the economic system of Ukraine in the conditions of Russian aggression]. *Ekonomika ta derzhava – Economy and state*, 3, 49–52 [in Ukrainian].
5. Tretjak, A.M. & Tretjak, V.M. (2021). Strategichni naprjamy zemel'noji polityky v Ukrajinі do 2030 roku [Direct strategic land policy in Ukraine until 2030]. *Ekonomika ta derzhava – Economy and state*, 8. URL: [http://www.economy.in.ua/pdf/8\\_2021/7.pdf](http://www.economy.in.ua/pdf/8_2021/7.pdf) [in Ukrainian].
6. Kovaliv, O. (2021). Rosiyskyy «slid» v reformi rynku zemli [Russian "trace" in the reform of the land market]. *Den' – Day*, 81–82, 11 [in Ukrainian].
7. Kovaliv, O.I. (2015). Osoblyvosti zemel'nykh vidnosyn ta pryrodokorystuvannja v interesakh Ukrajin'skoho narodu [Features of land relations and environmental management in the interests of the Ukrainian people]. *Efektynna ekonomika – Effective economy*, 8. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=4251> [in Ukrainian].
8. Kovaliv, O. (2016). Teoretyčno-metodolohichni zasady zvershennja zemel'noji reformy v Ukrajinі jak nova paradyghma [Theoretical and methodological principles of land reform in Ukraine as a new paradigm]. *WSPUPRACA EUROPEJSKA NR, 3 (10)*, 35–47 [in Ukrainian].
9. Kovaliv, O.I. (2021). Zvershennja zemel'noji reformy v Ukrajinі za koghnityvnyj principom pozytyvnoji chasovoi preferenciji [The completion of the land reform in Ukraine according to the cognitive principle of positive hourly preferences]. *Efektynna ekonomika – Effective economy*, 11. URL: [http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/11\\_2021/24.pdf](http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/11_2021/24.pdf) [in Ukrainian].
10. Kovaliv, O. (2003). Zemlja ta jiji pryrodni resursy – osnova podalshoji vnutrishnjoji polityky v Ukrajinі na rentnij osnovi (real'na prohrama dij) [Land and its natural resources are the basis for further domestic policy in Ukraine on a rent basis (real action program)]. *Zemleporjadkuvannja: naukovotekhnichnyj zhurnal – Land management: scientific and technical magazine*, 3, 16–20 [in Ukrainian].
11. Kovaliv, O. (2016). *Zvershennja zemel'noi reformy v Ukrajinі: nova paradyghma [Completion of land reform in Ukraine: a new paradigm]*. Kyiv [in Ukrainian].
12. Kovaliv, O. (2020). Gholovna nevreguljovana v Ukrajinі peredumova pogirshennja jakisnogho stanu pryrodnykh ob'ektiv [The main unregulated in Ukraine prerequisite for the deterioration of the quality of natural objects]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannja – Balanced nature management*, 4, 5–16 [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 20.01.2022  
Стаття доопрацьована автором 20.04.2022

## МІСЬКЕ СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО — ЯК СКЛАДОВА КОНЦЕПЦІЇ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ ГРОМАДИ

Н.А. Пасічник<sup>1</sup>, О.Г. Тараріко<sup>2</sup>, Н.О. Ясінська<sup>3</sup>, О.О. Опришко<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Національний університет біоресурсів і природокористування  
МОН України (м. Київ, Україна)

e-mail: [n.pasichnyk@nubip.edu.ua](mailto:n.pasichnyk@nubip.edu.ua); ORCID: 0000-0002-2120-1552

e-mail: [ozon.kiev@nubip.edu.ua](mailto:ozon.kiev@nubip.edu.ua); ORCID: 0000-0001-6433-3566

<sup>2</sup> Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)

e-mail: [tarariko@ukr.net](mailto:tarariko@ukr.net); ORCID: 0000-0002-5132-0157

<sup>3</sup> Президія Національної академії аграрних наук України (м. Київ, Україна)

e-mail: [yasinska.nadiia@gmail.com](mailto:yasinska.nadiia@gmail.com); ORCID: 0000-0001-8100-019X

Для населення урбанізованих територій критично важливими стають питання якості та різноманітності доступних харчових продуктів, екологічної безпеки та гарантій сталою енергозабезпечення. Частина урбанізованих територій не може використовуватись безпосередньо для виробництва харчових продуктів з екологічних причин, проте цілком придатна для виробництва енергії з біомаси. Для створення стратегії переробки органічної біомаси з міських насаджень парків та скверів потрібно визначитись з інструментарієм для отримання та інтерпретації даних щодо наявної та перспективної кількості біомаси в містах, що і становило мету нашої роботи. Дослідження за допомогою безпілотних засобів здійснювали в ботанічному саду Національного університету біоресурсів і природокористування України, з використанням мульти-спектральної сенсорної системи Slanrange 3P з платформи БПЛА промислового типу. Дослідження скверів та газонів міста проводили з використанням архіву супутникових знімків у видимому діапазоні високої роздільної здатності — 0,5 м/піксель — та спеціалізованого сервісу аграрного призначення EO Browser із роздільною здатністю знімків у 10 м/піксель. Моніторинг парку з використанням комплексу Slanrange 3P, із спеціалізованим програмним забезпеченням SlantView, дав змогу ідентифікувати крони дерев та трав'яне покриття, водночас розрізнити ліани не вдалося. Найкращі результати ідентифікації для комплексу Slanrange було отримано для червоного та інфрачервоного каналів вимірювання. За використання даних супутникового моніторингу відмічена можливість ідентифікації біомаси дерев та кущів відбувається в умовах посухи, коли трава на газонах страждає більше, ніж дерева і кущі, очевидно, завдяки розвиненій кореневій системі. Відмічено, що супутникова зйомка зазвичай здійснюється під різними кутами і, відповідно, фіксуються як дахи, так і частково стіни будівель, а відповідно, саме така зйомка є більш придатною для оцінки біомаси перспективного вертикального озеленення за допомогою ліан.

**Ключові слова:** фітомаса міста, кількість фітомаси, дистанційний моніторинг.

### ВСТУП

В умовах тенденції на глобальну урбанізацію, яка є характерною для сучасного суспільства в Європі, населення може вирішувати свої питання щодо якості життя громадою, що створює як новітні проблеми, так і надає новітні можливості. Так, саме для урбанізованих територій для населення критично важливими стають питання якості та різноманітності доступних

харчових продуктів, екологічної безпеки та гарантій сталого енергозабезпечення. Такі різнопланові питання висвітлені в оглядових дослідженнях О.І. Дребот (2021) [1], Melissa N. Poulsen et al. (2015) [2], де показано, що найбільш ефективно вирішуються комплексними заходами, такими як концепція міського сільського господарства, яка активно просувається з 80-х років минулого сторіччя. Традиційними рішеннями для міського сільського господарства є тепличні комплекси на дахах будівель, гло-

© Н.А. Пасічник, О.Г. Тараріко,  
Н.О. Ясінська, О.О. Опришко, 2022

бальні тенденції та кількісне збільшення яких показано в роботі Elisa Appolloni et al. (2021) [3]. Такі рішення дають можливість покращити сумарну енергоефективність як власне теплиці за рахунок сучасних стратегій інтелектуального керування енергоспоживання, показаних у роботі A. Dudnyk et al. (2019) [4] та V. Lysenko et al. (2019) [5], так і загалом основної споруди. Однією з причин створення теплиць на дахах будівель є зменшення викидів CO<sub>2</sub>, який є одним із найвпливовіших парникових газів, утворення якого є наслідком життєдіяльності людини. Озелененням міст займається паркове господарство. Однією з причин культивування саме декоративних рослин на урбанізованих територіях є забруднення ґрунтів важкими металами, як показано в роботах S. Joimel et al. (2016) [6] для Франції, так і загальним зниженням родючості ґрунтів у містах, відміченим у роботі Enzai Du et al. (2022) [7] з Китаю. Окрім забруднення на урбанізованих територіях відбувається і зміна ґрунтогенезу, як показано в роботі В.В. Кацевич (2020) [8]. Отже, частина території на урбанізованих територіях, з екологічних причин, не може використовуватись безпосередньо для виробництва харчових продуктів, однак цілком придатна для виробництва енергії з біомаси, що обґрунтовано в роботах Mohammad M. Shahsavvar et al. (2021) [9].

У попередні роки, за наявності дешевих енергоресурсів, питаннями переробки міської фітомаси (опалого листя, обрізаних гілок тощо) нехтували, проте такий досвід існує стосовно географічно ізольованих острівних територій, де раціональне використання природних ресурсів актуальне. Так, за даними Keyu Bao et al. (2022) [10] для Réunion (a French) вдалось задовільнити до 22% електроенергії громади. В роботі Nicolás M. Clauser et al. (2021) [11] доведено доцільність створення спеціалізованих підприємств для переробки відходів фітомаси з міських територій, що мають бути адаптовані під оптимальну для громади сировину. Таку необхідність врахування технології виробництва було підтверджено і в роботі M. Zablosky et al. (2020) [12],

де було показано, що на вихід біогазу при зброджуванні рослинної біомаси впливало не лише склад і об'єми рослинної сировини, а навіть і методика її подрібнення.

У розглянутих вище роботах [10; 11] для побудови стратегій переробки біомаси використовувались ГІС-технології при відомих обсягах сировини, що потребують адаптації до урбанізованих територій. Озеленення території міст передбачає норми щодо кількості дерев та кущів відповідно до питомої концентрації мешканців, однак у роботі Jie Ma et al. (2021) [13] увагу сконцентровано саме на ефективність поглинання і накопичення вуглецю деревами в місті за рахунок, насамперед, різниці габаритів рослинних насаджень. Відтак, незважаючи на наявність у державних структур інформації про вік, локацію і номенклатуру деревини в місті, важливо знати й їх габарити, що можуть варіюватись у широких межах. Відповідно, для створення стратегій переробки утилізаційної фітомаси міських територій потрібно визначитись з інструментарієм для отримання та інтерпретації об'єктивних даних, що і становило мету нашої роботи.

## АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

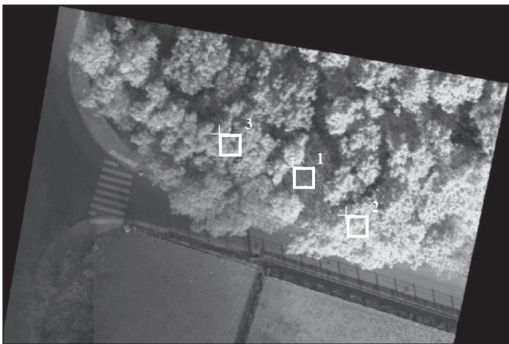
Питання визначення обсягу фітомаси (габаритів рослин) актуальне для тепличних господарств, де для цього використовують різні технічні засоби і зокрема мобільні роботи, як показано в роботі V. Lysenko et al. (2019) [14], проте такий робот пересувався спеціальними коліями відсутніми у місті. Karolina Zięba-Kulawik et al. (2021) [15] для моніторингу міських лісів у Ліхтенштейні використали 3D сканування, ввівши поняття 3D ГІС, однак, враховуючи складність проведення досліджень та вартість обладнання, масштабування цієї технології для міст України сумнівна. Лазерні радары (LiDAR), на відміну від 3D сканерів, не здатні оцінювати внутрішню структуру об'єкта, проте можуть визначити параметри його поверхні. Таке знаряддя може бути встановленим на БПЛА для оцінки рослинних насаджень, що було екс-



периментально доведено в роботі Sadeera Jayathunga et al. (2018) [16], де автори задіяли потужну літакову платформу, можливість використання яких в умовах щільної забудови міст сумнівна. В оглядовій роботі Alvarez-Vanhard Emilien et al. (2021) [17] стосовно порівняння ефективності використання супутників та БПЛА для екологічного моніторингу показано доцільність поєднання цих технологій.

У роботах N. Pasichnyk et al. (2021) [16] та Masoud Mahdianpari et al. (2021) [19] здійснювали моніторинг біомаси міста з використанням супутникових знімків у видимому інфрачервоному діапазоні, де показали можливість розрізнити тип рослинності, проте вартість знімків із роздільною здатністю в 0,5 м/піксель є високою. Крім комерційних систем супутникового моніторингу, для наукової та комерційної діяльності доступні й стрімко розвиваються і державні наукові проекти з вільним доступом до оперативних та архівних спектральних даних, такі як Sentinel-2 (Copernicus programme of the European Union), із роздільною здатністю в 10 м/піксель. У роботі Bashir Adamu et al. (2021) [20] саме їх використовували для оцінки міської фітомаси західноафриканської савани, проте автори не ставили за мету відокремити траву від дерев та кущів, потенціал біомаси яких істотно різняться.

З огляду на аналіз літературних джерел, для моніторингу фітомаси міст найдоціль-



**Рис. 1.** Дослідні ділянки ботанічного саду НУБіП України: 1 — трава; 2 — крона дерева із додатковою ліаною; 3 — крона дерева

ніше використовувати поєднання супутникових рішень та БПЛА для вулиць, скверів та паркових зон відповідно. Оперативні супутникові знімки високої роздільної здатності є комерційним продуктом, але існують сервіси доступу до спектральних даних у видимому діапазоні Google Earth Pro (сервер kh.google.com), які доцільно розглянути. Потрібно перевірити можливість ідентифікації типу рослинних насаджень для міської рослинності від супутників, що надають загальнодоступні дані з середньою роздільною здатністю, зокрема Sentinel-2.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктом досліджень було обрано ботанічний сад Національного університету біоресурсів і природокористування України (далі НУБіП), колекція якого містить майже весь спектр рослинних насаджень для озеленення міст півночі України (рис. 1).

Окрім традиційних для озеленення міст дерев та кущів, у саду є і перспективні для озеленення ліани. Моніторинг парку НУБіП проводили з висоти 100 м, з використанням гексакоптера DJI Matrice 600, сенсорна система Slangrange 3. Для позиціонування використовувались засоби штатного ПЗ SlantView, з його допомогою обчислювали також вегетаційні індекси.

Введення до колекції цих рослин обґрунтоване тим, що в частині мегаполісів України, за комерційного будівництва житлових комплексів спостерігається значне зростання щільності населення як за рахунок збільшення висотності новобудов, так і максимізації кількості будов на території комплексу. За досвідом Іспанії, викладеним у роботі Jaime Marlès Magre et al. (2019) [21], Китаю, представлені в Zhiwen Gao et al. (2021) [22], саме ліани можуть ефективно використовуватись для озеленення таких об'єктів.

Дослідними зразками міських скверів було вибрано 2 ділянки у м. Києві, зокрема вздовж вул. Прилужна, а також між вул. Чорнобильська і М. Ушакова. Вибір



**Рис. 2.** Фото ландшафту вул. Прилужна, м. Київ  
(дата зйомки 05.2019 р., отримана з сервісу Google maps)

саме цієї локації був обумовлений тим, що поруч знаходяться квартали, спроектовані за часів СРСР та сучасні новобудови, на *рис. 2* відповідно ліворуч та праворуч.

За часів СРСР щільність забудови була значно нижчою, завдяки чому було більше місця для розташування зелених насаджень. Скріншоти інтерфейсів знімка та карти зазначених ділянок наведені на *рис. 3*.



**Рис. 3.** Дослідні ділянки на супутникових знімках від сервісу Google Earth:  
1 — будинки часів СРСР, 2 — новобудови  
(дата зйомки 04.03.2019 р.)

Мультиспектральні супутникові дані отримували з Інтернет сервісу EO Browser від супутнику Sentinel-2 (L2A). Використовували фотознімки ділянок, виконані в безхмарну погоду. Атмосферна корекція та обчислення вегетаційного індексу NDVI здійснювалися постачальниками даних. Для проведення досліджень приймали дані, отримані за максимальної кіль-

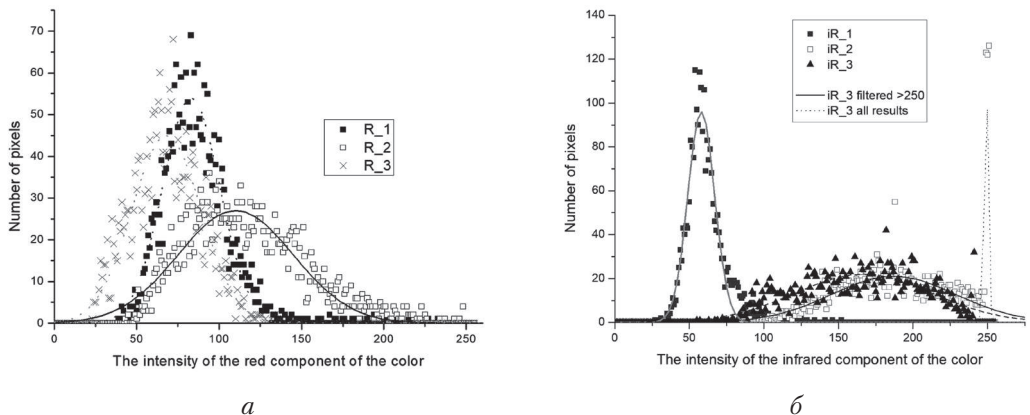
кості фітомаси у парках та скверах, а саме з червня по вересень.

Перерахунок спектральних даних, збережених у вигляді монохромних та кольорових зображень форматів bmp та jpeg, здійснювали в ПЗ MathCad за методикою, описаною в роботі M.Dolia et al. (2019) [23]. Статистичну обробку експериментальних даних здійснювали за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення OriginPro 8 Sp4 (розробник Origin Lab Corporation).

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

**Парк.** На *рис. 4a* та *4б* представлено розподіл інтенсивності складових кольору для відповідних спектральних каналів Slanrange 3. Розмір дослідної ділянки становив  $50 \times 50$  пікселів ( $3 \times 3$  м). Апроксимацію експериментальних даних здійснювали з використанням рівняння для Гауссового розподілу.

Статистичним аналізом було встановлено, що розподіл інтенсивності складових кольору пікселів для трави (1) та крони дерева (3) добре описуються Гауссовою залежністю ( $R^2$  0,96 і 0,8 відповідно), що підтверджує результати, отримані Yaokai Liu et al. (2012) [24] за аеромоніторингу рослинних насаджень. Для зразка крони дерева з ліаною, якщо розглядати усі дані (iR\_3 all results)  $R^2$ , становить 0,34, а якщо відкинути пікселі, інтенсивність складових кольору яких перевищує 255, то  $R^2$  набуває



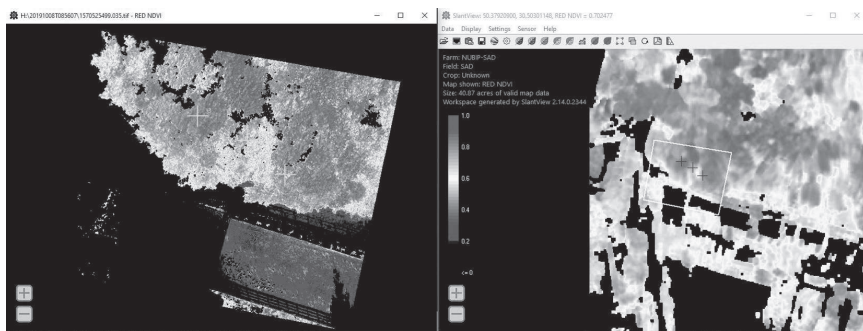
**Рис. 4.** Залежність кількості пікселів від інтенсивності складових кольору для червоного (а) та інфрачервоного каналу (б):  
 1 – трава; 2 – крона дерева з ліаною; 3 – крона дерева

значення 0,8, як і для крони дерева без ліани. Кількість ділянок, інтенсивність кольору яких перевищує 250, становила понад 15% від загальної, що не може бути наслідками похибок вимірювання. Вочевидь, зафіксовані 2 окремих розподіли, що мають належати двом різним об'єктам і, ймовірно, це пояснюється саме наявністю ліани в кроні дерева, що необхідно враховувати за ідентифікації біологічних об'єктів міста.

Якщо у видимому діапазоні (див. *рис. 4а*) відрізнити траву від крони дерева проблематично: максимум розподілу для ділянок 1, 2 і 3 становить 83, 110 та 68 відповідно, то в інфрачервоному каналі ситуація з ідентифікацією інша і максимуми розподілу становлять 58, 167 і 187 відповідно.

Однією з переваг системи Slantrange є фірмове програмне забезпечення для обробки даних Slant View, що надає, зокрема, різні вегетаційні індекси: Stress, Veg. fraction, Yield potential та ін. Проведенням досліджень, зокрема під час побудови карти розподілу на прикладі поширених вегетаційних індексів типу NDVI, було встановлено, що обчислені ПЗ Slant View дані відрізняються від збережених нами за даними відповідних спектральних каналів. На *рис. 5* наведені скріншоти інтерфейсів знімка та карти програми Slant View для розподілу індексу Red NDVI для дослідної ділянки парку.

Для обох інтерфейсів використовується єдина палітра для кодування даних. У вікні



**Рис. 5.** Скріншоти інтерфейсів знімка (зліва) та карти (справа) програми Slant View

карти розшифрування палітри знаходиться в лівій частині інтерфейсу. Результати декодування палітри для різних інтерфейсів мали принципову різницю, так, наприкладі першої ділянки середнє значення індексу Red NDVI сягає близько 0,22 (кодування відтінками червоного кольору), що відповідає розрахункам, а у вікні карт середнє значення індексу становить  $0,68 \pm 0,01$ , тобто перевищує втричі. Така різниця в результатах, на думку авторів, пояснюється використанням вбудованої системи фільтрації ділянок розпізнаних як ґрунт, тінь тощо. У *табл.* наведені результати величин вегетаційних індексів для дослідних ділянок, обчислених засобами ПЗ Slant View.

**Величини вегетаційних індексів для дослідних ділянок, розраховані з використанням ПЗ Slant View**

Веґетаційний індекс	Дослідна ділянка		
	1	2	3
Stress	$0,35 \pm 0,01$	$0,20 \pm 0,01$	$0,28 \pm 0,02$
Veg. fraction	$0,85 \pm 0,04$	$0,98 \pm 0,01$	$0,95 \pm 0,03$
Yield potential	$0,55 \pm 0,03$	$0,76 \pm 0,02$	$0,67 \pm 0,02$
Red NDVI	$0,68 \pm 0,02$	$0,80 \pm 0,02$	$0,85 \pm 0,01$

В усіх випадках фіксується нормальний розподіл, для якого за використання Гаусового розподілу коефіцієнт детермінації перевищує 0,8. Отже, якщо для ділянки, що відповідала кроні дерева із ліаною за каналами Green, Red Edge та iRed, попиксельним аналізом зображення фіксується наявність додаткового об'єкта  $R^2=0,3$ ), то для карти розподілу обчислених ПЗ Slant View це не фіксується  $R^2 \geq 0,8$ . Тобто, вибірковість результатів моніторингу була втрачена, оскільки наявність додаткового розподілу на який припадало 15% площі дослідної ділянки, що належала ліані не фіксувалася.

Слід зазначити, що для оцінки горизонтальної проекції крони дерев парків доцільно використовувати інфрачервоний

спектральний діапазон (Red Edge та iRed). Водночас, оцінка об'єму фітомаси ліан буде ускладнена через особливості їх архітекtonіки, адже спектральний комплекс розраховано саме на моніторинг горизонтальних поверхонь. Для ліан, що мають істотну вертикальну проекцію, ймовірно, доцільно використовувати БПЛА з рухомою камерою, такі як DJI Phantom 4 multispectral, що в роботі Run Yu et al. (2021) [25] використовувався саме для оцінки вертикальної проекції дерев.

**Сквери.** Можливість ідентифікувати рослинність у місті за супутниковими знімками в оптичному діапазоні, а саме відізнати дерева та кущі від трави газонів показана в роботі N. Pasichnyk et al. (2021) [18], де відмічена низька вибірковість порівняно з інфрачервоним діапазоном. Незважаючи на це, наявність доступних та безкоштовних даних є принципово важливим для дослідників, а тому є сенс адаптувати технології інтерпретації саме таких даних. Було висунуто гіпотезу можливості ідентифікації фітомаси дерев та кущів, базуючись на відмінностях у стійкості до посухи багаторічних рослин із глибокою кореневою системою порівняно з травами. Було враховано неоднозначність такого припущення, адже частина газонних насаджень підтримуються поливними системами. Тому такий порівняльний аналіз передбачав вибірковість. Архів дає можливість отримати дані за кілька років і відповідно є можливість отримати дані за засушливий період, коли трава перебуває у пригніченому стані. На *рис. 6* представлені знімки дослідних ділянок, отримані за сприятливих умов (2017 р.) та за посухи (2018 р.).

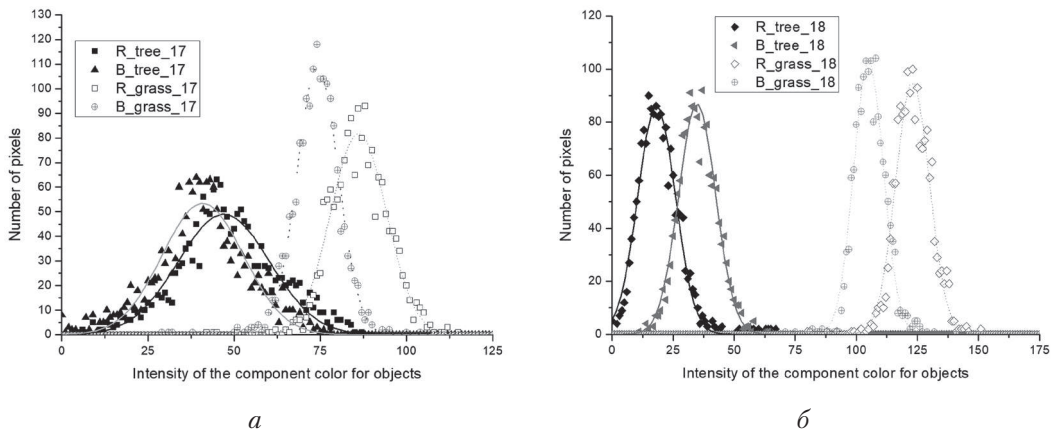
На *рис. 7а* і *7б* наведено результати досліджень ділянок візуально ідентифікованих як крона дерев та газон відповідно.

Максимуми розподілу за червоним каналом для ділянки крони дерева зйомки в 2017 і 2018 рр. становили 18 та 42 відповідно. Поясненням такої різниці є відсутність атмосферної корекції знімків, оскільки вони не розглядалися розробниками сервісу, як такі що будуть використовуватись для спектральних досліджень. За потреби,





**Рис. 6.** Супутникові знімки дослідної ділянки скверів міста від 08.10.2017 для нормальних (зліва) та засушливих умов від 06.08.2018 (справа)



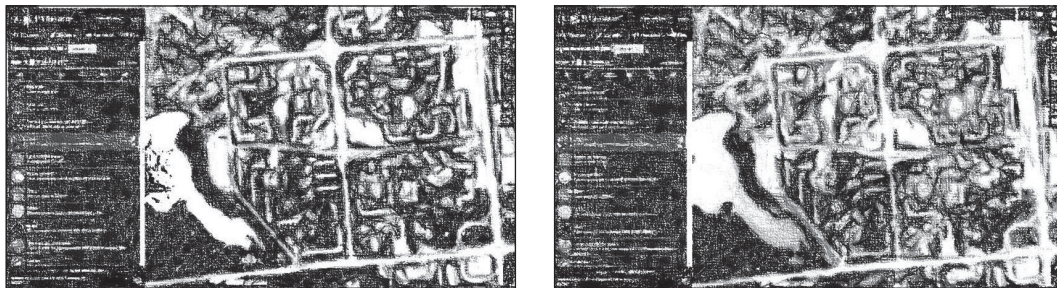
**Рис. 7.** Залежність кількості пікселів від інтенсивності червоної (R) та синьої (B) складових кольору для візуально ідентифікованих ділянок крон дерев та трави, сфотографовані 08.10.2017 (а) та 06.08.2018 (б)

є можливість здійснювати обробку даних для кожного знімку окремо, що можна здійснити, орієнтуючись, зокрема, на дахи будівель чи асфальтовані дороги.

Якщо в 2017 р., за сприятливих умов, розподіли для інтенсивності складових ко-

льору мали близькі значення, то в умовах засухи 2018 р., коли трава на газонах вигоріла, різниця була істотною і, відповідно, з'явилась можливість отримати дані з високою вибірковістю. Аналогічні результати були отримані і для сервісу EO Browser,





**Рис. 8.** Розподіл індексу NDVI для дослідних ділянок в нормальних кліматичних умовах (2017 р.) та за недостатнього зволоження (2018 р.) *зліва та справа* відповідно

представлені на *рис. 8*, що підтверджують ці висновки.

Сервіс EO Browser, на відміну від Google Earth, надає дані для принципово більшої кількості дат, проте роздільна здатність знімків виявилася замалою і їх придатність для оцінки біомаси потребує додаткового вивчення.

### ВИСНОВКИ

За моніторингу парку з платформи БПЛА із сенсорним комплексом Slantrange вдалось ідентифікувати крони дерев та траву, проте за допомогою штатного програмного забезпечення Slant View ідентифікувати ліани не вдалось. Найкращі

результати ідентифікації для комплексу Slantrange були отримані для червоного та інфрачервоних каналів вимірювання. Використанням даних супутникового моніторингу найбільш достовірна ідентифікація фітомаси з дерев та кущів відбувається в умовах засухи, від якої трава на газонах страждає сильніше, ніж дерева із розвинутою кореневою системою. За використання супутників, за рахунок особливостей орбіти космічних апаратів, зйомка зазвичай здійснюється під різними кутами і, відповідно, фіксуються як дахи, так і частково стіни будівель, тому саме така зйомка є більш придатною для оцінки біомаси перспективного озеленення — ліан.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Дребот О.І., Бендасюк О.О., Височанська М.Я., Шавінська А.Л. Концептуальні аспекти підвищення енергоефективності агропромислового комплексу в умовах сталого розвитку. *Агроекологічний журнал*. 2021. № 1. С. 182–188. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2021.227257>
2. Poulsen M.N., McNab P.R., Clayton M.L. and Neff R.A. A systematic review of urban agriculture and food security impacts in low-income countries. *Food Policy*. 2015. Vol. 55. P. 131–146. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2015.07.002>
3. Appolloni E. et al. The global rise of urban rooftop agriculture: A review of worldwide cases. *Journal of Cleaner Production*. 2021. Vol. 296. P. 126556. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126556>
4. Dudnyk A. et al. Intelligent control system of biotechnological objects with fuzzy controller and noise filtration unit. *International Scientific-Practical Conference on Problems of Info communications Science and Technology (PIC S&T)* (October 9–12, 2018). Kharkiv. Ukraine. P. 586–590. DOI: <http://doi.org/10.1109/INFOCOMMST.2018.8632007/>
5. Лисенко В.П., Болбот І.М., Лендел Т.І. Енергоефективна система керування електротехнологічним комплексом промислових теплиць. *Технічна електродинаміка*. 2019. № 2. С. 78–81. DOI: <http://doi.org/10.15407/techne2019.02.078>
6. Joimel S. et al. Physico-chemical characteristics of topsoil for contrasted forest, agricultural, urban and industrial land uses in France. *The Science of The Total Environment*. 2016. Vol. 545–546. P. 40–47. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.12.035>
7. Enzai Du et al. Anthropogenic and climatic shaping of soil nitrogen properties across urban-rural-natural forests in the Beijing metropolitan region. *Geoderma*. 2022. Vol. 406. P. 115524. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115524>
8. Кацевич В.В. Агроекологічні особливості мікроморфології техноземів. *Агроекологічний журнал*. 2020. № 4. С. 38–46. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2020.219444>
9. Shahsavari M.M. et al. Constructing a smart framework for supplying the biogas energy in green buildings using an integration of response surface methodology, artificial intelligence and petri net modelling. *Energy Conversion and Management*. 2021. Vol. 248. P. 114794. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2021.114794>

10. Keyu Bao et al. Bottom-up assessment of local agriculture, forestry and urban waste potentials towards energy autonomy of isolated regions: Example of Réunion. *Energy for Sustainable Development*. 2022. Vol. 66. P. 125–139. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.esd.2021.12.002>
11. Clauser N.M., Felissia F.E., Area M.C. and Vallejos M.E. A framework for the design and analysis of integrated multi-product biorefineries from agricultural and forestry wastes. Renewable and Sustainable. *Energy Reviews*. 2021. Vol. 139. P. 110687. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110687>
12. Заблудський М.М., Клендїй П.Б., Клендїй Г.Я. Вплив подрібнення соломи на інтенсивність виходу біогазу. *Енергетика і автоматика*. 2020. № 6. С. 5–14. DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/energiya2020.06.005>
13. Jie Ma et al. Spatial variation analysis of urban forest vegetation carbon storage and sequestration in built-up areas of Beijing based on i-Tree Eco and Kriging. *Urban Forestry and Urban Greening*. 2021. Vol. 66. P. 127413. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127413>
14. Lysenko V. et al. Phytomonitoring in the phytometrics of the plants. *E3S Web of Conferences*. 2020. Vol. 154. 07012. DOI: <http://doi.org/10.1051/e3sconf/202015407012>
15. Zięba-Kulawik K. et al. Monitoring of urban forests using 3D spatial indices based on LiDAR point clouds and voxel approach. *Urban Forestry and Urban Greening*. 2021. Vol. 65. P. 127324. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127324>
16. Jayathunga S., Owari T. and Tsuyuki S. The use of fixed-wing UAV photogrammetry with LiDAR DTM to estimate merchantable volume and carbon stock in living biomass over a mixed conifer-broadleaf forest. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 2018. Vol. 73. P. 767–777. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jag.2018.08.017>
17. Alvarez-Vanhard Emilien, Corpetti Thomas and Houet Thomas. UAV & satellite synergies for optical remote sensing applications: A literature review. *Science of Remote Sensing*. 2021. Vol. 3. 100019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.srs.2021.100019>
18. Pasichnyk N. et al. Technologies for Environmental Monitoring of the City. In: *2021 IEEE 16th International Conference on the Experience of Designing and Application of CAD Systems (CADSM)* (February 22–26, 2021). Lviv, Ukraine. P. 40–43. DOI: <http://doi.org/10.1109/CADSM52681.2021.9385213>
19. Mahdianpari M. et al. Smart solutions for smart cities: Urban wetland mapping using very-high resolution satellite imagery and airborne LiDAR data in the City of St. John's, NL, Canada. *Journal Environ Manage*. 2021. Vol. 280. P. 111676. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111676>
20. Adamu B. et al. Evaluating the accuracy of spectral indices from Sentinel-2 data for estimating forest biomass in urban areas of the tropical savanna. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*. 2021. Vol. 22. P. 100484. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2021.100484>
21. Magre J.M. et al. How urban green management is influencing passerine birds' nesting in the Mediterranean: A case study in a Catalan city. *Urban Forestry and Urban Greening*. 2019. Vol. 41. P. 221–229. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.03.012>
22. Zhiwen Gao et al. Drivers of spontaneous plant richness patterns in urban green space within a biodiversity hotspot. *Urban Forestry and Urban Greening*. 2021. Vol. 61. P. 127098. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127098>
23. Dolia M. et al. Information Technology for Remote Evaluation of After Effects of Residues of Herbicides on Winter Crop Rape. In: *3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies (AICT)* (July 2–6, 2019). Lviv, Ukraine. P. 469–473. DOI: <https://doi.org/10.1109/AIACT.2019.8847850>
24. Yaokai L., Xihan M., Haoxing W. and Guangjian Y. A novel method for extracting green fractional vegetation cover from digital images. *Journal of Vegetation Science*. 2012. Vol. 23. P. 406–418. DOI: <https://doi.org/10.2307/23251074>
25. Run Y. et al. Early detection of pine wilt disease using deep learning algorithms and UAV-based multispectral imagery. *Forest Ecology and Management*. 2021. Vol. 497. P. 119493. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119493>

## REFERENCES

1. Drebot, O.I., Bendasiuk, O.O., Vysochanska, M.Ya. & Shchavinska, A.L. (2021). Kontseptualni aspekty pidvyshchennia enerhoefektyvnosti ahropromyslovoho kompleksu v umovakh staloho rozvytku [Conceptual aspects of improving the energy efficiency of agricultural complex in conditions of sustainable development]. *Ahroekolohichniy zhurnal – Agroecological journal*, 1, 182–188. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2021.227257> [in Ukrainian].
2. Poulsen, M.N., McNab, P.R., Clayton, M.L. & Neff, R.A. (2015). A systematic review of urban agriculture and food security impacts in low-income countries. *Food Policy*, 55, 131–146. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2015.07.002> [in English].
3. Appolloni, E et al. (2021). The global rise of urban rooftop agriculture: A review of worldwide cases. *Journal of Cleaner Production*, 296, 126556. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126556> [in English].
4. Dudnyk, A. et al. (2019). Intelligent control system of biotechnological objects with fuzzy controller and noise filtration unit. *International Scientific-Practical Conference on Problems of Info communications Science and Technology (PIC S&T)* (pp. 586–590). Kharkiv, Ukraine. DOI: <http://doi.org/10.1109/INFOCOMMST.2018.8632007> [in English].
5. Lysenko, V., Bolbot, I. & Lendel, T. (2019). Enerhoefektyvna systema keruvannia elektrotekhnolohichnym kompleksom promyslovykh teplyts [Energy efficient system of electrotechnological complex control in industrial greenhouse]. *Technical Electrodynamics*, 2, 78–81. DOI: <http://doi.org/10.15407/techned2019.02.078> [in Ukrainian].

6. Joimel, S. et al. (2016). Physico-chemical characteristics of topsoil for contrasted forest, agricultural, urban and industrial land uses in France. *The Science of The Total Environment*, 545–546, 40–47. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.12.035> [in English].
7. Enzai, Du et al. (2022). Anthropogenic and climatic shaping of soil nitrogen properties across urban-rural-natural forests in the Beijing metropolitan region. *Geoderma*, 406, 115524. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115524> [in English].
8. Katsevych, V.V. (2020). Ahroekolohichni osoblyvosti mikromorfolohii tekhnozemiv [Agroecological features of technozems micromorphology]. *Ahroekolohichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 4, 38–46. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2020.219444> [in Ukrainian].
9. Shahsavari M.M. et al. (2021). Constructing a smart framework for supplying the biogas energy in green buildings using an integration of response surface methodology, artificial intelligence and petri net modelling. *Energy Conversion and Management*, 248, 114794. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2021.114794> [in English].
10. Keyu, Bao et al. (2022). Bottom-up assessment of local agriculture, forestry and urban waste potentials towards energy autonomy of isolated regions: Example of Réunion. *Energy for Sustainable Development*, 66, 125–139. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.esd.2021.12.002> [in English].
11. Clauser, N.M., Felissia, F.E., Area, M.C. & Vallejos, M.E. (2021). A framework for the design and analysis of integrated multi-product biorefineries from agricultural and forestry wastes. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 139, 110687. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110687> [in English].
12. Zablodsky, M.M., Klendiy, P.B. & Klendiy, G.Y. (2020). Vplyv podribnennia solomy na intensyvniyt vykhodu biohazu [Effect of chopping straw on the intensity of biogas output]. *Enerhetyka i avtomatyka — Energy and Automation*, 6, 5–14. DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/enerhiya2020.06.005> [in Ukrainian].
13. Jie, Ma et al. (2021). Spatial variation analysis of urban forest vegetation carbon storage and sequestration in built-up areas of Beijing based on i-Tree Eco and Kriging. *Urban Forestry and Urban Greening*, 66, 127413. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127413> [in English].
14. Lysenko, V. et al. (2020). Phytomonitoring in the phytometrics of the plants. *E3S Web of Conferences*, 154, 07012. DOI: <http://doi.org/10.1051/e3sconf/202015407012> [in English].
15. Zięba-Kulawik, K. et al. (2021). Monitoring of urban forests using 3D spatial indices based on LiDAR point clouds and voxel approach. *Urban Forestry and Urban Greening*, 65, 127324. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127324> [in English].
16. Jayathunga, S., Owari, T. & Tsuyuki, S. (2018). The use of fixed-wing UAV photogrammetry with LiDAR DTM to estimate merchantable volume and carbon stock in living biomass over a mixed conifer-broadleaf forest. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 73, 767–777. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jag.2018.08.017> [in English].
17. Alvarez-Vanhard, E., Corpetti, T. & Houet, T. (2021). UAV & satellite synergies for optical remote sensing applications: A literature review. *Science of Remote Sensing*, 3, 100019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.srs.2021.100019> [in English].
18. Pasichnyk, N. et al. (2021). Technologies for Environmental Monitoring of the City. *2021 IEEE 16th International Conference on the Experience of Designing and Application of CAD Systems (CADSM)* (pp. 40–43). Lviv, Ukraine. DOI: <http://doi.org/10.1109/CADSM52681.2021.9385213> [in English].
19. Mahdianpari, M. et al. (2021). Smart solutions for smart cities: Urban wetland mapping using very-high resolution satellite imagery and airborne LiDAR data in the City of St. John's, NL, Canada. *Journal Environ Manage*, 280, 111676. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111676> [in English].
20. Adamu, B. et al. (2021). Evaluating the accuracy of spectral indices from Sentinel-2 data for estimating forest biomass in urban areas of the tropical savanna. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 22, 100484. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2021.100484> [in English].
21. Magre, J.M. et al. (2019). How urban green management is influencing passerine birds' nesting in the Mediterranean: A case study in a Catalan city. *Urban Forestry and Urban Greening*, 41, 221–229. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.03.012> [in English].
22. Gao, Zuo (2021). Drivers of spontaneous plant richness patterns in urban green space within a biodiversity hotspot. *Urban Forestry and Urban Greening*, 61, 127098. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127098> [in English].
23. Dolia, M. et al. (2019). Information Technology for Remote Evaluation of after Effects of Residues of Herbicides on Winter Crop Rape. *3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies (AICT)* (pp. 469–473). Lviv, Ukraine. DOI: <https://doi.org/10.1109/AIACT.2019.8847850> [in English].
24. Yaokai, L., Xihan, M., Haoxing, W. & Guangjian, Y. (2012). A novel method for extracting green fractional vegetation cover from digital images. *Journal of Vegetation Science*, 23, 406–418. DOI: <https://doi.org/10.2307/23251074> [in English].
25. Run, Y. et al. (2021). Early detection of pine wilt disease using deep learning algorithms and UAV-based multispectral imagery. *Forest Ecology and Management*, 497, 119493. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119493> [in English].

Стаття надійшла до редакції журналу 09.12.2021

## ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ, ПОВ'ЯЗАНІ ІЗ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ ЛЮДИНИ

Н.В. Палапа, С.М. Гончар

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

*e-mail: palapa60@ukr.net; ORCID: 0000-0003-3748-6414*

*e-mail: sveta4142@ukr.net; ORCID: 0000-0003-1636-7133*

*Одним із вагомих чинників впливу на довкілля є агропромислове виробництво, переважно сільське господарство, для якого найбільш характерним є фізико-агрохімічна деградація ґрунтового покриву України, що виражається втратою гумусу та основних поживних речовин. Найбільш загрозливим деградаційним процесом є втрата гумусу, вміст якого впродовж останніх 20 років у середньому знизився на 0,22% в абсолютних величинах, і баланс якого є від'ємний. З кожним роком погіршується фосфорно-калійний режим ґрунтів. За відсутності майже цілковитого вапнування ґрунтів щороку збільшуються площі кислих, які наразі становлять 9,5 млн га. Крім того, у статті основна увага приділена ризикам, які виникають унаслідок сільськогосподарської діяльності людини — застосування засобів хімізації для удобрення сільськогосподарських культур, захист останніх від бур'янів, шкідників і хвороб та які містять у своєму складі токсичні речовини, що чинять негативний вплив на агроекосистему, а в кінцевому рахунку трофічними ланцюгами потрапляють до організму людини і викликають різні захворювання. Один із істотних екологічних ризиків на території областей України, які піддалися забрудненню радіонуклідами внаслідок аварії на ЧАЕС, є забруднення ґрунтів та дарів лісу радіонуклідами. Великі тваринницькі комплекси є об'єктами підвищеної екологічної небезпеки. У результаті порушення технології утримання тварин та зберігання відходів (гною, посліду, рідких виділень) азот, фосфор та інші поживні речовини потрапляють у поверхневі води, забруднюють їх і завдають шкоди водно-болотним угіддям та прибережним екосистемам. Окрім промислового сільськогосподарського виробництва, сільське населення теж вирощує на своїх присадибних ділянках переважно фрукти та овочі для власних потреб. На селітебних територіях присутні чимало чинників, які формують екологічні ризики. Також встановлено джерела забруднення питної води на території особистих господарств населення, які розміщуються в безпосередній близькості до джерела водопостачання, що не відповідає мінімальним санітарно-захисним розривам для господарських забудов.*

**Ключові слова:** *екологічні проблеми, навколишнє середовище, шкідливі речовини, пестициди, важкі метали, радіонукліди, хімічне навантаження, деградація ґрунтового покриву, забруднення водних об'єктів, селітебна територія, вплив тваринництва на довкілля.*

### ВСТУП

Сільське господарство зародилося в Середній Азії та Єгипті як мінімум 10 тис. років тому. Сільськогосподарські громади стали основою суспільного устрою в Китаї, Індії, Європі, Мексиці й Перу, а потім поширилися майже на всі континенти.

Перебудова сільського господарства на наукову основу відбулася в Європі у 18 ст. у відповідь на значне зростання населення. Механізація створила передумови для значного прогресу в сільському господарстві в Європі і США у 19 ст. Після Другої

світової війни стався «бум» використання агрохімікатів — пестицидів і мінеральних добрив [1], що своєю чергою, спричинило істотні екологічні ризики.

У сучасному розумінні сільське господарство — це галузь економіки, що призначена для забезпечення населення харчовими продуктами та отримання сировини для промисловості. Сільськогосподарська галузь представлена практично в усіх країнах. У світовому сільському господарстві зайнято близько 1,1 млрд економічно активного населення. Сільським господарством займаються як невеличкі особисті госпо-



дарства населення, так і фермерські, великі сільгоспідприємства та агрохолдинги.

Одним із вагомих чинників впливу на довкілля є агропромислове виробництво. Деякі вчені навіть віддають йому першість за рівнем антропогенного навантаження, що пов'язано, насамперед, із територіальною поширеністю його ланок, особливо сільського господарства. Крім того, екологічна безпечність продукції аграрної сфери є запорукою здоров'я нації і, навпаки, її забруднення несе в собі вкрай тяжкі наслідки й ризики для здоров'я людини. У ХХ ст. вплив агропромислового виробництва на довкілля посилюється з інтенсифікацією сільськогосподарського виробництва, зокрема: механізацією багатьох процесів, надмірною розораністю території та глибокою оранкою, хімізацією, меліорацією, високою концентрацією виробництва тощо (Федулова І.В., 2012).

Сільськогосподарська діяльність людини не завжди відповідає законам природи і призводить до виникнення різних екологічних загроз в екосистемах та до виснаження природних ресурсів. Насамперед, це обумовлено зі збільшенням продуктивності сільськогосподарського виробництва як в Україні, так і в інших країнах світу для забезпечення продовольчої безпеки тієї чи іншої країни та максимального прибутку. Однак відсутність екологічних знань або ж їх нехтування, низький рівень екологічної культури і свідомості та звичайна жага до збагачення спричиняють трансформацію екосистем і деградацію навколишнього природного середовища.

Сільське господарство має більший вплив на природне середовище, ніж будь-яка інша галузь народного господарства. Причина цього в тому, що сільське господарство вимагає величезних площ, унаслідок чого зазнають змін ландшафти цілих континентів. Наприклад, агроландшафт повністю змінив Велику Китайську рівнину, де у минулому ріс субтропічний ліс, переходячи на півночі в уссурійську тайгу, а на півдні — в джунглі Індокитаю. В Європі агроландшафт витіснив широколистяні ліси, а в Україні — рілля замінила степи.

Сільськогосподарські ландшафти виявились нестійкими, що призвело до цілої низки локальних і регіональних екологічних катастроф. Так, неправильна меліорація стала причиною засолення ґрунтів і втрати більшої частини оброблюваних земель Межиріччя, надмірне розорювання спричинило пилові бурі в Казахстані та США, випасання худоби і землеробство — до опустелювання у зоні Сахелю в Африці [2].

### АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Упродовж тисячоліть людина наполегливо втручалась у природу, не звертаючи уваги на необхідність підтримки в ній рівноваги. Особливо ускладнилися відносини суспільства і природи у ХХ ст., коли в процесі науково-технічної революції різко зріс антропогенний вплив на навколишнє середовище.

У будь-якому суспільстві сільське господарство є життєво необхідною галуззю народного господарства. Адже його розвиток визначає стан продовольчої безпеки кожної держави. Продукти сільськогосподарського виробництва є найважливішими в життєдіяльності людини. Сільське господарство України — найбільш природомістка галузь, що має могутній природо-ресурсний потенціал.

Більшістю вітчизняними та зарубіжними вченими досліджувалися і досліджуються проблеми негативного впливу сільськогосподарської діяльності на довкілля. На важливість екологічного стану навколишнього середовища в умовах сталого розвитку вказує Н. Pondel (2013) [3]. Польський дослідник А. Kędziora (2007) наголошує, що фермери, які прагнуть збільшити врожайність сільськогосподарських культур, трансформують екосистеми [4]. На необхідність виваженого використання сучасних технологій агровиробництва та уникнення небезпечних елементів діяльності, які можуть нанести шкоду довкіллю вказують група вчених зі Словацького аграрного університету на чолі з М. Lacko-Bartošová (2005) [5]. Проблеми екологізації



сільськогосподарського виробництва до-  
ліджували J.A. McNeely, S.J. Scherr (2003)  
[6], H. Binswanger, P. Hazell і A. McCalla  
(1998) [7] та ін. Детальну оцінку світово-  
го сільського господарства в розрізі два-  
надцяти основних сільськогосподарських  
культур світу та екологічних проблем про-  
вів J. Clay (2013) [8]. Автори A. Kamilaris,  
A. Anton, A. Blasi у своїх працях вказують  
на негативний вплив на довкілля у галузі  
тваринництва [9], а Н.М. Van der Werf [10]  
підкреслює негативний вплив надмірної хі-  
мізації сільськогосподарського виробниц-  
тва на навколишнє середовище.

Серед вітчизняних науковців Р. Гев-  
ко (2017) зі співавторами у своїй праці  
вказує на окремі екологічні аспекти сіль-  
ськогосподарського виробництва [11],  
Бурляй А.П. (2018), Левицька А.В., Шинка-  
рук Л.В. (2017) наголошують на необхід-  
ності збалансованого розвитку сільського  
господарства, одним з елементів якого є  
власне екологічний аспект.

Як зазначає Б. Сидорук (2016), трива-  
лий екстенсивний тип залучення водних  
ресурсів у сільськогосподарський обіг спри-  
чинив послаблення здатності водоресурс-  
них джерел до самовідновлення, що нега-  
тивно вплинуло на обсяги і якості води, що  
споживається [12]. Екстенсивне ведення  
сільського господарства в Україні впродовж  
тривалого часу, крім проблеми нестачі вод-  
них ресурсів, спричинило також проблему їх  
забруднення. Основними причинами потра-  
плення шкідливих речовин у водні ресурси  
є необґрунтоване використання засобів за-  
хисту рослин і отрутохімікатів та концент-  
рація галузі тваринництва за відсутності  
належної системи очистки їхніх відходів.

Отже, виробнича діяльність сільсько-  
господарських підприємств і екологічні  
ризиків майже завжди взаємопов'язані, а  
тому з боку науковців цій проблемі приді-  
ляється значна увага.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

За проведення дослідження застосо-  
вувалися загальнонаукові та специфічні  
методи дослідження. На основі аналізу

наукових джерел розглянуто теоретичні  
основи щодо екологічних ризиків, вна-  
слідок сільськогосподарської діяльності  
людини, узагальнено зарубіжний і вітчиз-  
няний досвід.

Під час дослідження екологічного стану  
сільських селітебних територій викорис-  
тали: метод логічного узагальнення (при  
дослідженні проблем, що виникають вна-  
слідок діяльності людини та чинять нега-  
тивний вплив на навколишнє середовище);  
польові методи (відбір зразків ґрунту, води  
і рослинної продукції); лабораторні (ви-  
значення шкідливих речовин та якісних  
показників). Дослідження здійснювали за  
офіційними методиками та державними  
стандартами, чинними в Україні.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Екологічний ризик — це можливість ви-  
никнення несприятливих екологічних на-  
слідків, що виникли в результаті небезпеч-  
них природних або антропогенних, у т. ч.  
техногенного чинника — ризику [13].

Чинники екологічного ризику — це чин-  
ники, що несуть у собі екологічну небезпе-  
ку. Найважливішими з них є два — саме  
небезпечно явище (природні й техногенні  
катастрофи) та вразливість населення (сту-  
пінь підготовленості до цих явищ, реакція  
на них, організація заходів попередження  
й та ін.) [13].

З огляду на те, що екологічні ризики  
властиві усім галузям економічної діяль-  
ності нашої держави, ми розглянемо тільки  
ті, що притаманні сільськогосподарському  
виробництву, зокрема проблеми, які мо-  
жуть виникати і виникають у агро- і лісо-  
вих екосистемах.

Унаслідок ведення лісового gospodar-  
ства без урахування законів, правил і прин-  
ципів природокористування значно змен-  
шилися площі корінних лісів (пралісів).  
Природні лісові геосистеми перетворились  
в антропогенні, в яких розбалансована ві-  
кова структура деревостанів (переважають  
молодняки і середньовікові деревостани,  
які займають відповідно 31 і 45% від за-  
гальної площі лісів). Зменшилися продук-

тивність і стійкість деревостанів. Вирубання лісів, особливо у Карпатах, зумовило до почастішання повеней: кожні 4–6 років відбуваються сильні повені, а паводки майже після кожного сильного дощу.

**Фізико-агрохімічна деградація. Втрата поживних речовин із ґрунту.** Одним із загрозливих деградаційних процесів ґрунту нині є втрата гумусу. Згідно з даними Інституту охорони ґрунтів в Україні впродовж останніх 20 років його вміст зменшився у середньому на 0,22% в абсолютних величинах. Також за цей період змінився за його вмістом перерозподіл площ ґрунтів. Останній із високим і дуже високим вмістом гумусу зменшилися і перейшли в категорію підвищеного і середнього вмісту. Про зниження родючості ґрунтів також свідчить від'ємний баланс гумусу. За найпростішими розрахунками втрати гумусу за 20-літній період у розрізі держави оцінюються в 453,4 млрд грн. Щодо поживних речовин склалася така сама ситуація. Порівняно з 90-ми роками зменшився вміст рухомих сполук фосфору і калію, особливо в зоні Полісся.

Через значне зниження застосування хімічних меліорантів відчуження кальцію і магнею з ґрунту в рази перевищує їх надходження. Тому відбувається підкислення ґрунтів, зокрема у поліській і лісостеповій зонах. За даними Державного агентства земельних ресурсів України, кислих ґрунтів у нашій країні близько 9,5 млн га, зокрема у зоні Лісостепу їх виявлено 1,8 млн га. І це далеко не весь перелік ризиків, але найпоширеніших у сфері землекористування в Україні. На жаль, ці ризики поглиблюються і поширюються. І найтривожніше, що ґрунтове тіло має певну межу свого опору антропогенним чинникам впливу, після перевищення якої у ґрунті можуть відбутися незворотні зміни. Тому важливо застосовувати науково обґрунтовані підходи в управлінні екологічними ризиками землекористування.

**Хімізація сільського господарства. Пестициди.** Експерти з ФАО наголошують, що людство недобирає в середньому 34% потенційно можливого врожаю сільсько-

господарських культур через забур'яненість посівів, шкідників та хвороб сільськогосподарських культур. Використання пестицидів обумовлено необхідністю збереження врожаю сільськогосподарських культур, тому їх застосовують в агроценозах, і таким чином пестициди безперервно циркулюють в навколишньому середовищі. Циркуляція пестицидів зумовлена їх фізико-хімічними властивостями і умовами середовища, в яке вони потрапляють. Небезпеку несуть не тільки діючі речовини препаратів, але і продукти їх метаболізму. За багаторазового внесення стійких пестицидів ґрунт може стати джерелом забруднення продукції рослинництва.

Прибуток від застосування пестицидів утричі перевищує витрати на їхнє виробництво. За дослідженнями аналітиків HIS Markit використання засобів захисту рослин з 1950 р. зросло вдвічі–тричі, до того ж, втрати врожаю від шкідників і хвороб досі залишаються на вкрай високому рівні. Глобально ринок засобів захисту рослин у світі в грошовому еквіваленті, наприклад, у 2019 р. оцінювали в 59,8 млрд США. Є всі підстави вважати, що до 2023 р. цей ринок зросте до 66,703 млрд США [14].

У 1990-х рр. в Україні відмічалася тенденція до скорочення обсягів застосування засобів захисту рослин. Так, у 1991 р. їх обсяг становив 89,1 тис. т, або 2,7 кг/га; у 1995 р. — 32,5 тис. т, або 1,1 кг/га. У 1997 р. за даними офіційної статистики, пестицидне навантаження на 1 га ріллі становило 0,7 кг, а вже у 2000 р. ця цифра знизилася до 0,4 кг/га. Однак у 2018–2019 рр. середня кількість застосування засобів захисту рослин зросла до 1,3–1,4 кг/га (у діючій речовині), а обсяг їх застосування в Україні у 2017, 2018, 2019 і 2020 рр. сягав 24, 25, 24 та 23 тис. т відповідно.

Особливо пестицидне навантаження проявляється під час запровадження інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур. За вирощування, наприклад, пшениці озимої пестицидне навантаження іноді може зрости до 60–10 кг/га, кукурудзи і буряків — 12–16, овочевих культур — 45–50 і плодкових — до 165 кг/га.

Згідно з даними Держпродспоживслужби [15], у 2020 р. українські аграрії провели захист посівів сільськогосподарських культур від шкідників, хвороб і бур'янів на площі 46,2 млн га і було використано 40,7 тис. т пестицидів. У Державному реєстрі пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні, у 2020–2021 рр. є понад 1200 найменувань препаратів, які можуть застосовувати аграрії за вирощування сільськогосподарських культур, і які можуть спричинити екологічний ризик [16].

Екологічний ризик пестициду за Горбатовим В.С. та ін. (2008), це — ймовірність прояву його екологічної небезпеки в реальних умовах навколишнього середовища і регламенту застосування конкретного пестицидного препарату. Відомо, що пестициди впливають на навколишнє середовище і екосистеми, призводячи до скорочення біорізноманіття, особливо внаслідок знищення бур'янів і комах, які є важливими елементами харчового ланцюга. Крім того, пестициди мають негативний вплив на здоров'я людини, як у результаті прямої дії, так і опосередковано внаслідок накопичення залишкових кількостей у сільськогосподарських культурах і питній воді. Крім цільового призначення, пестициди чинять також негативний вплив на біосферу, масштаб якого порівнюють з глобальними екологічними чинниками. На національному і міжнародному рівнях вивчаються методи, які дають можливість скорочувати потребу у пестицидах, наприклад органічне землеробство, біологічні методи захисту рослин.

Застосування пестицидів може спричинити до таких негативних наслідків як зменшення біологічної продуктивності, порушення функціонування ґрунтових мікробіоценозів, накопичення залишків пестицидів і їх похідних у поверхневих водних джерелах та ґрунтових водах, перешкоджати відновленню родючості, зменшення харчової цінності сільськогосподарської продукції тощо. Інтенсивність шкідливого впливу залежить від технології застосування пестицидів, способів обробітку ґрунту.

В ґрунті відбувається низка процесів, що зменшують вміст у ньому агрохімікатів. Це біохімічне руйнування препаратів, перехід у рослину, випаровування в атмосферу, винос поверхневим і внутрішньогрунтовим стоком, фотохімічне руйнування, поглинання і трансформація ґрунтовими організмами. Сукупність цих процесів визначає стабільність агрохімікатів у ґрунті. Пестициди адсорбуються частинками ґрунту та гумусу, накопичуються в ґрунтових організмах, руйнуються хімічним чи біологічним шляхом, просочуються до рівня ґрунтових вод.

Висока стійкість пестицидів є важливою передумовою їхньої міграції за профілем ґрунту, а також у суміжні середовища (рослини, повітря, воду), що становить небезпеку для природних біогеоценозів і, відповідно, існування людини. Тому екологічно важливо оцінити сучасний стан забруднення ґрунту залишками пестицидів. Останні, що потрапили на поверхню ґрунту, можуть вимиватися у більш глибокі горизонти й ґрунтові води, надходити у водойми з поверхневим стоком, повторно виявлятися на поверхні ґрунту за капілярного підняття ґрунтових вод або при оранці з обертанням пласта, переходити в атмосферне повітря у результаті випаровування або з пилом при вітровій ерозії, трофічними ланцюгами мігрувати в організм тварин і людини.

**Мінеральні добрива. Важкі метали.** Унаслідок того, що мінеральні добрива поряд із основними біогенними елементами часто містять різні домішки у вигляді солей важких металів, органічних сполук, радіоактивних ізотопів, застосування їх в агроекосистемах із порушенням екологічного впливу на навколишнє середовище, рослинницьку продукцію, тваринний світ, здоров'я людей, що працюють з добривами та населення загалом. Сировина для одержання мінеральних добрив — фосфорити, апатити, сирі калійні солі, як правило, містять значну кількість домішок — від  $10^{-5}$  до 5% і більше. У цих домішках можуть бути присутні такі токсичні елементи, як миш'як, кадмій, свинець, фтор, стронцій,

що повинні розглядатися, як потенційні джерела забруднення довкілля.

Шкідливий вплив мінеральних добрив виникає при їх застосуванні у екологічно необґрунтованих нормах, унаслідок чого вони потрапляють у водні об'єкти, спричиняючи їх цвітіння та призводячи до загибелі водної фауни, накопичуються у рослинах, викликають фітотоксичну дію і порушують природний кругообіг елементів. Причиною такого негативного впливу може бути недотримання технічних умов транспортування і зберігання добрив, порушення технології використання, низький рівень очищення від шкідливих домішок, недосконалість форм добрив, що використовуються і недостатнє вивчення закономірностей впливу на біосферу.

З одного боку, метали — мікроелементи, які впливають на формування врожаю і якість продукції і є важливим компонентом ґрунтів, а з іншого — надмірне надходження важких металів у біосферу в результаті господарської діяльності викликає забруднення ґрунтів, рослин і водних об'єктів.

Слід зауважити, що на відміну від атмосфери і гідросфери, де відбувається самоочищення від важких металів, ґрунти такої здатності практично не мають, у результаті чого, вони стали основним середовищем, яке накопичує важкі метали. Основна маса металів, хоча і викидається в атмосферу, але доволі швидко поступає на поверхню ґрунтів. Значна їх кількість включається у ґрунтоутворювальні процеси, деяка частка металів засвоюється сільськогосподарськими культурами і виноситься з врожаєм. Забруднення ґрунтів важкими металами негативно впливає на мікроорганізми, у ґрунті порушуються процеси азотфіксації, нітрифікації, мінералізації рослинних решток.

Потужним антропогенним чинником деградації ґрунтів є забруднення їх важкими металами. Останні відіграють важливу роль в обмінних процесах, але у високих концентраціях викликають забруднення ґрунтів і загалом мають шкідливий вплив на екосистеми, маючи здатність акумулюватися в ґрунтах і живих тканинах, що

спричиняє серйозні фізіологічні порушення і захворювання. За максимального забруднення хімічними речовинами ґрунт втрачає здатність до продуктивності, біологічного самоочищення, відбувається втрата екологічних функцій, що зумовлює не тільки до екологічної кризи, але й до загибелі екосистеми. Змінюються склад, структура і чисельність мікрофлори і мезофауни. Зважаючи на це, впливає кілька екологічних проблем, пов'язаних із забрудненням ґрунтів важкими металами: деградація ґрунтового покриву, порушення процесів синтезу органічних речовин ґрунту, порушення ґрунтоутворення. Накопичення токсичних металів у ґрунтах є важливою екологічною проблемою сьогодення. Найбільш забрудненими територіями нашої держави є урбанізовані площі центрального та південно-східного регіонів. Серед металів-полутантів ґрунту найбільш поширеними й токсичними є свинець, цинк, мідь, кадмій, нікель і алюміній. Важкі метали належать до найнебезпечніших токсикантів, які надають ґрунтови екоцидних властивостей [17].

Небезпека забруднення ґрунту важкими металами полягає в тому, що всі основні цикли їх міграції у біосфері (водний, атмосферний, біологічний) починаються в ґрунті. Значна частка речовин, що забруднюють навколишнє середовище, потрапляє у ґрунт, який є потужним акумулятором і практично не втрачає їх з часом. Верхні горизонти ґрунту, що містять гумус, тобто найродючіший шар, особливо міцно фіксують важкі метали. За таких умов забруднений ґрунт стає вторинним джерелом забруднення повітря і природних вод. Території, які піддалися забрудненню, часто є базою виробництва сільськогосподарської продукції. На таких ґрунтах неминуха інтенсивна транслокація металів з ґрунту в рослини, що спричиняє зниження врожаю сільськогосподарських культур і якості продукції [17]. Відбувається засвоєння важких металів рослинами і потраплення їх харчовими ланцюгами в організми тварин і людини.

**Радіонукліди.** Відомо, що одним із головних наслідків Чорнобильської аварії є

радіонуклідне забруднення майже 9% сільськогосподарських угідь України з різноманітними екологічними характеристиками, передусім, різним типом ґрунтів та рівнем їх зволоження. Тип ґрунту та його зволоження є головними природними чинниками, які визначають інтенсивність включення радіонуклідів у трофічні ланцюги і, таким чином, інтенсивність забруднення всіх харчових продуктів як рослинного, так і тваринного (через корми) походження.

Проблема харчування людей у сільській місцевості полягає в тому, що вони в переважній більшості використовують у їжу продукцію, вирощену на власних присадибних ділянках (овочі, фрукти, молоко, м'ясо), а також зібрану в лісі (гриби, ягоди, дикі звірі і птахи). І якщо населений пункт знаходиться в зоні будь-якого джерела забруднення (чи поблизу нього), існує висока ймовірність того, що разом з продукцією в організм людини надходить значна кількість забруднюючих речовин, які негативно впливають на стан здоров'я сільського населення.

Особливістю ведення сільськогосподарського виробництва на забруднених радіонуклідами територіях (сільських) та формування дози опромінення населення є те, що люди не тільки працюють на цих територіях, але й постійно проживають. До того ж, частка харчових продуктів від приватного сектору є визначальною в їхньому раціоні. Крім того, для опалення та приготування їжі вони використовують дрова, попіл з яких переважно вноситься на городи [18].

Також в особистому селянському господарстві для удобрення сільськогосподарських та овочевих культур переважно використовується гній. Враховуючи те, що перехід цезію-137 із свіжого гною в рослини є на порядок-два вищим, ніж з ґрунту, свіжий гній слід складати у бурти, де він має перепрівати не менше двох років, проте в переважній більшості у ґрунт вноситься свіжий гній.

Систематичне споживання харчових продуктів та води, що забруднені радіоактивними речовинами, спричиняє нако-

пичення радіонуклідів в організмі людини (йоду — в щитоподібній залозі, стронцію — у кістках, цезію — у м'яких тканинах), що, своєю чергою, може зумовити рак у населення та мутації у новонароджених немовлят.

Про наслідки впливу на людей забруднення середовища (особливо води і їжі — через забруднений ґрунт та воду) хімічними речовинами, зокрема важкими металами, пестицидами, радіонуклідами, свідчить різке збільшення захворюваності і смертності населення України.

Сучасний стан здоров'я населення України є істотним викликом для суспільства і держави, адже наразі середня тривалість життя у нашій країні згідно зі статистичними даними становить 67,5 роки, що на 11,7 років менше, ніж в економічно розвинених і соціально благополучних європейських країнах. Окрім галузі рослинництва у сільськогосподарському виробництві, що чинить негативний вплив на довкілля та спричиняє до екологічних ризиків, до останніх призводить також своєю господарською діяльністю галузь тваринництва.

Розвиток *тваринництва*, з одного боку, забезпечує населення країни необхідними харчовими продуктами, галузь рослинництва — органічними добривами, які, своєю чергою, сприяють підвищенню родючості ґрунту, збільшенню вмісту поживних елементів у ньому, активізують розвиток мікроорганізмів, котрі беруть активну участь у процесах гумусоутворення, впливають на склад ґрунтового повітря, на цикли перетворення азотовмісних сполук, однією з важливих ланок яких є фіксація азоту ґрунтовими мікроорганізмами. З іншого боку, інтенсивний розвиток тваринництва може чинити негативний вплив на навколишнє середовище та стан здоров'я населення. Особливо це стосується великих промислових ферм з утримання свійських тварин і птиці.

В Україні промислові ферми зараховують до об'єктів підвищеної екологічної небезпеки через те, що висока концентрація поголів'я худоби чи птиці потребує великої



кількості прісної води, що, своєю чергою, чинить істотний негативний вплив на водний баланс прилеглої території [19].

Окрім значного водозабору промислове тваринництво негативно впливає на довкілля через викиди аміаку, метану та інших газів у повітря. Неприємний запах розповсюджується на кілометри. Крім неприємного запаху, викиди від промислових ферм шкідливі для людини і довкілля.

На промислових фермах утворюється та зберігається велика кількість відходів. Гній, послід, сеча зберігаються переважно у величезних відкритих лагунах, звідки можуть потрапляти у підземні та поверхневі води і забруднювати їх. Також унаслідок порушення технології утримання тварин та зберігання відходів (гною, посліду, рідких виділень) азот, фосфор та інші поживні речовини потрапляють у поверхневі води, забруднюють їх і завдають шкоди водно-болотним угіддям та прибережним екосистемам. Виникає такий загальновідомий процес як евтрофікація водойми, тобто збагачення водойми біогенними елементами, що викликає бурхливий розвиток водоростей та збільшення чисельності зоопланктону, внаслідок чого прозорість води різко знижується, проникнення сонячних променів зменшується, що призводить до загибелі водоростей та бактерій, які сильно розмножилися у верхніх горизонтах водойми, та в процесі їх розкладання в анаеробних умовах запаси кисню вичерпуються, а натомість утворюються такі сильні отрути, як феноли та сірководень, які зумовлюють отруєння всіх живих організмів у водоймі [19].

Промислові ферми у багатьох випадках є джерелом забруднення питної води нітратами. За внесення високих доз гною в ґрунт відбувається зафосфачування ґрунтів та забруднення їх важкими металами, що доведено нашими дослідженнями на селітебних територіях сільських населених пунктів України [20–22]. Результатом такого «удобрення» сільськогосподарських культур є зниження родючості ґрунтів.

Промислове тваринництво є також одним із потенційних забруднювачів ґрун-

тів і води патогенними мікроорганізмами. З метою запобігання хворобам, близько половини усіх антибіотиків у світі, які застосовує людина, припадає саме на галузь тваринництва [23].

Надмірне використання антибіотиків на фермах призводить до виникнення та поширення вірусів та бактерій, стійких до антибіотиків. Останні, потрапляючи у навколишнє середовище, зумовлюють захворювання тварин та людей. Наприклад, у відходах промислових ферм може бути смертельно небезпечна бактерія, стійка до антибіотиків — метицилін-резистентний стафілокок [24]. Промислові ферми також можуть бути основними осередками виникнення або поширення свинячого або пташиного грипу.

Не можна оминати увагою чинники формування екологічних ризиків на сільських селітебних територіях.

За результатами багаторічних досліджень Інституту агроєкології і природокористування НААН екологічного стану сільських селітебних територій встановлено, що його показники часто не відповідають санітарним нормам і правилам. Насамперед, це зумовлено невеликими площами особистих господарств населення, переваженістю території свійськими тваринами і птицею, недотриманням санітарних та гігієнічних вимог сільських поселень. Так, наприклад, у більшості особистих господарств гноярки, вбиральні, компостні ями та сміттєзбірники розташовані в безпосередній близькості до джерела водопостачання, що не відповідає мінімальним санітарно-захисним розривам для господарських забудов, передбачених Державними санітарними правилами планування та забудови населених пунктів (2015), і, безсумнівно, впливає на якісні та санітарно-гігієнічні показники питної води. Майже в усіх господарствах без спеціальних загонів утримують курей, гусей, індиків, іноді кіз і навіть коней. Результатом такої технології утримання свійських тварин і птиці є забруднення системи «ґрунт–вода–людина» не тільки нітратами, але й патогенними мікроорганізмами.

Лабораторні визначення вмісту основних елементів живлення у ґрунтах селітебних територій засвідчили, що більшість ґрунтів особистих господарств населення дуже добре забезпечені рухомими формами фосфору та калію (*табл. 1*), що в окремих випадках може спричинити зафосфачування ґрунтів.

Уміст фосфору та калію у ґрунтах сільських селітебних територій варіює в межах 98–5375 та 48–2584 мг/кг ґрунту відповідно. Максимальні значення цих поживних елементів перевищують нормативні показники майже у 27 та 14 разів відповідно, а частка ґрунтів з перевищенням максимальних величин нормативних показників становить — від 67% для фосфору та від 55% для калію. Такі високі значення наведених показників зафіксували на тих земельних ділянках селітебних територій, де власники садиб для удобрення сільськогосподарських культур застосовували як органічні, так і мінеральні добрива у дозах, що значно перевищують оптимальні. Разом із тим слід відмітити, що ґрунти сільських селітебних територій недостатньо забезпечені азотом, уміст якого є на низькому та середньому рівні забезпеченості ґрунтів цим поживним елементом, що потребує додаткового його внесення в оптимальних дозах з мінеральними добривами для удобрення сільськогосподарських культур.

Здійснивши лабораторні дослідження ґрунту на вміст рухомих форм важких металів, у 25% було виявлено перевищення за вмістом свинцю, цинку і міді. Саме у цих домогосподарствах для удобрення

сільськогосподарських культур використовували хімічні мінеральні добрива. До них також ввійшли ті приватні господарства населення, що були розташовані поблизу автомобільних доріг і автомагістралей (100–150 м).

Унаслідок ущільнення площ під забудову та відсутності плануально-будівельного регулювання відносин щодо забезпечення якості та безпеки питної колодязної води, існує загроза мікробіологічного забруднення. Регулятивні документи з якості питної води та гарантії її безпеки спрямовано на запобігання забрудненню води від вбиралень, вигрібних ям, гноярок шляхом встановлення безпечної відстані (ДСНіП, 2015). Недотримання санітарних норм, гігієнічних та будівельних правил значно підвищують ризик бактеріологічного забруднення колодязів громадського і приватного користування.

Крім мікробіологічного забруднення питної води існує небезпека хімічного забруднення її нітратами. Проблема нітратного забруднення питної води виникла внаслідок забруднення ґрунтів токсичними речовинами через нераціональне застосування органічних і мінеральних добрив, хімічних засобів захисту рослин та порушення правил гігієни і санітарії місць життєдіяльності людини. Отримані результати лабораторних досліджень питної води підтверджують наявність даної проблеми (*табл. 2*).

Вміст нітратів у колодязній воді подекуди сягає 10–28 ГДК. Близько 36–58% криниць, якими користуються мешканці

Таблиця 1. Статистичні характеристики агрохімічних властивостей ґрунтів сільських селітебних територій

Показник	Гумус, %	рН <sub>сол.</sub>	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
			мг/кг		
$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	2,5 ± 0,1	6,7 ± 0,02	128 ± 4,0	2096,0 ± 140,0	1104,0 ± 68,0
Перевищення максимальних значень нормативних показників, %	—	—	0	83	78
V, %	29,8	3,6	33,0	67,6	62,5
S	0,7	0,2	42	1416	690

Таблиця 2. Статистичні характеристики вмісту нітратів у воді колодязів селітебних територій

Область	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	V, %	S
Київська	200,70 $\pm$ 12,20	62,3	125,05
Житомирська	160,63 $\pm$ 7,96	50,6	81,22
Донецька	60,54 $\pm$ 3,00	50,6	30,64
Полтавська	488,70 $\pm$ 32,15	67,1	327,89

сільських населених пунктів, не відповідають стандартам якості щодо вмісту нітратів у питній воді, що впливає на стан здоров'я населення. Найбільша небезпека підвищеного вмісту нітратів в організмі людини полягає в здатності нітратів під впливом відновників в організмі перетворюватись в нітрити, які беруть участь в реакції нітрозуювання амінів і амідів з утворенням нітрозосполук, що мають канцерогенну та мутагенну дію.

Доведено, що нітрати, розчинені у воді, зумовлюють на чверть більший вплив порівняно з тими, що містяться в харчових продуктах. Встановлено, що є прямий зв'язок між концентрацією нітратів і частотою раку шлунка, сечового міхура, нирок, тонкої кишки, стравоходу і печінки (Жукова, 1989).

Поряд із нітратним забрудненням питної води в сільській місцевості спостерігається забруднення хлоридами, коли їх вміст становить 701–1163 мг/дм<sup>3</sup> (ГДК 250 мг/дм<sup>3</sup>), а частка забрудненої води сягає 17–19%. Щодо такого показника якості води як загальна твердість, то майже вся досліджена вода тверда і дуже тверда. Відомо, що висока твердість води спричиняє сечокам'яну хворобу. Солі порушують усмоктування жирів унаслідок їх омилення й утворення в кишківнику нерозчинних кальцієво-магнієвих мил. До того ж, обмежується надходження в організм людини поліненасичених жирних кислот, жиророзчинних вітамінів, деяких мікроелементів. Зокрема, вода із жорсткістю понад 10 мг-екв/дм<sup>3</sup> підвищує ризик захворювання на ендемічний зоб. Вода з високою жорсткістю зумовлює розвиток дерматиту (Матвеева, 2005).

Нами також було встановлено, що зі збільшенням терміну експлуатації колодязів, без дотримання санітарно-гігієнічних правил, забрудненість нітратами зростає. Однак у старих колодязях, які експлуатувалися 50 і більше років, вміст нітратів у воді невисокий, або відсутній загалом. Цьому, на наш погляд, може сприяти застосування ефективних народних технологій за час їх будівництва, що облаштовувалися кількома глиняними замками, котрі слугували захистом від потрапляння поверхневих вод до джерела водопостачання.

Здійснивши дослідження питної води на вміст забруднюючих речовин, автори виявили максимальні концентрації нітратів і хлоридів у тих колодязях, що знаходилися безпосередній близькості до сараїв, вигрібних ям, вбиралень, гноївки, у пониженнях рельєфу, а також на території тих приватних господарств, які без спеціальних загонів утримували свійських тварин і птицю.

У питній воді централізованого водопостачання перевищення ГДК нітратів і хлоридів не було виявлено.

Було зафіксовано, що якість сільськогосподарської продукції, вирощеної в особистих господарствах населення, не відповідає санітарно-гігієнічним вимогам щодо забруднення нітратами і важкими металами, а власники присадибних земельних ділянок, особливо особи похилого віку, для захисту сільськогосподарських культур від шкідників і хвороб використовують пестициди II–III класів токсичності, не знаючи механізму їх дії та за яких хвороб сільськогосподарських культур і поширеності шкідників їх варто застосовувати.

Отже, на сільських селітебних територіях екологічні ризики виникають за рахунок таких чинників: висока щільність свійських тварин і птиці у невеликих за площею господарствах населення, що спричинює порушення технології їх утримання, технології зберігання гною, технології вирощування сільськогосподарських культур; невідповідність розміщення господарських забудов на невеликих площах земельних ділянок; порушення системи удобрення та захисту сільськогосподарських культур від шкідників і хвороб.

Основними джерелами забруднення питної води на території особистих господарств населення є: вбиральні, гноївки, компостні ями, хліви, сміттєзбірники, які розміщуються в безпосередній близькості до джерела водопостачання, що не відповідає мінімальним санітарно-захисним розривам для господарських забудов, передбачених СНіП (2015).

## ВИСНОВКИ

З'ясовано, що одним із найбільш загрозливих деградаційних процесів ґрунтів України є втрата гумусу. За останні 20 років у середньому його вміст зменшився на 0,22% в абсолютних величинах, а його баланс від'ємний. У ґрунтах також знижується вміст рухомих форм фосфору і калію. З кожним роком збільшуються площі кислих ґрунтів.

Відзначено, що внаслідок сільськогосподарської діяльності людини, екологічні проблеми виникають за застосування засобів хімізації для удобрення сільськогосподарських культур, захист культур від бур'янів, шкідників і хвороб та які містять у своєму складі токсичні речовини, що чинять негативний вплив на агроекосистему, а в кінцевому рахунку трофічними ланцюгами потрапляють до організму людини і викликають різні захворювання. Аварія на ЧАЕС зумовила значні екологічні проблеми, а також людські і матеріальні втрати не тільки для України і країн ближнього зарубіжжя, але й для країн Європи.

Встановлено, що великі тваринницькі комплекси є об'єктами підвищеної еколо-

гічної небезпеки. У результаті порушення технології утримання тварин та зберігання відходів (гною, посліду, рідких виділень) азот, фосфор та інші поживні речовини потрапляють у поверхневі води, забруднюють їх і завдають шкоди водно-болотним угіддям та прибережним екосистемам.

На селітебних територіях визначено чинники, що можуть спричинити екологічні ризики, зокрема: висока щільність свійських тварин і птиці у невеликих за площею господарствах населення, що зумовлює порушення технології їх утримання, технології зберігання гною, технології вирощування сільськогосподарських культур; невідповідність розміщення господарських забудов на невеликих площах земельних ділянок; порушення системи удобрення та захисту сільськогосподарських культур від шкідників і хвороб.

Крім чинників визначено також джерела забруднення питної води на території особистих господарств населення: вбиральні, гноївки, компостні ями, хліви, сміттєзбірники, які розміщуються в безпосередній близькості до джерела водопостачання, що не відповідає мінімальним санітарно-захисним розривам для господарських забудов.

Для того, щоб, наведені у статті екологічні проблеми, що виникають у результаті сільськогосподарської діяльності людини та які переходять в екологічні ризики не поширювалися на території України, необхідно усі роботи здійснювати на науково обґрунтованій основі, дотримуватися рекомендацій та нормативних документів у галузях рослинництва і тваринництва. Щоб не завдати шкоди здоров'ю, населення теж повинно виконувати рекомендації щодо правильного удобрення та захисту культур, які вирощують на своїх присадибних ділянках, технології утримання тварин і птиці, а також технології зберігання і застосування відходів тваринництва. Особливу увагу щодо харчування потрібно звертати населенню на радіаційно-забруднених територіях, а саме там, де люди збирають гриби, ягоди, займаються мисливством, заготовляють корми для тварин і дрова для опалення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сільське господарство. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/>
2. Екологічні проблеми сільського господарства. URL: <https://sites.google.com/site/agrocentr123/silске-gospodarstvo/ekologiczni-problemi-s-g>
3. Ponder H. Środowisko przyrodnicze w procesie zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich na przykładzie Wielkopolski. *Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań*. 2013.
4. Kędziora A. Przyrodnicze podstawy ochrony ekosystemów rolniczych. *Fragmenta Agronomica*. 2007. № 3 (95). P. 213–223.
5. Lacko-Bartošová M. Udržateľné a ekologické poľnohospodárstvo. SUA in Nitra. 2005. 575 p.
6. McNeely J.A. and Scherr S.J. Ecoagriculture: strategies to feed the world and save wild biodiversity. Island Press. 2013.
7. Binswanger H., Hazell P. and McCalla A. Agriculture and the environment: perspectives on sustainable rural development. The World Bank. 1998.
8. Clay J. World agriculture and the environment: a commodity-by-commodity guide to impacts and practices. Island Press. 2013.
9. Kamilaris A., Anton A., Blasi A.B. and Prenafeta-Boldú F.X. Assessing and mitigating the impact of livestock agriculture on the environment through geospatial and big data analysis. *International Journal of Sustainable Agricultural Management and Informatics*. 2018. Vol. 4. No. 2. P. 98–122. DOI: <https://doi.org/10.1504/IJSAMI.2018.094809>.
10. Van der Werf, H.M.G. Assessing the impact of pesticides on the environment. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 1996. Vol. 60. Is. 2–3. P. 81–96. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(96\)01096-1](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(96)01096-1).
11. Гевко Р.Б., Дзядикевич Ю.В., Малевич Н.Ю. Екологічні аспекти сільськогосподарського виробництва. *Сталий розвиток економіки*. 2017. № 2 (35). С. 156–162.
12. Сидорук Б. Особливості водокористування в аграрній сфері: проблеми та перспективи. *Агроеліта*. 2016. URL: <http://agroprod.biz/2016/04/29/osoblyvosti-vodokorystuvannya-v-ahramnij-haluzi-problemy-i-perspektyvy/>
13. Екологічний ризик. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/>
14. Головний сайт для агрономів. URL: <https://superagronom.com/news/>
15. Державна служба України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів. URL: <https://dpss.gov.ua/>
16. Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. URL: <https://mepr.gov.ua/content>
17. Довгалюк А. Забруднення довкілля токсичними металами та його індикація за допомогою рослинних тестових систем. *Біологічні Студії*. 2013. Т. 7. № 1. С. 197–204.
18. Палапа Н.В., Сігалова І.О., Тамір Б.А. Особливості забезпечення екологічної стабільності селітебних територій. *Агроекологічний журнал*. 2013. № 2. С. 17–21.
19. Палапа Н.В., Пронь Н.Б., Устименко О.В. Промислове тваринництво: еколого-економічні наслідки. *Збалансоване природокористування*. 2016. № 3. С. 64–67.
20. Фурдичко О.І., Макаренко Н.А., Палапа Н.В. Екологічний стан сільських селітебних територій України. *Вісник аграрної науки*. 2009. № 8. С. 5–9.
21. Палапа Н.В., Колесник Ю.П. Агроекологічні проблеми сільських селітебних територій та шляхи їх розв'язання. *Агроекологічний журнал*. 2009. № 1. С. 30–36.
22. Палапа Н.В. Оцінка стану сільських селітебних територій за агроекологічним станом ґрунту. *Таврійський науковий вісник*. 2015. № 93. С. 234–240.
23. Compassion in world farming. Farmageddon. *Facts and Statistics*. 2014. URL: <http://www.farmageddon.co/farmageddon/sharable-facts-and-stats#sthash.tmliFpfc.dpuf>.
24. Mckenna Maryn, Almost three times the risk of carrying MRSA from living near mega-farm. 2014. URL: <http://www.wired.com/2014/01/mrsa-col>.

REFERENCES

1. Sil's'ke gospodarstvo [Agriculture]. (nd.). URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/> [in Ukrainian].
2. Ekolohichni problemy sil's'koho gospodarstva [Environmental problems of agriculture]. (nd.). URL: <https://sites.google.com/site/agrocentr123/silске-gospodarstvo/ekologiczni-problemi-s-g> [in Ukrainian].
3. Ponder, H. (2013). Środowisko przyrodnicze w procesie zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich na przykładzie Wielkopolski. *Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań* [in Poland].
4. Kędziora, A. (2007). Przyrodnicze podstawy ochrony ekosystemów rolniczych. *Fragmenta Agronomica*, 3 (95), 213–223 [in Poland].
5. Lacko-Bartošová, M. (2005). Udržateľné a ekologické poľnohospodárstvo. SUA in Nitra [in Slovakia].
6. McNeely, J. & Scherr, S. (2013). Ecoagriculture: strategies to feed the world and save wild biodiversity. Island Press [in English].
7. Binswanger, H., Hazell, P. & McCalla, A. (1998). Agriculture and the environment: perspectives on sustainable rural development. The World Bank [in English].
8. Clay, J. (2013). World agriculture and the environment: a commodity-by-commodity guide to impacts and practices. Island Press [in English].
9. Kamilaris, A., Anton, A., Blasi, A.B. & Prenafeta-Boldú, F.X. (2018). Assessing and mitigating the impact of livestock agriculture on the environment



- through geospatial and big data analysis. *International Journal of Sustainable Agricultural Management and Informatics*, 4, 2, 98–122. DOI: <https://doi.org/10.1504/IJSAMI.2018.094809> [in English].
10. Van der Werf, H.M.G. (1996). Assessing the impact of pesticides on the environment. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 60, 2–3, 81–96. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(96\)01096-1](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(96)01096-1) [in English].
  11. Gevko, R.B., Dzyadikevich, Yu.V. & Malevich, N.Yu. (2017). Ekolohichni aspekty sil'skohospodars'koho vyrobnytstva [Ecological aspects of agricultural production]. *Stalyy rozvytok ekonomiky – Sustainable economic development*, 2, 156–162 [in Ukrainian].
  12. Sydoruk, B. (2016). Osoblyvosti vodokorystuvannya v ahraryni sferi: problemy ta perspektyvy [Features of water use in the agricultural sector: problems and prospects]. *Ahroelita – Agroelite*. URL: <http://agroprod.biz/2016/04/29/osoblyvosti-vodokorystuvannya-v-ahrarynij-haluzi-problemy-i-perspektyvy/> [in Ukrainian].
  13. Ekolohichnyy ryzyk [Environmental risk]. (nd.). URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/> [in Ukrainian].
  14. Holovnyy sayt dlya ahronomiv [The main site for agronomists]. (nd.). URL: <https://superagronom.com/nevs> [in Ukrainian].
  15. Derzhavna sluzhba Ukrainy z pytan' bezpechnosti kharchovykh produktiv ta zakhystu spozhyvachiv [State Service of Ukraine for Food Safety and Consumer Protection]. (nd.). URL: <https://dpss.gov.ua> [in Ukrainian].
  16. Derzhavnyy reyestr pestytsydiv i ahrokhimikativ, dozvolenykh do vykorystannya v Ukraini [State Register of Pesticides and Agrochemicals Permitted for Use in Ukraine]. (nd.). URL: <https://mepr.gov.ua/> [in Ukrainian].
  17. Dovhalyuk, A. (2013). Zabrudnennya dovkillya toksychnymy metalamy ta yoho indykatsiya za dopomohoyu roslynnykh testovykh system [Environmental pollution by toxic metals and its indication using plant test systems]. *Biolohichni doslidzhennya – Biological Studies*, 7, 1, 197–204 [in Ukrainian].
  18. Palapa, N.V., Sihalova, I.O. & Tamir, B.A. (2013). Osoblyvosti zabezpechennya ekolohichnoyi stabil'nosti selitebnykh terytoriy [Features of ensuring the ecological stability of residential areas]. *Ahroekolohichni zhurnal – Agroecological journal*, 2, 17–21 [in Ukrainian].
  19. Palapa, N.V., Pron', N.B. & Ustymenko, O.V. (2016). Promyslove tvarynnytstvo: ekoloho-ekonomichni naslidky [Industrial livestock: environmental and economic consequences]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannya – Balanced nature management*, 3, 64–67 [in Ukrainian].
  20. Furdychko, O.I., Makarenko, N.A. & Palapa, N.V. (2009). Ekolohichnyy stan sil'skykh selitebnykh terytoriy Ukrainy [Ecological condition of rural settlements of Ukraine]. *Byuleten' sil'skohospodars'koyi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 8, 5–9 [in Ukrainian].
  21. Palapa N.V. & Kolesnyk, YU.P. (2009). Ahroekolohichni problemy sil'skykh selitebnykh terytoriy ta shlyakhy yikh rozvyazannya [Agrienvironmental problems of rural settlements and ways to solve them]. *Ahroekolohichni zhurnal – Agroecological journal*, 1, 30–36 [in Ukrainian].
  22. Palapa, N.V. (2015). Otsinka stanu sil'skykh selitebnykh terytoriy za ahroekolohichnym stanom gruntu [Assessment of the condition of rural residential areas by agroecological condition of the soil]. *Tavriny'skyy naukovyy visnyk – Taurian Scientific Bulletin*, 93, 234–240 [in Ukrainian].
  23. Compassion in world farming. Farmageddon. *Facts and Statistics*. 2014. URL: <http://www.farmageddon.co/farmageddon/sharable-facts-and-stats#sthash.tmliFpfc.dpuf> [in English].
  24. Mckenna Maryn, Almost three times the risk of carrying MRSA from living near mega-farm. 2014. URL: <http://www.wired.com/2014/01/mrsa-col> [in English].

Стаття надійшла до редакції журналу 29.12.2021

## ЕКОЛОГО-АГРОХІМІЧНА ОЦІНКА СТАНУ АГРОЛАНДШАФТІВ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛ.

Г.В. Давидюк<sup>1</sup>, Л.І. Шкарівська<sup>1</sup>, І.І. Клименко<sup>1</sup>,  
Н.І. Довбаш<sup>1</sup>, О.С. Дем'янюк<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ННЦ «Інститут землеробства НААН»

(смт Чабани, Києво-Святошинський р-н, Київська обл., Україна)

e-mail: [anndavydiuk@gmail.com](mailto:anndavydiuk@gmail.com); ORCID: 0000-0002-3877-2837

e-mail: [Luda\\_Shkarivska@i.ua](mailto:Luda_Shkarivska@i.ua); ORCID: 0000-0002-4928-3238

e-mail: [Ira\\_Klimenko@i.ua](mailto:Ira_Klimenko@i.ua); ORCID: 0000-0001-9449-7377

e-mail: [Nadezda\\_D@ukr.net](mailto:Nadezda_D@ukr.net); ORCID: 0000-0002-4741-2657

<sup>2</sup> Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)

e-mail: [demolena@ukr.net](mailto:demolena@ukr.net); ORCID: 0000-0002-4134-9853

У Західному регіоні України одним із основних чинників, що має вплив на екологічну безпеку агроландшафтів є антропогенне навантаження. На основі моніторингових досліджень проведено еколого-агрохімічну оцінку стану агроландшафтів Івано-Франківської обл., зокрема на селітебних територіях. Досліджено стан ґрунтів, природних вод і рослинницької продукції методом маршрутного моніторингу. Хіміко-аналітичні дослідження виконано за використання методик хімічного, фізико-хімічного аналізу із застосуванням сучасних методів атомно-абсорбційної спектрофотометрії, полум'яної фотометрії, відповідно до вимог системи управління якістю, за методами, що відповідають нормативній базі України. Визначено, що частина досліджених проб ґрунту мала дуже низькі показники кислотності та високий вміст біогенних елементів (особливо фосфору і калію) та політантів. Якість природних вод у ряді випадків не відповідала нормативним вимогам. Це зумовлено як природними чинниками — особливостями гідрологічного режиму, так і антропогенними — порушенням санітарних правил забудови території, внесенням високих доз мінеральних і органічних добрив, недотриманням технологій зберігання гною, утриманням свійських тварин і птиці та утилізацією тваринницьких і побутових відходів. Деякі проби рослинницької продукції не відповідали санітарно-гігієнічним нормативам за вмістом свинцю, кадмію, нікелю, міді та заліза. Дослідження свідчать про значний вплив антропогенного чинника на зміну показників якості ґрунту, природних вод та рослинницької продукції. Проведення еколого-агрохімічної оцінки стану агроландшафтів Західного регіону, включаючи селітебну територію і встановлення особливостей міграції та кумуляції біогенних елементів і екотоксикантів є перспективним напрямом досліджень для розробки заходів запобігання забруднення ґрунту, ґрунтових вод, відкритих водойм та рослинницької продукції з метою сталого функціонування агроєкосистем.

**Ключові слова:** антропогенне навантаження, важкі метали, ґрунт, моніторинг, природні води, рослинницька продукція, селітебні території.

### ВСТУП

Питання екологічної безпеки навколишнього середовища є актуальними для Західного регіону України і зумовлені специфічним комплексом природних, соціально-економічних та інших чинників. Внаслідок неконтрольованого антропогенного навантаження відбувається деградація агроландшафту, яка негативно позна-

чається на ґрунтах, біорізноманітті, якості поверхневих і ґрунтових вод, а також на зниженні продуктивності агроєкосистем [1; 2]. Антропогенний пресинг впливає на перерозподіл елементів та речовин у біосфері, що призводить до акумуляції їх токсичних похідних, таких як: органічні речовини, феноли, сполуки азоту, фосфору, важкі метали в агроландшафтах, зокрема у ґрунтах та природних водах. Порушується екологічна рівновага між природними і

© Г.В. Давидюк, Л.І. Шкарівська, І.І. Клименко,  
Н.І. Довбаш, О.С. Дем'янюк, 2022

зміненіми внаслідок господарської діяльності угіддями [3–5].

У Західному регіоні України основними чинниками, що мають вплив на екологічну безпеку є: доволі висока концентрація населення та щільна забудова територій, накопичення відходів, деградаційні процеси, пов'язані як з кліматичними умовами, так і з антропогенним чинником, застарілі й недосконалі технології виробництва тощо.

Складною є ситуація із водопостачанням, водовідведенням та якістю питної води на територіях сільських населених пунктів. В обласних центрах Західного регіону використовують для водопостачання підземні чи тільки поверхневі води або змішане постачання води. Вживання неякісної питної води може значною мірою впливати на здоров'я і викликати збільшення захворювань людини [6; 7]. Велика кількість у господарствах населення свійських тварин і птиці та невеликі площі земельних ділянок, де їх утримують є причиною того, що питна вода й продукція, вирощена на території селітебної зони, не відповідають стандартам якості [8]. Тому важливими є моніторингові дослідження стану питної природної води нецентралізованого водопостачання (колодязі та водопроводи) сільських населених пунктів. Актуальним є також дослідження ґрунтів та рослинницької продукції, яку населення вирощує на них і споживає в межах селітебних територій. Це зумовлює потребу в установленні особливостей накопичення біогенних елементів і поллютантів у компонентах агроєкосистеми Західного регіону України.

**Метою роботи** було провести еколого-агрохімічну оцінку стану агроландшафтів Івано-Франківської обл., включаючи селітебну територію і виявити негативний вплив антропогенного навантаження на агроєкосистему.

### АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Івано-Франківська обл. розміщена на південному заході України. Вона поділена на 6 районів (Верховинський, Івано-Франківський, Калуський, Коломийський,

Косівський, Надвірнянський). Територія області — 13900 км<sup>2</sup>, що становить 2,4% площі території України. Із загальної площі земельного фонду 1392,7 тис. га, сільськогосподарські угіддя займають 633,4 тис. га, лісові площі — 636,4 тис. га, забудовані землі — 60,49 тис. га, під водою — 23,5 тис. га, відкриті заболочені землі — 2,6 тис. га та інші землі — 22,0 тис. га. Для Івано-Франківської обл. характерна значна територіальна різноманітність ґрунтового покриву і земельних ресурсів. Тут зустрічаються майже всі агровиробничі групи ґрунтів. На південному сході області є великі масиви чорноземів, сприятливих для розвитку сільського господарства [9]. За загальними запасами поверхневих вод Івано-Франківська обл. посідає третє місце в Україні. Поверхневі води області відносяться до річкових басейнів Дністра і Прута. Загальна кількість водотоків на території області перевищує 8,3 тис. загальною довжиною 15656 км, із них 188 річок мають довжину понад 10 км, у т. ч. 5 річок — завдовжки понад 100 км — Дністер, Прут, Свіча, Лімниця та Бистриця з Бистрицею Надвірнянською [10].

Клімат Івано-Франківської обл. має перехідний характер — від теплого вологого західноєвропейського до континентального східноєвропейського до характерною вертикальною біокліматичною поясною. Область належить до найбільш промислово розвинених областей Західного регіону країни. У промисловому комплексі області діє понад 500 великих, середніх та малих підприємств різних форм власності. Основні екологічні проблеми, пов'язані з розробкою родовищ корисних копалин області. На Івано-Франківщині 94% території припадає на сільську місцевість. В області є 765 сільських населених пунктів, з яких 240 або 31% від загальної кількості мають статус гірських. У сільській місцевості проживає 771,3 тис. осіб (56,0% від усього населення області), або 1013 осіб у середньому на один населений пункт (проти 467 осіб по Україні) [11]. Це свідчить про те, що антропогенний вплив внаслідок сільськогосподарської діяльності на

довкілля Івано-Франківської обл. також доволі значний.

Структура дорожньої мережі в сукупності з мережею міст теж має значний вплив на стан ґрунтів та їхню оцінку загалом. Середня ураженість ґрунтового покриття населеними пунктами сягає 14%, а дорожньою мережею на 1 км<sup>2</sup> — 0,42 км доріг. Дерново-середньо- і сильнопідзолисті поверхнево-оглеєні, переважно суглинкові ґрунти та бурі гірсько-лісові щепенуваті ґрунти найбільше помержені інфраструктурними об'єктами [12].

В області 54,5% кислих земель, що негативно позначається на їх родючості. Так, у Коломийському р-ні Івано-Франківської обл. середньо і дуже кислі ґрунти займають 76% загальної площі орних земель господарств, до того ж, понад 50% припадає на землі з дуже кислими ґрунтами; слабо кислі ґрунти становлять 17%, а нейтральні — лише 7%. Наявність таких площ ґрунтів із підвищеною кислотністю вимагає негайного відновлення робіт із вапнування, як одного з найефективніших і найтриваліших за дією засобів впливу на ґрунт і його родючість [11; 13].

Івано-Франківська обл. є особливо сприятливою для поширення ерозійних процесів через ряд таких причин: висока розораність сільськогосподарських угідь (59,9% в середньому в області та 71,3% в рівнинній частині); ведення господарювання на крутосхильних ділянках, які знаходяться по всій території Івано-Франківщини, з крутизною від 1 до 12°; перенасичення сівозмін ґрунтовиснажливими та високоінтенсивними культурами; використання важких колісних тракторів та іншої матеріаломісткої техніки; значна кількість опадів (від 600 до 1550 мм на рік). Область знаходиться в зоні найвологішого в Україні клімату (коефіцієнт зволоження 1,5–3,0). З метою підвищення ефективності використання земель та їх збереження необхідно відновити порушене співвідношення між лісами, водоймами, натуральними кормовими угіддями та ріллею, шляхом зменшення останньої, тобто потрібно знизити розораність загалом [14].

Оцінюючи ґрунти Івано-Франківської обл. слід зазначити, що: можливості використання ґрунтів обмежено рельєфом території; низька родючість і значна еродованість ґрунтів потребують пошуку методів раціонального ведення сільськогосподарського виробництва; основною небезпекою для найбільш продуктивних типів ґрунтів в області є карстопровальні явища, що потребують ретельних досліджень із метою протидії їх активізації; для запобігання негативним наслідкам від розвитку зсувів і селів необхідно контролювати вирубку лісів як чинник зменшення ерозійності верхніх шарів ґрунту в гірських районах; розсоли Домбровського кар'єру, золівдвали Бурштинської ТЕС та інших промислових підприємств спричиняють забруднення навколишніх територій, які використовуються для отримання сільськогосподарської продукції і потребують жорсткішого контролю за дотриманням екологічних вимог до викидів і складування відходів; одним із основних елементів, які необхідно врахувати надалі, є вивчення зміни фізико-хімічних властивостей ґрунтів у поєднанні з факторами, які проаналізовано вище. Лучно-болотні ґрунти, дерново-буроземні оглеєні ґрунти, темносірі опідзолені оглеєні ґрунти — найбільш піддані негативним факторам і потребують подальшого вивчення [12].

Техногенне забруднення ґрунтових вод у Передкарпатті доволі стійке і має повсюдний характер. Водоносний горизонт, що приурочений до алювію заплав і низьких надзаплавних терас слугує головним джерелом централізованого водопостачання. Через свою незахищеність від техногенного впливу він забруднений нітратами та амонійним азотом. Складові компоненти забруднення Fe, P, Li, Br, Ba, Mn, Sr, Ti, органічні речовини. Ступінь забруднення помірний, зрідка високий. Підвищений вміст хлоридів у підземних водах на території Калузького гірничопромислового вузла пов'язаний із вививанням солей з існуючих солевмістних технологічних об'єктів. На території області сформувались 4 природно-територіальні

комплекси з різним ступенем антропогенізації:

- промислово-міські (Івано-Франківський, Калуський, Бурштинський, Надвірнянський, Коломийський) — сильно урбанізовані, екологічно небезпечні території;
- промислово-нафтогазовидобувні (Долинський, Пасічнянський, Битківський) — урбанізовані із значним впливом на довкілля;
- аграрно-промислові (Рогатинсько-Галицький, Тлумацько-Снятинський) — екологічні проблеми, пов'язані з деградацією земель (ерозія, зменшення родючості ґрунтів);
- лісогосподарські (Верховинський, Осмолодський, Вигодський, Болехівський, Солотвинський, Ворохтянський) [11].

Для запобігання негативних змін в основних компонентах агроєкосистем Івано-Франківської обл. одним із важливих напрямів є проведення агроєкологічного моніторингу на селітебних територіях. Це сприяє виявленню основних чинників, що спричиняють забруднення ґрунтів, зниження їх родючості та забруднення джерел водопостачання і рослинницької продукції і є основою для надання рекомендацій щодо зниження негативного антропогенного впливу на екологічний стан сільських селітебних територій.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження були здійснені у межах агроландшафтів Івано-Франківської обл. із урахуванням як стабілізуючих (перелоги, водойми), так і дестабілізуючих компонентів екосистеми (агроландшафти, включаючи сельбищну територію — поля, городи). Методом маршрутного моніторингу було проведено обстеження і відібрано проби ґрунту, води та рослинницької продукції у населених пунктах Івано-Франківської обл. (Калуський, Надвірнянський, Галицький, Івано-Франківський р-ни).

Хіміко-аналітичні дослідження якості ґрунту, природних вод, рослинницької продукції проведені у лабораторії відділу агро-

екології і аналітичних досліджень ННЦ «ІЗ НААН» за використання методик хімічного, фізико-хімічного аналізу із застосуванням сучасних методів атомно-абсорбційної спектроскопії, полум'яної фотометрії, відповідно до вимог системи управління якістю, за методами, що відповідають нормативній базі України.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Показники родючості ґрунтів Івано-Франківської обл. відрізнялися дуже великою різноманітністю, що підтверджується коефіцієнтом варіації (V). Згідно із всіма показниками, які визначали, спостерігали значний рівень варіювання з коливанням у межах 23,5–154,3%. Так, показник кислотності  $pH_{\text{сол}}$  у ґрунтах коливався від 3,6 (дуже сильно кислий) до 7,9 (слабо лужний) (табл. 1). Уміст органічної речовини у перерахунку на гумус знаходився у межах від низького — 1,95% до дуже високого рівня — 8,23%. Уміст рухомого фосфору був від низького — 10 мг/кг до дуже високого рівня забезпечення — 1400 мг/кг, уміст рухомого калію — від низького 101 мг/кг до дуже високого рівня забезпечення — 1245 мг/кг.

Агрохімічні показники ґрунту на городах порівняно з перелогами, які є стабілізуювальними компонентами екосистеми, свідчать про значний вплив антропогенного чинника на значне збільшення вмісту фосфору і калію. Так, у Надвірнянському р-ні у с. Саджавка на деяких городах він досягав, відповідно до 1400 і 1245 мг/кг, у той час як на перелогах становив відповідно 80,0–363 мг/кг і 103–848 мг/кг. Це можна пояснити неконтрольованим внесенням власниками садіб на городи попелу, органічних добрив, у т. ч. курячого посліду та побутових відходів. Відмічено перевищення гранично допустимої концентрації (далі ГДК) у багатьох пробах ґрунту за вмістом свинцю (ГДК 2 мг/кг) на перелогах і городах, який сягав у межах 2,2–4,7 мг/кг.

До територій Івано-Франківської обл. з найскладнішою екологічною ситуацією



Таблиця 1. Фізико-хімічний і агрохімічний стан ґрунтів на території Івано-Франківської обл., 2021 р.

№ з/п	Місце відбору	Обмінна кислотність, рН <sub>сол.</sub>	Уміст органічної речовини в перерахунок на гумус, %	Гідролітична кислотність	Сума вибраних основ	Уміст рухомої сірки SO <sub>4</sub>	Легко-гідролізований азот	Нітратний азот, N-NO <sub>3</sub>	Амонійний азот, N-NH <sub>4</sub>	Мінеральний азот, N	Рухомий фосфор, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Обмінний калій, K <sub>2</sub> O
<b>Надвірнянський р-н, с. Саджавка</b>												
1	перелogi	3,9–7,3	2,23–4,19	0,45–5,61	4,8–34,2	0,3–12,7	95,2–144,0	2,6–14,8	20,0–26,8	25,9–35,8	80,0–363,0	103,0–847,0
2	городи	4,3–6,3	1,95–3,75	1,46–4,52	7,2–24,2	1,5–15,7	104,0–162,0	2,3–45,7	14,2–32,0	22,3–64,4	70,0–1400,0	420,0–1245,0
<b>Калузький р-н, с. Вигода, с. Мислівка, с. Сенечіє</b>												
3	перелogi	3,6–6,9	3,38–4,86	0,59–8,28	7,3–23,2	2,1–7,9	125,0–230,0	3,3–19,1	3,1–19,2	17,4–32,1	3,5–75,0	101,0–289,0
4	городи	3,8–6,9	2,61–5,69	0,53–6,11	5,7–22,9	7,4–25,4	91,0–230,0	4,9–44,7	1,1–8,0	12,9–47,4	11,5–101,0	173,0–808,0
<b>Іглицький р-н, с.т Більшівці</b>												
5	перелogi	6,5–7,4	4,74–6,44	0,23–0,91	29,5–41,2	3,0–78,5	126,0–185,0	1,0–4,80	3,1–14,1	5,0–15,3	30,0–74,0	132,0–176,0
6	городи	5,7–7,9	2,33–4,21	0,23–1,26	20,5–44,6	5,9–10,7	71,4–113,0	2,0–10,5	10,0–20,5	10,0–29,3	108,0–585,0	255,0–843,0
7	поля	5,8–7,2	4,06–8,23	0,34–2,62	32,241,7	4,5–25,0	141,0–275,0	2,7–7,20	5,4–14,1	8,1–17,7	21,0–120,0	108,0–150,0
	$\bar{x}$	6,0	4,06	2,38	25,4	13,1	144,9	11,9	12,5	24,4	188,1	336,5
	$S_{\bar{x}}$	0,3	0,29	0,48	2,8	3,3	9,1	2,6	1,5	3,2	55,8	55,1
	V, %	23,5	37,46	104,61	56,9	129,3	32,8	114,5	62,1	67,6	154,3	85,0

належать: Галицький р-н, де функціонує Бурштинська ТЕС, Калуський р-н — із хімічним гігантом ВАТ «Карпатнафтохім», Надвірнянський р-н — із нафтопереробним заводом ВАТ «Нафтохімік Прикарпаття». Місто Бурштин є одним із забруднених міст України завдяки електростанції. Основними проблемами екології є: скиди забруднених стічних вод у водойми Прикарпаття, побутові відходи, органічне забруднення, атмосферні викиди Бурштинської ТЕС і ВАТ «Івано-Франківськецемент» [9]. Аналіз проб ґрунту відібраних у смт Більшівці, розміщеному поблизу Бурштинської ТЕС засвідчив, що деякі перелоги, городи і поля були забруднені свинцем, відповідно 2,3–4,3 мг/кг, 4,2 і 2,6 мг/кг, а городи — кадмієм 0,8 мг/кг (ГДК 0,7 мг/кг). За агрохімічними показниками найбільша різниця між перелогами, городами і полями відмічена по вмісту фосфору і калію на городах, відповідно 108–585 мг/кг і 255–843 мг/кг (на перелогах — 30,0–74,0 мг/кг і 120–176 мг/кг, полях 21,0–120 мг/кг і 108 мг/кг і 150 мг/кг), що свідчить про значний вплив антропогенного чинника на селітебних територіях.

У воді колодязів і водопроводів розміщених у Надвірнянському і Калуському р-нах Івано-Франківській обл. перевищено нормативи за показниками реакції середовища, нітратів і калію. Це може бути пов'язано із інтенсивним веденням сільськогосподарської діяльності на сільбищній території, таким як порушення санітарних правил забудови території, внесення високих доз мінеральних і органічних добрив, недотримання технологій зберігання гною, утримання свійських тварин і птиці та утилізація тваринницьких і побутових відходів (антропогенний чинник) та природним чинником — особливостями гідрологічного режиму. У Галицькому р-ні (смт Більшівці) у воді деяких колодязів і водопроводів відмічено перевищення санітарних нормативів за вмістом солей сухого залишку, загальної жорсткості, вмісту нітратів, амонійного азоту, калію, натрію, кальцію, магнію, хлоридів та сульфатів (табл. 2).

Так, у проаналізованих природних водах водогонів вміст солей сухого залишку був у межах від 2400–2880 мг/дм<sup>3</sup> (ГДК 1500 мг/дм<sup>3</sup>) при загальній жорсткості від 13 до 17 ммоль/дм<sup>3</sup> (ГДК 10 ммоль/дм<sup>3</sup>). Уміст сульфатів у воді деяких водопроводів перевищував нормативні вимоги (500 мг/дм<sup>3</sup>) у 2,7–2,8 разів і становив 1337–1375 мг/дм<sup>3</sup>, калію (24,1 мг/дм<sup>3</sup>) — у 1,7–11,4 раза, і становив 42,0–275 мг/дм<sup>3</sup>, натрію (270 мг/дм<sup>3</sup>) — у 2 рази, і становив 555 мг/дм<sup>3</sup>, кальцію (130 мг/дм<sup>3</sup>) — у 1,6 разів і становив 214 мг/дм<sup>3</sup>, магнію (80 мг/дм<sup>3</sup>) — у 1,2 раза, і становив 97,9 мг/дм<sup>3</sup>. Це може бути зумовлено не тільки із господарською діяльністю, але й із близьким розміщенням селища до Бурштинської ТЕС. За вмістом важких металів і мікроелементів ГДК у воді не перевищено. В Івано-Франківській обл. у річках Прут та Слобушниця всі проаналізовані показники води не перевищували нормативів якості вод рибогосподарського призначення. За показниками, що оцінювали, виявили значний рівень варіювання у межах 45,0–189,2%, окрім значень реакції середовища (рН), за якими відмічено середню мінливість на рівні 10,0%.

Проби продукції рослинництва відбирали в межах сільбищної території у Івано-Франківській обл., зокрема Надвірнянський р-н, с. Саджавка та Калуський р-н, с. Сенечів. Аналізували картоплю, боби, квасолю, пшеницю озиму, моркву, буряки, часник, траву на вміст нітратів і важких металів (табл. 3).

Установлено відсутність забруднення нітратами у всій рослинницькій продукції, але всі проаналізовані проби не відповідали санітарно-гігієнічним нормативам за вмістом свинцю. Також у багатьох пробах відмічено перевищення вмісту ГДК за вмістом кадмію і нікелю. Виявлено надлишковий вміст міді в одній пробі бобів — 12,4 мг/кг (ГДК 10 мг/кг) та заліза в траві — 106 мг/кг (ГДК 10 мг/кг) та моркви — 117,3, бобах — 75,5 мг/кг (ГДК 50 мг/кг). Перевищення вмісту цинку в рослинницькій продукції не виявлено. Загалом, вміст мікроелементів і важких металів у рослинницькій продукції характери-

Таблиця 2. Основні показники якості досліджених природних вод на території Івано-Франківської обл., 2021 р.

№ з/п	Місце відбору	Реакція середовища, рН	Сухий залишок, мг/дм <sup>3</sup>	Жорсткість заг., ммоль/дм <sup>3</sup>	Кальцій, Са <sup>2+</sup>	Магній, Mg <sup>2+</sup>	Нітратний азот, N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Амонійний азот, N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Фосфор, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Калій, K <sub>2</sub> O	Натрій, Na <sub>2</sub> O	Гідрокarbonати, HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Хлориди, Cl <sup>-</sup>	Сульфати, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
<b>Надвірнянський р-н, с. Саджавка</b>														
1	р. Прут	7,5	220	2,0	32,2	3,4	сліди	0,21	0,21	2,5	28,1	151,3	36,9	11,6
2	р. Слобушниця	7,4	296	2,5	42,2	6,4	сліди	0,25	0,18	4,4	37,1	180,6	41,2	16,0
3	водопровід	8,2	284	1,0	29,1	3,3	5,9	0,18	0,25	11,8	16,7	102,5	17,0	144,0
4	криниці	8,2-8,6	176-656	2,0-6,0	30,5-108,0	5,1-6,9	2,2-18,2	0,18-0,53	0,21-0,32	10,1-39,0	11,4-35,7	122-371	27,0-38,3	18,0-24,7
<b>Калузький р-н, с. Вигода, с. Мислівка, с. Сенечів</b>														
5	криниці	5,8-6,8	23,2-235	0,2-2,5	2,3-29,2	1,10-11,5	сліди-1,4	0,05-0,11	сліди	1,4-93,5	5,0-85,5	156-517	17,0-51,1	10,6-24,9
<b>Галицький р-н, смт Білівці</b>														
6	криниці	7,6-7,9	540-1060	7,0-10,0	83,7-103	25,4-74,6	сліди-10,7	1,0-5,0	сліди-0,15	1,0-44,7	31,3-510	337-478	31,0-349	162,0-750,0
7	водопроводи	7,4-7,8	2400-2880	13,0-17,0	92,8-214,0	67,7-97,9	сліди-12,3	0,8-5,0	0,1-1,0	42,0-275	72,1-555	478-551	34,0-349,0	1337,0-1375,0
Норматив для питного і побутового призначення		6,5-8,5	1500	10,0	130,0	80,0	11,3 (50 мг NO <sub>3</sub> на дм <sup>3</sup> )	2,02 (2,6 мг NH <sub>4</sub> на дм <sup>3</sup> )	Не нормується	24,1 (20 мг К на дм <sup>3</sup> )	270 (200 мг Na на дм <sup>3</sup> )	Не нормується	350,0	500,0
Норматив якості вод рибогосподарського призначення		6,5-8,5	1000	7,0	180,0	50,0	9,1 (40 мг NO <sub>3</sub> на дм <sup>3</sup> )	0,39 (0,5 мг NH <sub>4</sub> на дм <sup>3</sup> )	0,46 (0,2 мг P на дм <sup>3</sup> )	60 (50 мг К на дм <sup>3</sup> )	162 (120 мг Na на дм <sup>3</sup> )	Не нормується	300,0	100,0
$\bar{x}$		7,6	711,6	5,7	75,6	23,8	5,3	1,0	0,2	36,1	97,4	324,2	71,4	293,4
$S_{\bar{x}}$		0,2	200,6	1,2	13,3	7,6	1,5	0,4	0,1	17,1	42,9	36,5	24,5	116,6
V, %		10,0	112,8	82,4	70,6	126,7	110,5	167,3	128,5	189,2	176,0	45,0	137,0	159,0

Таблиця 3. Результати хімічного аналізу проб рослинницької продукції, вирощеної на території Івано-Франківської обл., 2021 р., мг/кг

№ з/п	Об'єкт	Cu	Zn	Pb	Cd	Ni	Mn	Fe
		мг/кг						
<b>Надвірнянський р-н, с. Саджавка</b>								
1	квасоля	6,0	15,6	1,6	0,2	7,0	12,1	48,3
2	пшениця озима	2,8	15,5	0,7	0,3	1,5	15,6	42,1
3	картопля	3,4	7,5	1,6	0,2	0,6	1,2	44,8
4	картопля	2,9	7,5	1,1	0,3	0,9	1,2	36,6
5	картопля	4,4	6,5	0,8	0,2	1,3	1,1	38,1
6	буряк	3,4	10,9	1,7	0,8	0,8	8,5	13,8
7	часник	0,9	8,3	0,8	0,1	0,7	2,6	10,2
8	трава	2,0	17,5	1,9	0,2	1,8	57,1	106,0
<b>Калуський р-н, с. Сенечів</b>								
9	картопля	4,9	7,6	1,3	0,3	0,5	2,1	25,9
10	морква	4,4	14,6	1,8	1,2	3,7	19,1	117,3
11	боби	12,4	19,5	1,8	0,0	3,3	11,4	75,5
ГДК для зернових, бобових та трави		10,0	50,0	0,5	0,1	0,5	—	50,0
МДР (максимально допустимий рівень), мг/кг		—	—	0,05–0,2*	0,1–0,2**	—	—	—
$\bar{x}$		4,3	11,9	1,4	0,3	2,0	12,0	50,8
$S_{\bar{x}}$		0,9	1,4	0,1	0,1	0,6	4,9	10,5
V, %		70,1	39,7	32,9	100,6	98,2	135,6	68,8

Примітка: \* – МДР 0,05 (часник), МДР 0,1 (картопля, морква, буряк), МДР 0,2 (зернові та бобові); \*\* – МДР 0,1 (картопля, морква, часник), МДР 0,2 (зернові та бобові).

зувався значною мінливістю. Коефіцієнт варіації був високим і становив від 32,9 до 135,6%, що може бути зумовлено біологічними особливостями культури по засвоєнню цих елементів. Серед проаналізованих проб квасоля і боби найбільше накопичували важкі метали у сухій речовині, що, очевидно, також пов'язано з біологічними особливостями культури. Посилення акумуляції цих елементів у рослинницькій продукції може бути викликане підвищенням кислотності ґрунту, що збільшує рухомість важких металів. Також поліпшення поживного режиму ґрунту внаслідок застосування мінеральних добрив підвищує вміст рухомих форм азоту, фосфору і ка-

лію сприяючи кращому розвитку рослин, що вимагає достатньої кількості інших елементів. За дефіциту кальцію, магнію та мікроелементів їх можуть заміщувати важкі метали.

Отже, результати моніторингу компонентів довкілля у агроєкосистемах Івано-Франківської обл. свідчать про значний вплив антропогенного чинника на зміну показників якості ґрунту, природних вод і рослинницької продукції.

## ВИСНОВКИ

Проаналізовані ґрунтові проби відібрані в Івано-Франківській обл. відповідали різним типам ґрунту і в низці випадків мали

незначні показники кислотності та високий уміст біогенних елементів (особливо фосфору й калію) і політантів. Уміст свинцю у деяких пробах ґрунту відібраних на перелогах, полях і городах перевищував ГДК.

Якість природних вод (питного призначення і відкритих водойм), як важливого показника екосистеми, відібраних в агроландшафтах Івано-Франківської обл. у ряді випадків не відповідала нормативним вимогам. Це зумовлено як природними чинниками — особливостями гідрологічного режиму, так і антропогенними — порушенням санітарних правил забудови території, внесенням високих доз мінеральних і органічних добрив, недотриманням технологій зберігання гною, утриманням свійських тварин і птиці та утилізацією тваринницьких і побутових відходів.

У всіх проаналізованих пробах рослинницької продукції не виявлено забруднення нітратами, але деякі проби рослинниць-

кої продукції не відповідали санітарно-гігієнічним нормативам за вмістом свинцю, кадмію, нікелю, міді та заліза. Посилення акумуляції цих елементів у рослинницькій продукції може бути спричинене підвищенням кислотності ґрунту, що збільшує рухомість важких металів.

Результати моніторингу компонентів довкілля в агроекосистемах Івано-Франківської обл. свідчать про значний вплив антропогенного чинника на зміну показників якості ґрунту і природних вод та рослинницької продукції.

Проведення еколого-агрохімічної оцінки стану агроландшафтів Західного регіону, включаючи селітебну територію і встановлення особливостей міграції та кумуляції біогенних елементів і екотоксикантів є перспективним напрямом досліджень для розробки заходів запобігання забруднення ґрунту, ґрунтових вод, відкритих водойм та рослинницької продукції з метою сталого функціонування агроекосистем.

## ЛІТЕРАТУРА

- Kanianska R. Agriculture and Its Impact on Land Use, Environment, and Ecosystem Services. *Land-scape Ecology*. 2016. P. 1–25. DOI: <https://doi.org/10.5772/63719>.
- Wilson G. Multifunctional 'quality' and rural community resilience. *Transactions of the Institute of British Geographers New Series*. 2010. Vol. 35 (3). P. 364–381. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1475-5661.2010.00391.x>.
- Sasakova N., Gregova G. and Takacova D. Pollution of Surface and Ground Water by Sources Related to Agricultural Activities. *Front. Sustain. Food Syst.* 2018. DOI: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2018.00042>
- Палапа Н.В., Устименко О.В., Сігалова І.О. Екологічна оцінка сільських селітебних територій. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 2. С. 89–95. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2017.220163>
- Корсун С.Г., Палапа Н.В. Соціальний і екологічний стан територій сільських населених пунктів України. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН»*. 2014. Вип. 1–2. С. 9–16.
- Лотоцька О.В., Кондратюк В.А., Кучер С.В. Якість питної води як одна з детермінант громадського здоров'я в Західному регіоні України. *Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України*. 2019. № 1 (79). С. 12–18. DOI: <https://doi.org/10.11603/1681-2786.2019.1.10278>
- Валерко Р.А., Герасимчук Л.О. Екологічна оцінка стану сільських населених пунктів Житомирської області. *Екологічні науки*. 2020. № 6 (33). С. 96–102. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.6-33.14>.
- Палапа Н.В., Нагорнюк О.М., Тонюк М.О. та ін. Сучасний екологічний стан сільських селітебних територій України: відтворення і збереження людського і природно-ресурсного потенціалу. *Агроекологічний журнал*. 2021. № 2. С. 108–116. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2021.234467>
- Івано-Франківська область. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/>
- Карпатський регіон: актуальні проблеми та перспективи розвитку: моногр. Т.1. Екологічна безпека та природно-ресурсний потенціал / за ред. В.С. Кравціва. Львів, 2013. 336 с.
- Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Івано-Франківській області в 2017 році. URL: <https://mer.gov.ua/files/docs/Reg.report/2017/>
- Касіянчук Д.В. Еколого-геологічна оцінка стану ґрунтового покриву території Івано-Франківської області. *Екологічні науки*. 2020. № 2 (29). Т. 2. С. 112–118. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.2-29.2.18>
- Томашівський З.М., Коник Г.С. Наукові основи



системи землеробства в Західному регіоні України: моногр. / за ред. З.М. Томашівського. Львів: СПОЛОМ, 2020. 286 с.

14. Ковалів О.Р. Ефективність використання зе-

мельних ресурсів сільського господарства Івано-Франківської області. *Агросвіт*. 2013. № 1. С. 23–25. URL: [http://www.agrosvit.info/pdf/1\\_2013/7.pdf](http://www.agrosvit.info/pdf/1_2013/7.pdf)

## REFERENCES

- Kanianska, R. (2016). Agriculture and Its Impact on Land Use, Environment, and Ecosystem Services. *Landscape Ecology*, 1–25. DOI: <https://doi.org/10.5772/63719> [in English].
- Wilson, G. (2010). Multifunctional 'quality' and rural community resilience. *Transaction of the Institute of British Geographers New Series*, 35 (3), 364–381. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1475-5661.2010.00391.x> [in English].
- Sasakova, N., Gregova, G. & Takacova, D. (2018). Pollution of Surface and Ground Water by Sources Related to Agricultural Activities. *Front. Sustain. Food Syst.* DOI: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2018.00042> [in English].
- Palapa, N.V., Ustymenko, O.V. & Sihalova, I.O. (2017). Ekologichna otsinka silskykh selitebnykh terytorii [Ecological assessment of rural settlements]. *Ahroekologichnyi zhurnal – Agroecological journal*, 2, 89–95. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2017.220163> [in Ukrainian].
- Korsun, S.G. & Palapa, N.V. (2014). Sotsialnyi i ekologichnyi stan terytorii silskykh naselenykh punktiv Ukrainy [Social and ecological condition of the territories of rural settlements of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoho naukovooho tsentru «Instytut zemlerobstva NAAN» – Collection of scientific works of the National Research Center «Institute of Agriculture NAAS»*, 1–2, 9–16 [in Ukrainian].
- Lototska, O.V., Kondratiuk, V.A. & Kucher, S.V. (2019). Yakist pytnoi vody yak odna z determinant hromadskoho zdorovia v zakhidnomu rehioni Ukrainy [Drinking water quality as one of the determinants of public health in the western region of Ukraine]. *Visnyk sotsialnoyi hihiyeny ta orhanizatsiyi okhorony zdorovya Ukrayiny – Bulletin of social hygiene and health care organization of Ukraine*, 1 (79), 12–18. DOI: <https://doi.org/10.11603/1681-2786.2019.1.10278> [in Ukrainian].
- Valerko, R.A. & Herasymchuk, L.O. (2020). Ekologichna otsinka stanu silskykh naselenykh punktiv zhytomyrskoi oblasti [Ecological assessment of the state of rural settlements of Zhytomyr region]. *Ekologichni nauky – Environmental sciences*, 6 (33), 96–102. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.6-33.14> [in Ukrainian].
- Palapa, N.V., Nahorniuk, O.M., Toniuk, M.O. et al. (2021). Suchasnyi ekolohichnyi stan silskykh selitebnykh terytorii Ukrainy: vidtvorennia i zberezhennia liudskoho i pryrodno-resursnoho potentsialu [Current ecological condition of rural settlements of Ukraine: reproduction and preservation of human and natural resource potential]. *Ahroekologichnyi zhurnal – Agroecological journal*, 2, 108–116. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2021.234467> [in Ukrainian].
- Ivano-Frankivska oblast [Ivano-Frankivsk region]. (nd.). URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/> [in Ukrainian].
- Kravtsiva, V.S. (Ed.). (2013). *Karpat-skyi rehion: aktualni problemy ta perspektyvy rozvytku* [Carpathian region: current problems and prospects for development]. (Vol. 1). Lviv [in Ukrainian].
- Rehionalna dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha v Ivano-Frankivskiyi oblasti v 2017 rotsi [Regional report on the state of the environment in Ivano-Frankivsk region in 2017]. (nd.). URL: [https://mep.gov.ua/files/docs/Reg\\_report/2017/](https://mep.gov.ua/files/docs/Reg_report/2017/) [in Ukrainian].
- Kasiianchuk, D.V. (2020). Ekoloho-heolohichna otsinka stanu gruntovoho pokryvu terytorii Ivano-Frankivskoi oblasti [Ecological and geological assessment of the state of the soil cover of the territory of Ivano-Frankivsk region]. *Ekolohichni nauky – Environmental sciences*, 2 (29), 112–118. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.2-29.2.18> [in Ukrainian].
- Tomashivskiyi, Z.M. & Konyk, H.S. (2020). *Naukovi osnovy systemy zemlerobstva v zakhidnomu rehioni Ukrainy* [Scientific bases of agriculture system in the western region of Ukraine]. Lviv: СПОЛОМ [in Ukrainian].
- Kovaliv, O.R. (2013). Efektyvnist vykorystannia zemelnykh resursiv silskoho gospodarstva Ivano-Frankivskoi oblasti [Efficiency of land use of agriculture in Ivano-Frankivsk region]. *Ahrosvit – Agrosvit*, 1, 23–25. URL: [http://www.agrosvit.info/pdf/1\\_2013/7.pdf](http://www.agrosvit.info/pdf/1_2013/7.pdf) [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 11.12.2021

## ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР НА ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОМУ ҐРУНТІ ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

В.М. Польовий<sup>1</sup>, Л.А. Ященко<sup>1</sup>, Г.Ф. Ровна<sup>1</sup>, Т.М. Колесник<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Інститут сільського господарства Західного Полісся НААН  
(с. Шубків, Рівненська обл., Україна)

e-mail: rivne\_apv@ukr.net; ORCID: 0000-0002-3133-9803

e-mail: rivne\_apv@ukr.net; ORCID: 0000-0003-1407-0133

e-mail: rivne\_apv@ukr.net; ORCID: 0000-0002-7599-5650

<sup>2</sup> Національний університет водного господарства та природокористування  
(м. Рівне, Україна)

e-mail: t.m.kolesnyk@nuwm.edu.ua; ORCID: 0000-0002-2637-7733

Висвітлено вплив культур короткоротаційної сівозміни Західного Полісся на екологічну складову дерново-підзолистого зв'язно-піщаного ґрунту шляхом аналізування показників балансу елементів живлення і гумусу та дано економічну оцінку їх вирощування. У статті використані результати отримані у польовому стаціонарному досліді із пшеницею озимою, кукурудзою на зерно, ячменем ярим та ріпаком озимим за період 2012–2020 рр. Для оцінки впливу культур на формування балансу обрано варіант із рекомендованою нормою мінеральних добрив на фоні 1,0 Нг (зідролітична кислотність) дози СаMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (доломітове борошно). Досліджено, що надходження елементів живлення з рослинницькою біомасою є потужним джерелом їх рециркуляції. Зокрема, найвищий вміст азоту (2,75 і 3,56%) і фосфору (0,99–0,95%) отримано у насінні пшениці озимої і ріпаку озимого, тоді як у побічній продукції відзначено накопичення калію (1,39 і 1,52%) відповідно. З урахуванням отриманих результатів визначено вплив вирощування культур на формування балансу елементів живлення і гумусу. Встановлено, що за вапнування і удобрення повернення у ґрунт побічної біомаси досліджуваних культур сформувало додатній баланс азоту в межах 29,6–43,4 кг/га, фосфору 23,0–54,9, калію 71,6–99,8 кг/га. Лише під кукурудзою на зерно за внесення N<sub>120</sub> отримано дефіцитний баланс азоту –47,5 кг/га. За рахунок пожнивно-кореневих решток і побічної продукції досліджуваних культур визначено додатній баланс гумусу: пшениця озима 0,73 т/га, кукурудза на зерно 2,17, ячмінь ярий 0,40, ріпак озимий 0,11 т/га. Врахування економічної складової технології вирощування досліджуваних культур показало, що найбільший умовно чистий прибуток досягнуто для маржинальних культур: кукурудзи на зерно (19,8 тис. грн/га) і ріпаку озимого (14,4 тис. грн/га). Система удобрення пшениці озимої та ячменю ярого через обмежувальну дію інших чинників, насамперед, вологозабезпечення, не створила умови для реалізації запланованої врожайності, що зумовило низьку прибутковість їх виробництва.

**Ключові слова:** урожайність, азот, фосфор, калій, побічна продукція, пожнивно-кореневі рештки, баланс елементів, гумус, економічна ефективність.

### ВСТУП

Одним із критеріїв визначення доцільності вирощування тієї чи іншої сільськогосподарської культури є величина чистого прибутку з одиниці площі, який вона забезпечує. Високий рівень рентабельності виробництва окремих сільськогосподарських культур та спеціалізація великих

сільськогосподарських підприємств на вирощуванні експорт орієнтованих сільськогосподарських культур спричинили до різючих змін у структурі посівних площ. Зокрема, у зоні Полісся за останні десятиліття відбулося розширення площ посівів високмаржинальних культур, таких як пшениця озима, кукурудза на зерно, ріпак озимий, соя, соняшник. До того ж, останні з них донедавна не були характерними для

традиційних сівозмін Західного регіону України.

Впровадження інтенсивних культур на малобуферних ґрунтах Полісся без достатньо обґрунтованої системи удобрення може поглиблювати деградаційні процеси погіршення якісного стану земельних ресурсів, які залучені до сільськогосподарського обороту, що зумовлює необхідність комплексної еколого-економічної оцінки як для забезпечення прибутковості вирощуваної культури, так і раціонального використання ґрунту [1].

### АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Традиційно контроль за збалансованістю землекористування щодо родючості ґрунту провадиться шляхом оцінки агрохімічних показників перед початком та наприкінці ротації сівозміни, балансу органічної речовини та елементів живлення за цей період [2]. Однак наразі сівозміни в класичному розумінні дотримуються рідко, оскільки структура площ змінюється більшою мірою залежно від кон'юнктури ринку. Економіка продовжує залишатися головним визначальним фактором менеджменту сільськогосподарського виробництва [3]. У таких умовах методичні підходи, які застосовуються в процесі моніторингу за родючістю ґрунтів у сівозміні, переважно є малоприматними [4].

Проблема ускладнюється тим, що рекомендовані в минулому системи удобрення для зони Полісся передбачали внесення на 1 га сівозмінної площі 14–16 т/га гною, який був основним чинником забезпечення покращання родючості ґрунтів. Однак на сьогодні рівень насиченості органічними добривами становить 0,5–0,8 т/га посівної площі. Тривале застосування мінеральних добрив без внесення органічної речовини прискорює мінералізацію гумусу і погіршення якості ґрунту з усіма негативними наслідками, такими як вилюговування елементів, підвищення доступності токсичних елементів для рослин, зниження енергії мікробних угруповань ґрунту тощо [5; 6].

Тому важливо для забезпечення екологічної рівноваги проводити пошук і реалізацію прийомів, що підвищують ефективність виробництва та сприяють більш економному і зваженому використанню мінеральних добрив та інших засобів за вирощування сільськогосподарських культур [7].

У сучасних умовах основним джерелом поповнення органічної речовини ґрунту є кореневі і пожнивні рештки та побічна рослинницька продукція. Рослинні рештки сільськогосподарських культур наразі розглядаються в усьому світі як важливий ресурс відтворення органічної речовини і збереження функціональних властивостей ґрунту в агроценозах, як ключовий фактор для стійкого сільськогосподарського виробництва. Завдяки їх поверненню у ґрунт надходить вуглець, що покращує вміст у ньому органічної речовини. Залишки рослин також є джерелом поживних речовин (переважно макро-, а також мікроелементів). Окрім того, азот із рослинних залишків вимивається меншою мірою, ніж із мінеральних добрив, що сприятливо впливає на якість підземних вод [8–11].

З огляду на це, наряду з оцінкою економічних показників вирощування сільськогосподарської культури зростає актуальність питання участі конкретної культури у формуванні родючості ґрунтів, що може бути визначено через рівень показників балансу гумусу і поживних елементів [12].

**Мета досліджень** встановити вплив пшениці озимої, кукурудзи на зерно, ріпаку озимого і ячменю ярого на екологічну складову дерново-підзолистого зв'язно-піщаного ґрунту шляхом аналізування показників балансу елементів живлення і гумусу та дати економічну оцінку їх вирощування.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для умов Західного Полісся розрахунки балансу гумусу і елементів живлення проведені за результатами досліджень отриманих у польовому стаціонарному досліді, закладеному у 2012 р. на дерново-підзолистому зв'язно-піщаному ґрунті.

Для оцінки впливу культур на формування балансу обрано варіант із рекомендованою нормою мінеральних добрив на фоні 1,0 Нг дози  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ , що відповідало 3,8 т/га фізичної маси доломітового борошна, внесеного перед закладанням дослідів. Система удобрення культур була такою: пшениця озима  $\text{N}_{120}\text{P}_{60}\text{K}_{90} + \text{S}_{40}$  + Нутривант Зерновий (2 кг/га); кукурудза на зерно  $\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{120} + \text{S}_{40}$  + Нутривант Зерновий (2 кг/га); ячмінь ярий  $\text{N}_{90}\text{P}_{90}\text{K}_{90} + \text{S}_{40}$  + Нутривант Зерновий (2 кг/га); ріпак озимий  $\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{120} + \text{S}_{40}$  + Нутривант Олійний (2 кг/га).

Аналіз рослинного матеріалу у повітряно-сухому стані на вміст елементів живлення після мокрого озолення за К'ельдалем здійснювали методами: азот — із реактивом Несслера, фосфор фотометрично, калій методом полуменевої фотометрії [13]. Обробку експериментальних даних виконано за допомогою комп'ютерної програми Microsoft Office Excel.

Оцінку впливу культур на родючість ґрунту проводили через аналіз балансових показників азоту, фосфору і калію, які сформувався за їх вирощування. Під час розрахунку рівня відчуження елементів живлення використано показник їх господарського вносу і непродуктивні втрати елементів. У надходження NPK включено кількість елементів, що внесена із відповідною нормою мінеральних добрив та потрапила в ґрунт за рахунок повернення побічної продукції за заробляння рослинних решток.

Баланс гумусу розраховано за методикою [14]. У прибутковій статті враховується поповнення вуглецю з побічною продукцією і рослинними рештками (поживно-кореневими) з урахуванням коефіцієнта їх гуміфікації для дерново-підзолистого ґрунту. Витрати гумусу у ґрунті під окремими культурами визначені розмірами його мінералізації.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Сільськогосподарські культури мають різну дію на родючість ґрунту за рахунок біологічних особливостей: технологій вирощування, величини вносу елементів живлення та їх повернення з нетоварною продукцією [15; 16]. Комплексну оцінку впливу окремих культур найбільш доступно і доволі об'єктивно можна провести за їх внеском у формування балансу гумусу та поживних елементів у ґрунті. Ступінь достовірності показників балансу елементів значною мірою залежить від походження даних їх вмісту у продукції рослинництва — власні дослідження для конкретних умов чи узагальнені літературні показники.

За результатами наших досліджень в основній продукції найвищим вмістом азоту і фосфору відзначалося насіння пшениці озимої 2,75 і 0,99% та ріпаку 3,56 і 0,95% відповідно. Вміст калію варіював від 0,32% у зерні кукурудзи до 1,12% у насінні ріпаку озимого (табл. 1).

Слід відзначити, що співвідношення N:P:K у урожаї культур було більш вирів-

Таблиця 1. Вміст елементів живлення в основній і побічній продукції культур сівозміни, середнє за 2012–2020 рр., % на суху речовину

Продукція	Елемент живлення	Культура			
		пшениця озима	кукурудза на зерно	ячмінь ярий	ріпак озимий
Основна	N	2,75	1,90	1,80	3,56
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,99	0,59	0,86	0,95
	K <sub>2</sub> O	0,69	0,32	0,67	1,12
	N:P:K	1:0,4:0,3	1:0,3:0,2	1:0,5:0,4	1:0,3:0,3
Побічна	N	0,57	0,86	0,75	1,24
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,35	0,41	0,35	0,35
	K <sub>2</sub> O	1,39	1,32	1,43	1,52
	N:P:K	1:0,6:2,4	1:0,5:1,5	1:0,5:1,9	1:0,3:1,2

няним порівняно з побічною продукцією. Вміст азоту у соломі зростав від 0,57% для пшениці озимої до 1,24% для ріпаку озимого, тоді як відмінності за вмістом фосфору і калію між досліджуваними культурами були менш істотними.

Характерною особливістю систем землеробства України загалом та систем удобрення окремих культур і сівозміни за останні 10–15 років є використання практично усієї побічної продукції культурної рослинності. Зважаючи на це, існує потреба врахування екологічного впливу обсягів її накопичення і заробляння на властивості ґрунтів та умови росту і розвитку сільськогосподарських культур.

Серед досліджуваних культур сівозміни найбільшу сумарну кількість азоту, фосфору і калію з ґрунту 647 кг/га виносить кукурудза на зерно, що у 2,3 і 2,8 рази більше, ніж відповідно пшениця озима і ячмінь ярий та у 2,2 рази, ніж ріпак озимий (табл. 2).

Із агрохімічної точки зору надходження елементів живлення з рослинницькою біомасою є потужним джерелом їх рециркуляції, а також альтернативним джерелом органічних добрив. Заорювання у ґрунт соломи зернових колосових культур забезпечує надходження 26,3–29,7 кг/га азоту, 16,1–12,1 фосфору і 64,1–49,3 кг/га калію. Сумарна кількість надходження NPK за рахунок побічної продукції кукурудзи і ріпаку становила 401,6 і 153,9 кг/га, більше половини при цьому припадало на калій – відповідно 204,6 і 75,2 кг/га. Для цих культур частка повернення елементів від відчуження сягала: 44,5–40,4% азоту, 55,2–41,8 фосфору, 88,0–72,6% калію.

Хоча культури інтенсивного типу вирощування і виносять доволі велику кількість NPK із ґрунту, їх надходження, забезпечене як внесенням добрив, так і зароблянням побічної продукції, формує бездефіцитний баланс, рівні якого значно вищі науково рекомендованих, особливо

Таблиця 2. Роль побічної продукції у формуванні балансу елементів живлення, середнє за 2012–2020 рр., кг/га

Культура	Елемент живлення	Відчуження NPK всього	Надходження NPK		Баланс
			всього	у т. ч. із побічною продукцією	
Пшениця озима	N	135,5	165,1	26,3	29,6
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	55,1	78,1	16,1	23,0
	K <sub>2</sub> O	91,5	163,7	64,1	72,2
	NPK	282,1	406,9	106,5	
Кукурудза на зерно	N	299,7	252,2	133,3	-47,5
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	115,3	155,6	63,6	40,3
	K <sub>2</sub> O	232,6	304,2	204,6	71,6
	NPK	647,6	712,0	401,5	
Ячмінь ярий	N	108,1	147,1	29,7	39,0
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	44,8	99,7	12,1	54,9
	K <sub>2</sub> O	74,8	148,6	49,3	73,8
	NPK	227,7	395,4	91,1	
Ріпак озимий	N	151,8	195,2	61,4	43,4
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	41,4	107,4	17,3	66,0
	K <sub>2</sub> O	103,6	203,4	75,2	99,8
	NPK	296,8	506,0	153,9	



для ріпаку озимого. Лише для кукурудзи на зерно отримано від'ємний баланс азоту (-47,5 кг/га), який пов'язаний із високою продуктивністю культури.

Окрім покращання поживного режиму побічна продукція та поживно-кореневі рештки беруть безпосередню участь у формуванні балансу гумусу ґрунту (табл. 3).

Серед досліджуваних сільськогосподарських культур найбільшу кількість нетоварної органічної біомаси залишала після себе кукурудза на зерно – 25,4 т/га, тоді пшениця озима, ячмінь ярий і ріпак озимий у 2,6–3,4 рази менше. Відповідно найбільшу розрахункову кількість гумусу на рівні 3,73 т/га отримано для кукурудзи на зерно. Для решти культур у межах 1,10–1,43 т/га. Слід відзначити, що для зернових (пшениця, ячмінь) у накопиченні гумусу внесок поживно-кореневих решток становив 52,4–53,6%, що пов'язано з розвитком їх кореневої маси, тоді як для кукурудзи і ріпаку цей показник на рівні 38,9–34,2%.

Аналіз результатів визначення балансу гумусу засвідчив, що його витрати за рахунок мінералізації під досліджуваними культурами не переважали накопичення, що дало змогу сформувати додатній його показник під усіма культурами. Найбільше додатне сальдо отримано для кукурудзи на зерно 2,17 т/га, найменше 0,11 т/га для ріпаку озимого.

Отже, використання на удобрення побічної продукції рослинництва в умовах

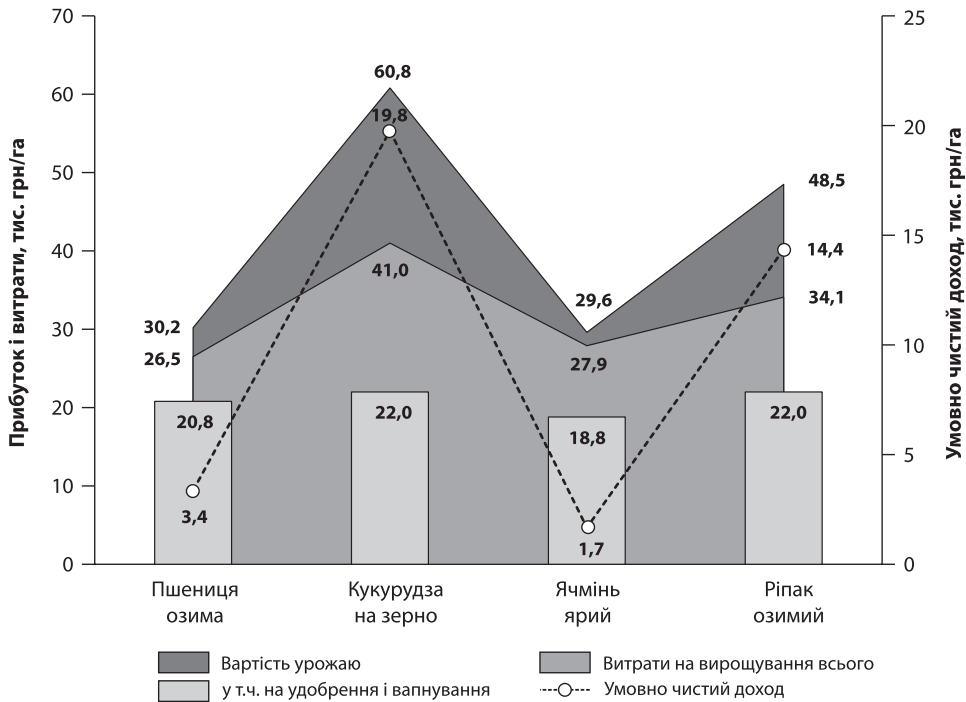
гострого дефіциту інших видів органічних добрив та мізерного внесення фосфорних і калійних добрив на сьогодні в Україні є основним чинником, стабілізуючим як гумусовий стан ґрунту, так і його поживний режим.

Основною метою галузі рослинництва є нарощування виробництва продукції і підвищення її прибутковості. Тому, якими досконаліми з екологічної точки зору не були б системи удобрення, їх практичне впровадження насамперед визначається економічною ефективністю. З огляду на це, еколого-економічна збалансованість інноваційних розробок є обов'язковою передумовою сталого розвитку землеробства. Основним показником економічної ефективності як окремих елементів технологій, так і технологій вирощування сільськогосподарських культур загалом є чистий прибуток (рис.).

Найбільше економічне навантаження за технологією вирощування щодо витрат встановлено для кукурудзи на зерно (41,0 тис. грн/га) і ріпаку озимого (34,1 тис. грн/га), серед яких більшу частину становлять витрати на удобрення – 22,0 тис. грн/га. Однак доволі висока вартість урожаю товарної продукції цих культур дала можливість отримати умовно чистий прибуток на рівні 19,8 і 14,4 тис. грн/га відповідно. Пшениця озима й ячмінь ярий мали незначну дохідність. Доволі висока витратна частина, зокрема на добрива 20,8–

Таблиця 3. Внесок рослинних решток і побічної продукції культур у формуванні балансу гумусу, середнє за 2012–2020 рр., т/га

Культура	Вихід нетоварної біомаси			Накопичення гумусу			Витрати гумусу від мінералізації	Баланс
	всього	у т. ч.		всього	у т. ч. за рахунок			
		поживно-кореневі рештки	побічна продукція		поживно-кореневі	побічної продукції		
Пшениця озима	9,71	5,10	4,61	1,43	0,75	0,68	0,70	0,73
Кукурудза на зерно	25,40	9,90	15,50	3,73	1,45	2,28	1,56	2,17
Ячмінь ярий	7,45	4,00	3,45	1,10	0,59	0,51	0,70	0,40
Ріпак озимий	7,67	2,72	4,95	1,11	0,38	0,73	1,00	0,11



Економічна ефективність вирощування культур на дерново-підзолистому ґрунті, середнє за 2012–2020 рр.

18,8 тис. грн/га, зумовила можливість отримання лише 3,40 та 1,70 тис. грн/га умовно чистого доходу. Основною причиною низької прибутковості пшениці озимої і ячменю ярого є отримання в 1,5–1,7 раза нижчої від передбаченої системою удобрення врожайності. Внесені під ці культури норми добрив хоча і зумовили додатні баланси азоту, фосфору і калію в ґрунті, але були низькоокупними. Крім того, якщо надлишок фосфору і калію сприятиме збільшенню вмісту їх рухомих форм у ґрунті, то невикористаний рослинами азот може зумовити забруднення ґрунтових вод чи посилення газопобідних його втрат. Це вказує на необхідність оптимізації всіх чинників, які впливають на формування врожайності культур, особливо на низькобуферному дерново-підзолистому зв'язно-піщаному ґрунті, та корегування кількості добрив, зважаючи на потенційно можливу врожайність у таких умовах.

## ВИСНОВКИ

Залучення нетоварної частини біомаси сільськогосподарських культур за рекомендованих норм їх удобрення на дерново-підзолистому ґрунті дає змогу сформувати балансові показники з додатнім сальдо як по елементах живлення, так і гумусу. За рекомендованого удобрення ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  (1,0 т/га) +  $\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{120}$  +  $\text{S}_{40}$  + Нутривант Зерновий (2 кг/га)) кукурудзи на зерно від'ємний баланс (мінус 47,5 кг/га) визначено лише для азоту. Тобто, кількість азоту  $\text{N}_{120}$  за врожайності в межах 9,0 т/га зерна є недостатньою для збереження азотного фонду досліджуваного ґрунту. Однак, при розрахунку балансу гумусу продуктивність кукурудзи забезпечила у 2,6–3,4 раза накопичення гумусу із пожнивно-коренових решток і побічної продукції порівняно з іншими культурами, при цьому отримано баланс на рівні 2,17 т/га. Найбільш рентабельним за економічними показниками є

виросування кукурудзи на зерно та ріпаку озимого — 19,8–14,4 тис. грн/га умовно чистого прибутку. Коригування доз елементів у системі живлення культур із урахуванням

можливого їх повернення без негативних екологічних наслідків для якісного стану ґрунту сприятиме ефективності виробництва загалом.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Оптимізація удобрення та родючість ґрунту у сівозмінах: моногр. / за ред. А.С. Заришняка. Київ: Аграрна наука, 2015. 208 с.
2. Діагностика стану хімічних елементів системи ґрунт–рослина / за ред. А.І. Фатєєва, В.П. Самохвалової. Харків: КП «Міськдрук», 2012. 146 с.
3. Brus Arnold H. Concepts in Crop Rotations. *Agricultural Science* / Ed. by Godwin Aflakpui. Intech Open, 2012. P. 29–31. DOI: <https://doi.org/10.5772/35935>
4. До проблеми аналітичної оцінки ефективності мінеральних добрив та екологічних обмежень їх норм: моногр. / за ред. О.В. Харченка, М.Г. Собка. Суми: Університетська книга, 2016. 31 с.
5. Використання добрив і пестицидів під урожай сільськогосподарських культур 2020 року. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
6. Menšík, L. et al. The effect of application of organic manures and mineral fertilizers on the state of soil organic matter and nutrients in the long-term field experiment. *Journal of Soils and Sediments*. 2018. Vol. 18. P. 2813–2822. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11368-018-1933-3>
7. Андрієнко О.О. Побічна продукція — невикористаний резерв землеробства. *Екологічні проблеми сучасності та шляхи їх вирішення*: матеріали II Регіон. наук.-практ. конф. (м. Кіровоград, 21 квіт. 2016 р.). Кіровоград: КОД, 2016. С. 97–100.
8. Сайко В.Ф. Використання та удобрення побічної продукції рослинництва в Україні. *Землеробство*. Вип. 81. Київ: ЕКМО, 2009. С. 3–9.
9. Замятин С.А., Максимова Р.Б. Почвоулучшающая роль пожнивно-корневых остатков в полевых севооборотах. *Вестник Марийского государственного университета. Сер.: «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки»*. 2020. № 3 (23). С. 287–294. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2020-6-3-287-294>
10. Stanislav Torma et al. Residual plant nutrients in crop residues — an important resource. *Acta Agriculturae Scandinavica. Section B. Soil and Plant Science*. 2018. Vol. 68:4. P. 358–366. DOI: <https://doi.org/10.1080/09064710.2017.1406134>
11. Aulakh M.S. et al. Yields and nitrogen dynamics in a rice-wheat system using green manure and inorganic fertilizer. *Soil Science Society of America Journal*. 2000. Vol. 64. P. 1867–1876. DOI: <https://doi.org/10.2136/sssaj2000.6451867x>
12. Польовий В.М., Яценко Л.А., Ровна Г.Ф. та ін. Еколого-економічні аспекти вирощування пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) на дерново-підзолистих ґрунтах залежно від удобрення і вапнування. *Агроекологічний журнал*. 2021. № 2. С. 64–70. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2021.234459>
13. Агрохімічний аналіз: практикум / за ред. М.М. Горднього. Київ: Арістей, 2007. 243 с.
14. Балюк С.А., Греков В.О., Лісовий М.В. Розрахунок балансу гумусу і поживних речовин у землеробстві України на різних рівнях управління. Харків: КП «Міська друкарня», 2011. 30 с.
15. Єгоров О.В., Жидок Н.П., Грищенко О.М., Шабанова І.І. Вплив добрив на показники родючості дерново-підзолистих ґрунтів та продуктивність короткоротаційних сівозмін Полісся. *Агроекологічний журнал*. 2021. № 3. С. 119–126. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2021.240329>
16. Романова С.А., Гульванський І.М., Задорожна С.В., Матвєєва В.О. Баланс гумусу в короткоротаційній польовій сівозміні. *Агроекологічний журнал*. 2019. № 4. С. 29–32. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2019.189442>

## REFERENCES

1. Zaryshniak, A.S. (Ed.) (2015). *Optimizatsiia udobrennia ta rodichosti ґruntu v sivozminakh* [Optimization of fertilization and soil fertility in crop rotations]. Kyiv: Agrarian science [in Ukrainian].
2. Fatieieva, A.I. & Samokhvalova, V.P. (Eds.) (2012). *Diahnostyka stanu khimichnykh elementiv systemy ґrunt–roslyna* [Diagnosis of chemical elements state of the soil–plant system]. Kharkiv: KP «Miskdruk» [in Ukrainian].
3. Brus, Arnold H. & Godwin, Aflakpui (Ed.) (2012). Concepts in Crop Rotations. *Agricultural Science*. IntechOpen. DOI: <https://doi.org/10.5772/35935> [in English].
4. Kharchenko, O.V. & Sobko, M.H. (Eds.) (2016). *Do problemy analitychnoi otsinky efektyvnosti mineralnykh dobyru ta ekolohichnykh обмежен yikh norm: monohrafiya* [The problem of analytical assessment of the effectiveness of mineral fertilizers and environmental constraints of their standards. Monograph]. Sumy: Universytetska knyha [in Ukrainian].
5. Vykorystannia dobryv i pestytsydiv pid urozhai silskohospodarskykh kultur 2020 roku [Use of fertilizers and pesticides for the 2020 crop]. (nd.). URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> [in Ukrainian].
6. Menšík, L. et al. (2018). The effect of application of organic manures and mineral fertilizers on the state of soil organic matter and nutrients in the long-term

- field experiment. *Journal of Soils and Sediments*, 18, 2813–2822. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11368-018-1933-3> [in English].
7. Andriienko, O.O. (2016). Pobichna produktsiia – nevykorystanyi rezerv zemlerobstva [By-products – unused reserve of agriculture]. *Ekolohichni problemy suchasnosti ta shliakhy yikh vyreshennia: materialy II regionalnoi naukovo-praktichnoi konferentsii [Environmental problems of today and ways to solve them: materials of II region scientific-practical conference]*. (pp. 97–100). Kirovograd: Vyd-vo Eds KOD [in Ukrainian].
  8. Saiko, V.F. (2009). Vykorystannia ta udobrennia pobichnoi produktsii roslynnnytstva v Ukraini [Use and fertilization of crop by-products in Ukraine]. *Zemlerobstvo – Agriculture*, 81, 3–9. Kyiv: EKMO [in Ukrainian].
  9. Zamiatyn, S.A. & Maksymova, R.B. (2020). Pochvouluchshaiushchaia rol pozhnivo-kornevykh ostatkov v polevykh sevooborotakh [Soil-improving role of stubble-root residues in field crop rotations]. *Vestnyk Maryiskoho hosudarstvennoho uniwersyteta. Seriya «Selskokhoziaistvennue nauky. Ekonomicheskie nauky» – Vestnik of the Mari State University. Chapter Agriculture. Economics*, 3 (23), 287–294. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2020-6-3-287-294> [in Russian].
  10. Stanislav, Torma et al. (2018). Residual plant nutrients in crop residues – an important resource. *Acta Agriculturae Scandinavica. Section B. Soil and Plant Science*, 68:4, 358–366. DOI: <https://doi.org/10.1080/09064710.2017.1406134> [in English].
  11. Aulakh, M.S. et al. (2000). Yields and nitrogen dynamics in a rice-wheat system using green manure and inorganic fertilizer. *Soil Science Society of America Journal*, 64, 1867–1876. DOI: <https://doi.org/10.2136/sssaj2000.6451867x> [in English].
  12. Polovyi, V.M., Yashchenko, L.A., Rovna, H.F. et al. (2021). Ekoloho-ekonomichni aspekty vyroshchuvannia pshenytsi ozymoi (*Triticum aestivum* L.) na dernovo-pidzolystrykh gruntakh zalezhno vid udobrennia i vapnuvannia [Ecological and economic aspects of growing winter wheat (*Triticum aestivum* L.) on sod-podzolic soils depending on fertilizer and liming]. *Ahroekolohichni zhurnal – Agroecological journal*, 2, 64–70 DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2021.234459> [in Ukrainian].
  13. Horodnii, M.M. (Ed.) (2007). *Ahrokhimichni analiz: praktykum [Agrochemical analyses: workshop]*. Kyiv: Aristei [in Ukrainian].
  14. Baliuk, S.A., Hrekov, V.O. & Lisovyi, M.V. (2011). *Rozrakhunok balansu humusu i pozhnynykh rechovyv u zemlerobstvi Ukrainy na riznykh rivniakh upravlinnia [Calculation of the balance of humus and nutrients in agriculture of Ukraine at different levels of government]*. Kharkiv: Miska drukarnia [in Ukrainian].
  15. Ehorov, O.V., Zhydok, N.P., Hryshchenko, O.M. & Shabanova, I.I. (2021). Vplyv dobryv na pokaznyky rodiuchosti dernovo-pidzolystrykh gruntiv ta produktyvnist korotkorotatsiynykh sivozmin Polissia [Influence of fertilizers on fertility indicators of sod-podzolic soils and productivity of short-rotation crop rotations of Polissia]. *Ahroekolohichni zhurnal – Agroecological journal*, 3, 119–126. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2021.240329> [in Ukrainian].
  16. Romanova, S.A., Hulvanskyi, I.M., Zadorozhna, S.V. & Matveeva, V.O. (2019). Balans humusu v kootkorotatsiyniy poloviy sivozmini [Humus balance in short crop rotation]. *Ahroekolohichni zhurnal – Agroecological journal*, 4, 29–32. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2019.189442> [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 05.01.2022

## ВПЛИВ БІОПРЕПАРАТІВ ФІТОХЕЛП І МІКОХЕЛП НА МІКРОБІОТУ ҐРУНТУ ЗА ВИРОЩУВАННЯ СОЇ (*GLYCINE MAX* (L.) MERR.)

В.В. Бородай, Н.А. Косовська, А.І. Парфенюк, О.В. Тертична

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

*e-mail: veraboro@gmail.com; ORCID: 0000-0002-8787-8646*

*e-mail: kosovska.na@gmail.com; ORCID: 0000-0001-8881-847X*

*e-mail: vereskspar@ukr.net; ORCID: 0000-0003-0169-4262*

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

Досліджено особливості взаємодії в системі: рослини соя (*Glycine max*) — МікоХелп (*Bacillus subtilis*, *Azotobacter*, *Enterobacter*, *Enterococcus*) та рослини сої (*Glycine max*) — ФітоХелп (*Bacillus subtilis*). Доведено, що застосування біопрепаратів МікоХелп та ФітоХелп підвищує ефективність функціонування системи рослини сої-біопрепарати. Це супроводжується змінами основних еколого-трофічних груп мікробіому ґрунту та сприяє підвищенню його мікробіологічної активності. Біопрепарати сприяють підвищенню чисельності бактерій, які використовують переважно органічні сполуки азоту (біопрепарат МікоХелп в 3,3 раза на сорті сої Кент, а біопрепарат ФітоХелп порівняно із еталонним та контрольним варіантами в 5,3–18,8 разів, відповідно, на рослинах сої сорту Сузір'я). З'ясовано, що за оптимізації функціонування системи, яке простежувалось за обробки насіння біопрепаратами, в ґрунті спостерігається істотне зниження чисельності неактивних спорових форм мікроорганізмів (біопрепарат МікоХелп в 2,9, ФітоХелп в 5,0 разів, порівняно із контролем, відповідно, на рослинах сої сорту Кент). З'ясовано, що за використання біопрепаратів відбувається послаблення процесів деструкції органічної речовини і переважання її синтезу згідно із значеннями коефіцієнтів оліготрофності, мінералізації та іммобілізації азоту, а також педотрофності. Встановлено, що кореневі екзометаболіти рослин сортів сої призводять до зміни структури мікробних угруповань у ризосфері і можуть змінювати характер та інтенсивність впливу ґрунтових мікроорганізмів на рослини. В системі рослини сорту Кент — біопрепарат ФітоХелп чисельність олігонітрофільних бактерій знизувалась на 48,7%, порівняно із контролем. У той час як за вирощування сої сорту Сузір'я, із додаванням біопрепаратів ФітоХелп та МікоХелп, чисельність олігонітрофільних бактерій залишалась на рівні контрольного варіанта.

**Ключові слова:** бобові культури, мікробіологічні препарати, консорціум мікроорганізмів, еколого-трофічні групи бактерій, мікробіологічна активність ґрунту.

### ВСТУП

За даними дослідження органічного ринку у 2019 р., проведеного Information Center Green Dossier (OrganicInfo.ua), Органік Стандарт та Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Україна посідає друге місце (із 123 країн) з експорту органічної продукції в ЄС. Офіційні статистичні огляди ІФОАМ підтверджують, що в 2018 р. в Україні нараховувалось близько 510 органічних господарств, а загальна площа сільськогосподарських угідь,

на яких ведеться органічне виробництво, становила 429 100 га.

Серед виробників органічної продукції понад 4,6% зайняті вирощуванням бобових [1]. Слід зазначити, що однією з основних культур родини *Fabaceae*, яка вирощується в Україні, є соя (*Glycine max* (L.) Merr.). Відбувається значне збільшення посівних площ та обсягів виробництва сої, і актуальним є питання її органічного виробництва.

Одним із способів збільшення виробництва рослинного білка сої та екологічно безпечного функціонування агрофіто-



ценозів є застосування біопрепаратів та активізація мікробно-рослинної взаємодії, що приведе до зменшення навантаження хімічних пестицидів в агроecosистемах, до покращання фітосанітарного стану в агроценозах, а також сприятиме активізації природних процесів – азотофіксації й фосфатмобілізації та підвищенню потенціалу рослинно-мікробної взаємодії.

### АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Відомо, що мікробіологічні препарати є важливим чинником регуляції численності фітопатогенних мікроорганізмів в агрофітоценозах [2–4]. Вони формують конкурентні відносини з аборигенними видами мікроорганізмів та є індукторами стійкості природної системи. Багато дослідників показали, що різні мікроорганізми можуть бути антагоністами фітопатогенів [5; 6].

Досліджено ефективність різноманітних біопрепаратів, створених на основі симбіотичних ризобактерій в агроценозах сої в різних ґрунтово-кліматичних зонах України. Доведено, що обробка насіння сої мікробіологічними препаратами Ризобофітом, Біополіцидом, Флавобактерином і їх комплексами в умовах Центрального Лісостепу України (Полтавська обл.) сприяє істотному підвищенню врожаю сої [7].

За вирощування сої сорту Медея за різних систем удобрення та основного обробітку ґрунту доведено значну ефективність мікробного препарату комплексної дії Ризогумін, створеного на основі штамів бактерій *Bradyrhizobium japonicum* як окремо, так і у комбінації з регуляторами росту рослин Біолан та Біосил [8]. Також досліджено польову схожість насіння, біометричні показники, кількість бульбочок і врожайність сортів сої різних груп стиглості за дії біопрепаратів Ризогумін і Ризостим, створених на основі штамів бактерій *Bradyrhizobium japonicum* та *Rhizobium leguminosarum* [9]. Встановлено значну ефективність роздільного та інтегрованого застосування мікробного препарату Ризобофіт, регулятора росту рослин природ-

ного походження Регоплант і гербіциду Фабіан в агроценозі сої в умовах Правобережного Лісостепу України [10].

Особливо актуальними є результати дослідження сумісного застосування рістстимулювальних бактерій групи Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) та вторинних мікробних метаболітів штамів (*B. japonicum*, *B. diazoefficiens*, *Bacillus subtilis*, *Azospirillum brasilense*, *Rhizobium tropici*) за вирощування сої [6].

Вивчено біологічну активність (активність ферментів, фіксації азоту, антагоністичну активність до фітопатогенних грибів та утворення індолілоцтової кислоти (ІОК) бактеріальних ізолятів групи (PGPR)) на рослинах сої [11]. Доведено, що 8 із 15 ізолятів активно синтезували амілази, протеази, 4 ізоляти мали високу азотфіксувальну здатність. Відсоток ізолятів із високою або помірною інгібіторною дією проти грибів *Sclerotinia sclerotiorum*, *Macrophomina phaseolina* та *Fusarium solani* становили 73,3%, 66,6 і 73,3% відповідно. П'ять ізолятів мали низьку, 6 – помірну, а 4 – високу активність щодо продукування ІОК. Автори стверджують, що внаслідок інокуляції бактеріальними ізолятами насіння сої, істотно підвищується розвиток рослин [11].

Як свідчить аналіз літератури, впродовж останніх десятиліть, у результаті інтенсивного розвитку методів захисту рослин від фітопатогенних мікроорганізмів значно зріс інтерес до алелопатичних властивостей ґрунтових мікроорганізмів [2; 12]. На особливу увагу заслуговують феноли рослин, які характеризуються високою фізіологічною активністю і можуть бути стимуляторами або інгібіторами багатьох обмінних процесів у бактерій. Фенольні сполуки кореневих виділень рослин можуть виступати також у ролі індукторів (сигнальних речовин) у взаємодії рослин та мікроорганізмів. Встановлено, що ці сполуки є активуючим компонентом ексудатів кореня і мають здатність експресувати гени, необхідні для здійснення послідовних стадій взаємодії рослини-господаря з мікросимбіонтом.

Відомо, що обробка насіння біопрепаратами сприяє зменшенню хвороб рослин та збільшенню їх урожайності. Бактеріальний антагонізм базується на багатьох факторах, включаючи утворення антибіотиків і сидерофорів; синтез гідролітичних ферментів (хітинази, глюконази, протеази і ліпази), які можуть лізувати клітини інших бактерій або грибів; призводити до конкуренції за поживні речовини на поверхні кореневої системи рослини та регулювати рівень етилену, рослинного гормону, за участю ферменту аміноциклопропан-1-карбоксилат (ACC)-деамінази, у відповідь на стресовий вплив фітопатогенів [2; 13; 14]. До найефективніших біологічно активних метаболітів належать антибіотики, які обмежують (або повністю припиняють) поширення фітопатогенів [3]. Продукти одного або кількох антибіотиків є найпоширенішим способом боротьби з фітопатогенами. До антибіотиків належать флороглюцин, похідні феназину, піолотеорину та піролітрину, синтезовані псевдомонадами; ігурин А, сурфактин і цвіттерміцин А, вироблені представниками роду *Bacillus* [15; 16].

Тому метою наших досліджень було з'ясування впливу біопрепаратів, створених на основі бактерій: *Bacillus subtilis*, *Azotobacter*, *Enterobacter* та *Enterococcus*, на основні фізіологічні групи ґрунтових мікроорганізмів за вирощування рослин сої.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження здійснювали в Інституті агроєкології і природокористування НААН України у відділі агробіоресурсів і екологічно безпечних технологій у лабораторних та вегетаційних умовах. Насіння сої сортів Сузір'я (селекції Національного наукового центру «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук України») і Кент (селекції компанії SAATBAULINZ, Австрія) обробляли біопрепаратами виробництва ПП «БТУ-Центр»: Фітоцид (*Bacillus subtilis*, титр клітин  $1-4 \cdot 10^9$  КОЕ/см<sup>3</sup>), ФітоХелп (*B. subtilis* — титр клітин не менш

ніж  $4 \cdot 10^9$  КОЕ/см<sup>3</sup>), МікоХелп (*B. subtilis*, *Azotobacter*, *Enterobacter* та *Enterococcus*) згідно з рекомендованими дозами використання і висівали по 10 насінин у кожен горщик ємністю 200 мл, наповнений субстратом (торф верховий, вапняне борошно, перліт, річковий пісок; макроелементи: азот (N) — 80–140 мг/л, фосфор (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) — 100–150 мг/л, калій (K<sub>2</sub>O) — 140–180 мг/л; мікроелементи). Дослідження проводили у 3-кратному повторенні у кліматокмері за освітлення 2000 лк та температури 24–27°C. Контролем слугувало насіння, оброблене стерильною дистильованою водою [17].

Для визначення ґрунтових мікроорганізмів та їх асоціацій, використовували методи, що прописані у Державному стандарті 7847:2015 [18]. Згідно з методом, ґрунт відбирали у фазі сходів рослин (V1 — перший трійчастий листок). Для вирощування мікроорганізмів використовували селективні середовища:

- 1) тверде поживне середовище Звягінцева (для визначення мікроорганізмів, які використовують переважно органічні сполуки азоту);
- 2) середовище Ешбі (для вирощування олігонітрофілів);
- 3) голодний агар (для оліготрофілів);
- 4) сабуро Агар (для дріжджів);
- 5) середовище Виноградського (для визначення деструкторів целюлози);
- 6) крохмально-аміачний агар (КАА) (для мікроорганізмів, які використовують мінеральні сполуки азоту);
- 7) ґрунтовий агар (для вирощування педотрофілів) [18; 19].

Якісний та кількісний склад мікробіому ґрунту перевіряли у титрах: дріжджів  $1:10^{-3}$  та бактеріальної  $1:10^{-4}$ – $1:10^{-5}$ . Паралельно визначали вологість ґрунту. Численність мікроорганізмів у 1 г вологого ґрунту обчислювали за формулами:

$$N_c = \frac{a \cdot 10^n}{m \cdot (1 - \omega)}, \quad (1)$$

де  $N_c$  — кількість КґО (колонієутворююча одиниця, фактичної одиниці виміру кіль-

кості мікроорганізмів) в 1 г сирого ґрунту;  $a$  — середня кількість КУО;  $10^n$  — коефіцієнт розведення та порядковий номер розведення ( $n$ );  $m$  — маса ґрунту у першому розведенні;  $\omega$  — масова частка вологи у досліджуваній пробі у%;

$$\omega = \frac{m_1 \cdot 100}{m_2}, \quad (2)$$

де  $m_1$  — маса вологи;  $m_2$  — маса наважки ґрунту.

Статистичну обробку даних проводили з використанням пакета програм Microsoft Excel.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Як свідчить ретроспективний аналіз літератури, чисельність основних фізіологічних груп мікроорганізмів в агроценозах істотно контролюється біопрепаратами. Однією з основних функцій мікробних препаратів в агроценозах культурних рослин є зниження чисельності фітопатогенних мікроорганізмів у мікробіомі ґрунту з метою підвищення в рослинах фізіолого-біохімічних процесів, які забезпечують

отримання якісної та екологічно безпечної рослинної продукції [20–23].

За результатами власних досліджень встановлено, що біопрепарат МікоХелп, у ґрунті під рослинами сої сорту Кент підвищує кількість мікроорганізмів, які використовують переважно органічні сполуки азоту, порівняно із контрольним та еталонними варіантами в середньому в 3,3 раза (рис. 1; 2).

За вирощування рослин сої сорту Сузір'я найвищу кількість мікроорганізмів, які використовують переважно органічні сполуки азоту у ґрунті спостерігали у варіанті із додаванням біопрепарату ФітоХелп ( $6,4 \cdot 10^6$  КУО/г ґрунту), що у 18,8 та 5,3 раза вище, ніж у контрольному ( $3,4 \cdot 10^5$  КУО/г ґрунту) та еталонному ( $1,2 \cdot 10^6$  КУО/г ґрунту) (див. рис. 1; рис. 3) варіантах.

Встановлено, що за вирощування рослин сої сорту Кент із додаванням біопрепарату ФітоХелп численність олігонітрофільних бактерій знижувалась на 48,7%, порівняно із контролем ( $2,3 \cdot 10^5$  КУО/г ґрунту) (див. рис. 2). У той самий час за вирощування сої сорту Сузір'я із додаванням біопрепаратів ФітоХелп та МікоХелп зменшення чисельності олігонітрофільних

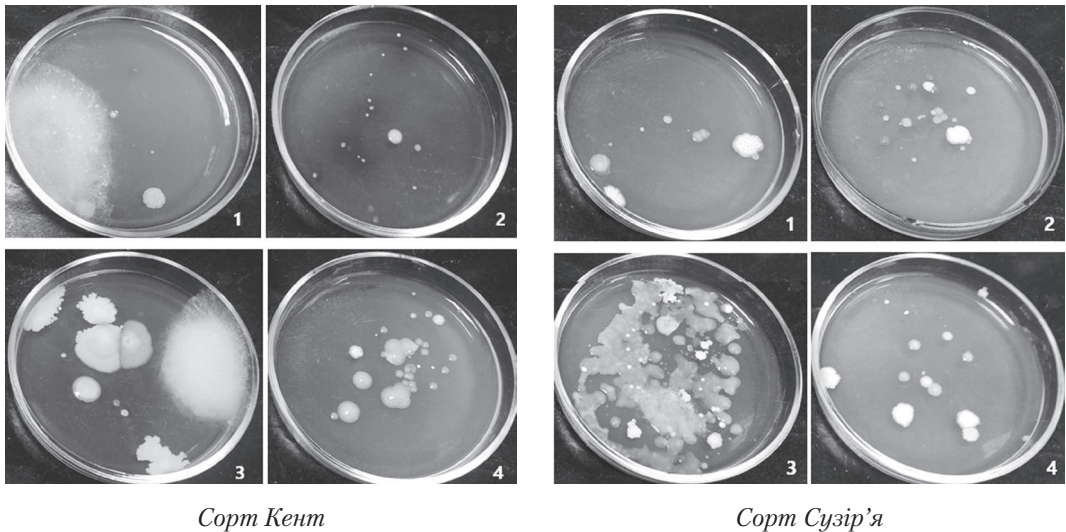


Рис. 1. Чисельність колоній мікроорганізмів, що використовують переважно органічні сполуки азоту, за впливу біологічних препаратів: 1 — контроль; 2 — еталон (Фітоцид); 3 — ФітоХелп; 4 — МікоХелп

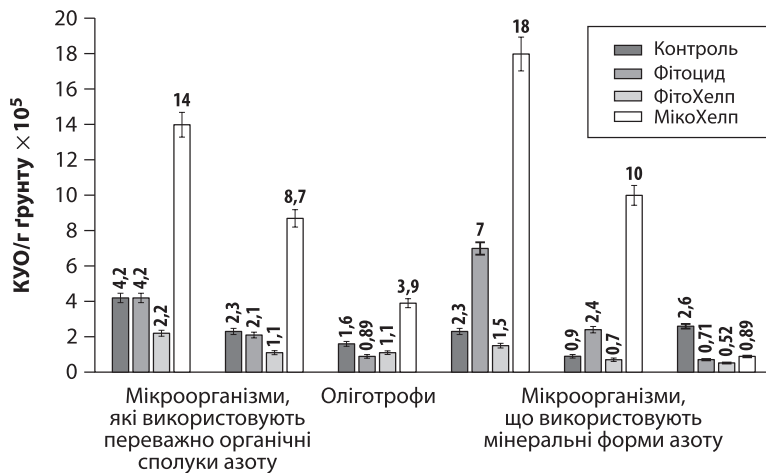


Рис. 2. Чисельність основних фізіологічних груп мікроорганізмів у мікробіомі ґрунту за впливу біологічних препаратів та рослин сої сорту Кент

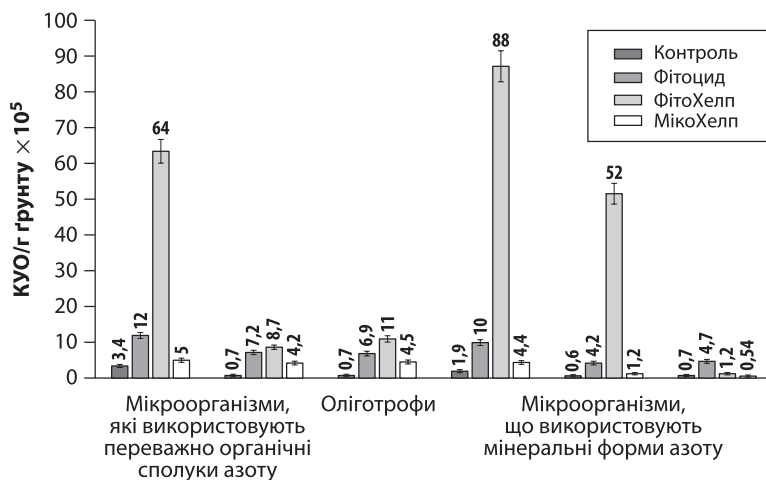


Рис. 3. Чисельність основних фізіологічних груп мікроорганізмів у мікробіомі ґрунту за впливу біологічних препаратів та рослин сої сорту Сузір'я

бактерій порівняно із контрольним варіантом не відбувалось (див. рис. 3). Олігонітрофільні бактерії у ґрунті представлені переважно видами роду *Azotobacter*, які є індикаторами зміни концентрації фосфору у ґрунті, калію, кальцію та загальної фітотоксичності.

На думку Малиновської І.М. (2015), розвиток бактерій роду *Azotobacter* у ризосфері бобових рослин упродовж вегета-

ційного періоду стримується представниками азотофіксуючих мікроорганізмів, що знаходяться з рослиною в асоціативних взаєминах, або бактерій – біоагентів інокуляційних препаратів [24]. На зниження їх чисельності в ґрунті може впливати різний вміст фенольних сполук у корневих екзометаболітах сортів рослин. Відомо, що у кореневі екsudати бобових рослин представлені низкою фенольних сполук (ФС),

склад і функції яких досить різноманітний. Ряд ФС, з-поміж присутніх у корневих ексудатах, може піддаватися катаболізму під дією мікроорганізмів і слугує для них трофічним матеріалом. Також ФС є рослинними сигнальними молекулами, що індукують у ризобій біосинтез Nod факторів, ініціюють процеси інфікування та нодуляції [25]. У корневих ексудатах бобових рослин виявлено фітоалексини із флавоноїдного походження, що пригнічують ґрунтову мікрофлору (за виключенням бактерій *Rhizobium*). Макаровою Л.Е. та ін. [25] виділено сполуки ароматичного ряду, ізольовані із корневих ексудатів трьох видів бобових рослин (*Pisum sativum* L., *Vicia faba* L. var. major Hartz, *Glycine max* L. MERR), які були ідентифіковані як N-феніл-2-нафтиламін, дибутиловий та діоктиловий ефіри ортофталевої кислоти. Зазначені сполуки відомі як негативні аллопатичні речовини, що беруть участь у контролюванні формування бобово-ризобіального симбіозу після інокуляції коріння ризобіями та у несприятливих для симбіозу умовах.

Чисельність автохтонних мікроорганізмів (педотрофів), завдяки своїй трофічній

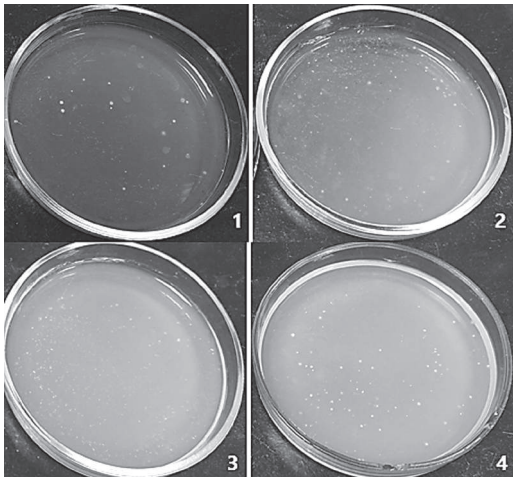
специфічності варіювала в межах  $1,5 \cdot 10^5$ – $1,8 \cdot 10^6$  КУО/г ґрунту для зразків, на яких вирощували сою сорту Кент, та в межах  $1,9 \cdot 10^5$ – $8,8 \cdot 10^6$  КУО/г ґрунту для зразків, на яких вирощували сою сорту Сузір'я (див. *рис. 1; 2*). Варто зазначити, що найвища кількість цієї фізіологічної групи була визначена для ґрунту, під соєю сорту Кент, вирощеною за впливу біопрепарату ФітоХелп, та під соєю сорту Сузір'я, вирощеною за впливу біопрепарату МікоХелп.

Визначено, що зразки ґрунту, у присутності біопрепарату ФітоХелп, за вирощування рослин сої сорту Сузір'я, характеризуються найвищою чисельністю оліготрофів, яка виявилась на 1–2 порядки вищою, ніж у еталонному та контрольному зразках, відповідно (*рис. 4*). Це можна пояснити тим, що в результаті росту рослин сої кількість поживних речовин у ґрунті знижується. Це зумовлює до підвищення чисельності фізіологічної групи мікроорганізмів, які потребують незначної кількості поживних речовин для забезпечення своєї життєдіяльності.

Встановлено, що у варіанті рослини сої сорту Кент + біопрепарат МікоХелп численність мікроорганізмів, які використовують мінеральні форми азоту, була у двічі вищою, порівняно із контролем (див. *рис. 3*). Підвищення чисельності вище зазначеної групи мікроорганізмів спостерігали також у варіанті рослини сої сорту Сузір'я + біопрепарат ФітоХелп (див. *рис. 4*). Відомо, що вище зазначена фізіологічна група мікроорганізмів бере активну участь у процесах трансформації органічних сполук рослинного походження.

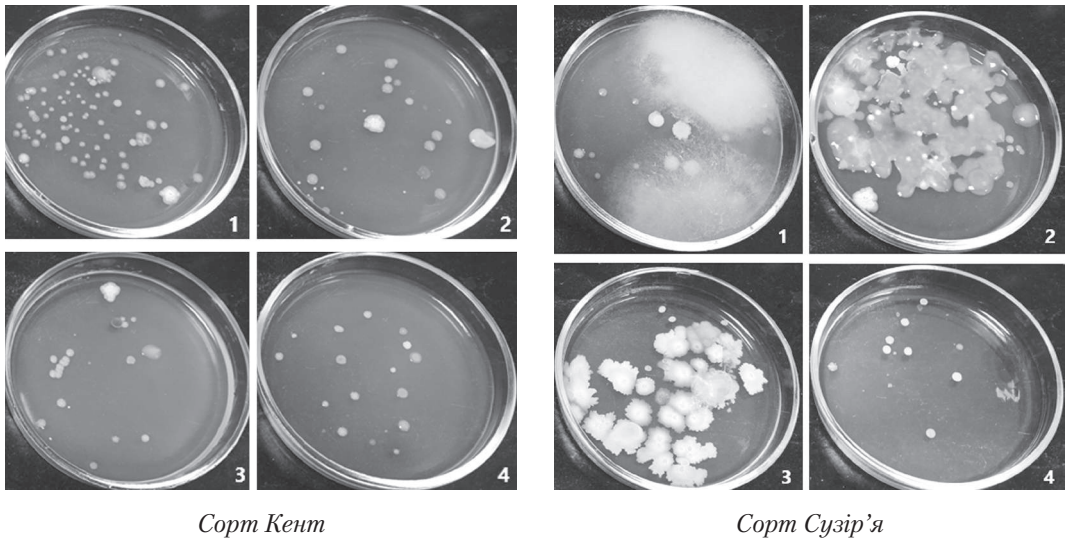
Щодо високої активності мікробіологічних процесів у ґрунті свідчить і зниження чисельності неактивних спорувальних бактерій, які беруть участь у трансформації органічної речовини, за вирощування рослин сої сорту Кент із додаванням біопрепаратів ФітоХелп та МікоХелп знижується в 5 та 2,9 разів відповідно порівняно із контролем (*рис. 5*).

Для характеристики спрямованості мобілізаційних процесів ґрунту визначали



**Рис. 4.** Колонії оліготрофних мікроорганізмів у мікробіомі ґрунту за впливу рослин сої сорту Сузір'я і біопрепаратів: 1 – контроль; 2 – Фітоцид; 3 – ФітоХелп; 4 – МікоХелп

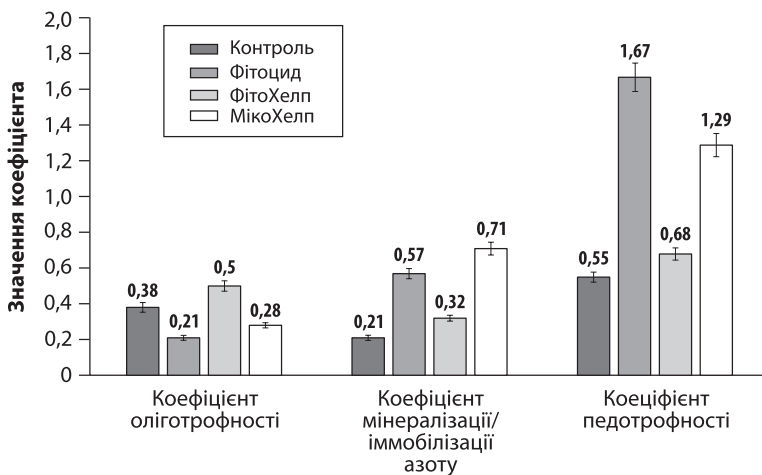




**Рис. 5.** Колонії споруутворювальних мікроорганізмів у мікробіомі ґрунту за впливу рослин сої сортів Кент і Сузір'я та біопрепаратів: 1 – контроль; 2 – Фітоцид; 3 – ФітоХелп; 4 – МікоХелп

співвідношення еколого-трофічних груп мікроорганізмів, зокрема, мікроорганізмів, що беруть участь у мінералізації/імобілізації азоту, оліготрофів та педотрофів. У зв'язку із цим, розраховували коефіцієнти мінералізації (КАА/Зв), оліготрофності (ГА/Зв) та педотрофності (Гра/Зв) (рис. 6; 7).

Коефіцієнт мінералізації та імобілізації азоту свідчить про ступінь мінералізації органічної речовини в ґрунті. Коефіцієнт мінералізації – імобілізації (менше одиниці) свідчить про високу протеолітичну активність, оскільки мікроорганізмів, що мінералізують азотовмісні органічні речовини, більше, ніж тих, що засвоюють міне-



**Рис. 6.** Спрямованість мікробіологічних процесів у ґрунті за вирощування рослин сої сорту Кент

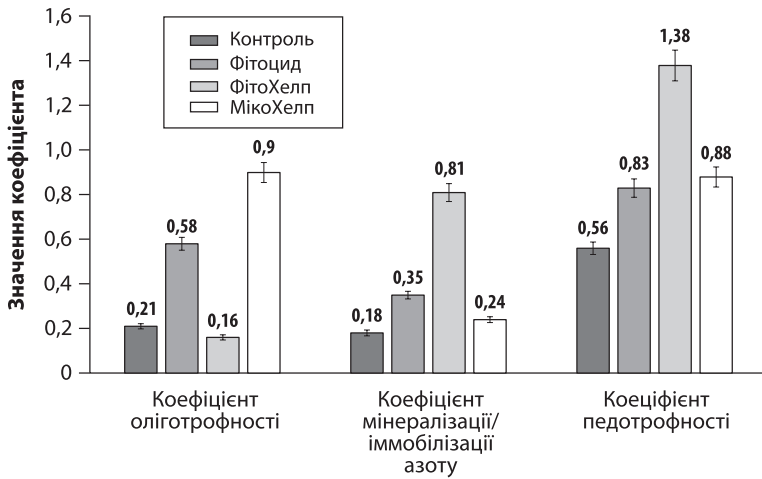


Рис. 7. Спрямованість мікробіологічних процесів у ґрунті за вирощування рослин сої сорту Сузір'я

ральні форми азоту [22]. Найвищі значення цього коефіцієнта (0,71 та 0,81) були відмічені для мікробіому ґрунту у варіанті — рослини сої сорту Кент + МікоХелп та рослини сої сорту Сузір'я + ФітоХелп, відповідно. Низькі значення вище зазначеного коефіцієнта вказують на слабку забезпеченість ґрунту мінеральним азотом.

Коефіцієнт оліготрофності у всіх досліджуваних зразках ґрунту був низьким (<1). Це свідчить про високу забезпеченість ґрунтового мікробіому елементами живлення.

Серед досліджуваних зразків у варіантах: сорт сої Кент + Фітоцид, сорт сої Кент + МікоХелп та сорт сої Сузір'я + ФітоХелп мали вищий коефіцієнт педотрофності: 1,67, 1,29 та 1,38, відповідно, що вказує на збільшення інтенсивності розкладу органічної речовини ґрунту.

## ВИСНОВКИ

З'ясовано особливості впливу біопрепаратів, створених на основі бактерій: *Bacillus subtilis*, *Azotobacter*, *Enterobacter* та *Enterococcus*, на основні фізіологічні групи ґрунтових мікроорганізмів за вирощування рослин сої.

Встановлено, що в агроценозі сої сортів Сузір'я і Кент, біопрепарати МікоХелп та

ФітоХелп впливають на основні екологічно-трофічні групи мікробіому ґрунту, чим підвищують мікробіологічну активність ґрунту; значно активізують розвиток мікроорганізмів, які використовують переважно органічні сполуки азоту (в системі сорт Кент — біопрепарат МікоХелп цей показник збільшився в 3,3 раза, а сорт Сузір'я — біопрепарат ФітоХелп — у 5,3–18,8 разів порівняно з еталонним та контрольним варіантами, відповідно).

Кореневі екзометаболіти сортів сої зумовлюють характер та інтенсивність впливу мікроорганізмів на рослини й зміни структури мікробних угруповань ризосфери. В системі сорт сої Кент — біопрепарат ФітоХелп чисельність олігонітрофільних бактерій істотно знижується (на 48,7%), а в системі — сорт сої Сузір'я — біопрепарати як ФітоХелп, так і МікоХелп — залишається незмінним. За оптимізації функціонування системи, після обробки насіння біопрепаратами, в ґрунті, в системі рослини сої — сорт Кент, знижується в 2,9–5,0 разів чисельність неактивних споривих форм, порівняно із контролем; послаблюються процеси деградації органічної речовини і посилюється її синтез згідно із значеннями коефіцієнтів оліготрофності, мінералізації й імобілізації азоту та педотрофності.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Городиська І.М., Ліщук А.М., Чуб. А.О., Монарх В.В. Особливості органічного насінництва сої в контексті євроінтеграції України. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету*. 2018. № 9. С. 89–101.
2. Maksimov I.V., Abizgil'dina R.R. and Pusenkova L.I. Plant growth promoting rhizobacteria as alternative to chemical crop protectors from pathogens. *Applied Biochemistry and Microbiology*. 2011. Vol. 47 (4). P. 333–345.
3. Javaid A. and Shoaib A. Allelopathy for the management of phytopathogens, in Allelopathy. *Current Trends and Future Applications*. Berlin: Springer-Verlag, 2013. P. 299–319.
4. Patni B. et al. Rice allelopathy in weed management – an integrated approach. *Cellular and Molecular Biology*. 2018. Vol. 64 (8). P. 84–93.
5. Postolaky O. et al. Streptomycetes and micromycetes as perspective antagonists of fungal phytopathogens. *Communications in Agricultural and Applied Biological Science*. 2012. Vol. 77 (3). P. 249–257.
6. Moretti L.G. et al. Effects of growth-promoting bacteria on soybean root activity, plant development and yield. *Agronomy Journal*. 2020. Vol. 112. P. 418–428.
7. Білявська Л.Г., Білявський Ю.В. Взаємодія сучасних сортів сої з біопрепаратами комплексної дії та її вплив на урожайність. *Мікробіологічний журнал*. 2016. № 3. С. 61–68.
8. Григор'єва О.М. Продуктивність сої залежно від агротехнічних заходів її вирощування в умовах Північного Степу України. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України*. 2014. Вип. 21. С. 115–121.
9. Шепілова Т.П. Вплив біопрепаратів на продуктивність сої у Північному Степу України. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2019. Вип. 94. Ч. 1. С. 255–264.
10. Карпенко В.П., Івасюк Ю.І., Грицаєнко З.М. Особливості розвитку еколого-трофічних груп мікроорганізмів ризосфери сої за використання гербіциду Фабіан, регулятора росту рослин Репоплант і мікробіологічного препарату Ризобіофіт. *Вісник Дніпропетровського державного агрономічного університету*. 2016. № 4 (42). С. 29–33.
11. Gabriel P. et al. Biotechnological potential of soybean plant growth-promoting rhizobacteria. *Revista Saatinga*. 2021. Vol. 34. P. 328–338.
12. Aslam F. et al. Allelopathy in agro-ecosystems: a critical review of wheat allelopathy – concepts and implications. *Chemoecology*. 2017. Vol. 27. P. 1–24.
13. Maksimov I.V., Maksimova T.I., Sarvarova E.R. and Blagova D.K. Endophytic bacteria as effective agents of new-generation biopesticides. *Applied Biochemistry and Microbiology*. 2018. Vol. 54 (2). P. 128–140.
14. Beneduzi A., Ambrosini A. and Passaglia L.M.P. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): their potential as antagonists and biocontrol agents. *Genetics and Molecular Biology*. 2012. Vol. 35 (4). P. 1044–1051.
15. Ulloa-Ogaz A.L., Muñoz-Castellanos L.N. and Nevarez-Moorillon G.V. Biocontrol of phytopathogens: antibiotic production as mechanism of control, in the battle against microbial pathogens. *Basic Science, Technological Advances and Educational Programs, FOR-MATEX Microbiology Series*. 2015. Vol. 1 (5). P. 305–309.
16. Latif S., Chiapusio G. and Weston L.A. Allelopathy and the role of allelochemicals in plant defense. *Advances in Botanical Research*. 2017. Vol. 82. P. 19–54.
17. Дідора В.Г., Смаглий О.Ф., Ермантраут Е.Р. Методика наукових досліджень в агрономії. Київ: «Центр учбової літератури». 2013. 264 с.
18. ДСТУ 7847:2015. Якість ґрунту. Визначення чисельності мікроорганізмів у ґрунті методом посіву на тверде (агаризоване) живильне середовище. [Чинний від 1.07.2016]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2016. 181 с.
19. Волкогон В.В., Надкєрнична О.В., Токмакова Л.М. та ін. Експериментальна ґрунтова мікробіологія / за ред. В.В. Волкогона. Київ: Аграрна наука, 2010. 464 с.
20. Патица В.П., Гнатюк Т.Т., Булеца Н.М. та ін. Біологічний азот у системі землеробства. *Землеробство*. 2015. № 2. С. 12–20.
21. Шерстобоева О.В. та ін. Реакція ризогенезу сої за комплексної інюкації. *Агроекологічний журнал*. 2011. № 3. С. 54–57.
22. Береговая Ю.В. и др. Сортовая специфичность эффектов ризобактерий на азотфиксирующий симбиоз и минеральное питание сои в условиях агроценоза. *Сельскохозяйственная биология*. 2018. Вип. 53 (5). С. 977–993.
23. Шерстобоева Е.В., Чабанюк Я.В., Федак Л.И. Биондикация биологического состояния почв. *Сільськогосподарська мікробіологія: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. 2008. Вип. 7. С. 48–56.
24. Малиновская И.М. и др. К вопросу о времени проведения почвенных микробиологических исследований. *Агрохімія і ґрунтознавство: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. 2015. Вип. 82. С. 27–32.
25. Макарова Л.Е. и др. Роль аллелопатических соединений в регуляции и формировании бобово-ризобияльного симбиоза. *Прикладная биохимия и микробиология*. 2012. Т. 48. № 4. С. 394–403.

## REFERENCES

1. Horodyska, I.M., Lishchuk, A.M., Chub, A.O. & Monarkh, V.V. (2018). Osoblyvosti orhanichnoho nasinnystva soi v konteksti veyrintehratsii Ukrainy [Peculiarities of organic soybean seed production in the context of Ukraine's European integration]. *Zbirnyk naukovykh prats Vinnyts'koho natsional'*

- noho ahrarnoho universytetu – Collection of scientific works of Vinnytsia National Agrarian University*, 9, 89–101 [in Ukrainian].
2. Maksimov, I.V., Abizgil'dina, R.R. & Pusenkova, L.I. (2011). Plant growth promoting rhizobacteria as alternative to chemical crop protectors from pathogens. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 47 (4), 333–345 [in English].
  3. Javaid, A. & Shoaib, A. (2013). Allelopathy for the management of phytopathogens, in *Allelopathy. Current Trends and Future Applications*. (pp. 299–319). Berlin [in English].
  4. Patni, B. et al. (2018). Rice allelopathy in weed management—an integrated approach. *Cellular and Molecular Biology*, 64, 8, 84–93 [in English].
  5. Postolaky, O. et al. (2012). Streptomycetes and micromycetes as perspective antagonists of fungal phytopathogens. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*, 77, 3, 249–257 [in English].
  6. Moretti, L.G. et al. (2020). Effects of growth-promoting bacteria on soybean root activity, plant development and yield. *Agronomy Journal*, 112, 418–428 [in English].
  7. Biliavska, L.H. & Biliavskiy, Yu.V. (2016). Vzaiemodiia suchasnykh sortiv soi z biopreparatamy kompleksnoi dii ta yii vplyv na urozhainist [Interaction of modern soybean varieties with complex biological preparations and its influence on yield]. *Mikrobiologichnyi zhurnal – Microbiological Journal*, 78, 3, 61–68 [in Ukrainian].
  8. Hryhorieva, O.M. (2014). Produktyvnist soi zalezho vid ahrotekhnichnykh zakhodiv yii vyroshchuvannia v umovakh pivnichnoho stepu Ukrainy [Productivity of soybeans depending on agrotechnical measures of its cultivation in the conditions of the northern steppe of Ukraine]. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv NAAN Ukrainy – Scientific works of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beets of NAAS of Ukraine*, 21, 115–121 [in Ukrainian].
  9. Shepilova, T.P. (2019). Vplyv biopreparativ na produktyvnist soi u Pivnichnomu Stepu Ukrainy [Influence of biological products on soybean productivity in the Northern Steppe of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva – Collection of scientific works of Uman National University of Horticulture*, 94, 1, 255–264 [in Ukrainian].
  10. Karpenko, V.P., Ivasiuk, Yu.I. & Hrytsaienko, Z.M. (2016). Osoblyvosti rozvytku ekoloho-trofichnykh hrup mikroorhanizmiv ryzozofery soi za vykorystannia herbitsydu Fabian, rehuliatora rostu roslyn Rehoplant i mikrobiologichnoho preparatu Ryzobofit [Features of development of ecological-trophic groups of microorganisms of soybean rhizosphere with the use of Fabian herbicide, plant growth regulator Regoplant and microbiological preparation Rhizobofit]. *Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnoho ahroekonomichnoho universytetu – Bulletin of Dnipropetrovsk State Agroecological University*, 4, 42, 29–33 [in Ukrainian].
  11. Gabriel, P. et al. (2021). Biotechnological potential of soybean plant growth-promoting rhizobacteria. *Revista Caatinga*, 34, 328–338 [in English].
  12. Aslam, F. et al. (2017). Allelopathy in agro-ecosystems: a critical review of wheat allelopathy – concepts and implications. *Chemoecology*, 27, 1–24 [in English].
  13. Maksimov, I.V., Maksimova, T.I., Sarvarova, E.R. & Blagova, D.K. (2018). Endophytic bacteria as effective agents of new-generation biopesticides. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 54, 2, 128–140 [in English].
  14. Beneduzi, A., Ambrosini, A. & Passaglia, L.M.P. (2012). Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): their potential as antagonists and biocontrol agents. *Genetics and Molecular Biology*, 35 (4), 1044–1051 [in English].
  15. Ulloa-Ogaz, A.L., Muñoz-Castellanos, L.N. & Nevarez-Moorillon, G.V. (2015). Biocontrol of phytopathogens: antibiotic production as mechanism of control, in the battle against microbial pathogens. *Basic Science, Technological Advances and Educational Programs, FOR-MATEX Microbiology Series*, 1 (5), 305–309 [in English].
  16. Latif, S., Chiapusio, G. & Weston, L.A. (2017). Allelopathy and the role of allelochemicals in plant defense. *Advances in Botanical Research*, 82, 19–54 [in English].
  17. Didora, V.H., Smahlii, O.F. & Ermantraut, E.R. (2013). *Metodyka naukovykh doslidzen v ahronomii [Methods of scientific research in agronomy]*. Kyiv [in Ukrainian].
  18. Yakist gruntu. Vyznachennia chyselnosti mikroorhanizmiv u grunti metodom posivu na tverde (aharyzovane) zhyvlyne seredovyshche [Soil quality. Determination of the number of microorganisms in the soil by the method of sowing on solid (agar) living environment]. (2016). *DSTU 7847:2015 from 1<sup>st</sup> July 2016*. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].
  19. Volkohon, V.V. (Ed.), Nadkernichna, O.V. & Tokmakova L.M. (2010). *Eksperymentalna gruntova mikrobiolohiia [Experimental soil microbiology]*. Kyiv [in Ukrainian].
  20. Patyka, V.P. et al. (2015). Biologichnyi azot u systemi zemlerobstva [Biological nitrogen in the agricultural system]. *Zemlerobstvo – Agriculture*, 2, 12–20 [in Ukrainian].
  21. Sherstoboieva, O.V. et al. (2011). Reaktsiia ryzhenezu soi za kompleksnoi inokuliatcii [Reaction of soybean rhizogenesis by complex inoculation]. *Ahroekologichnyi zhurnal – Agroecological journal*, 3, 54–57 [in Ukrainian].
  22. Berehovaia, Yu.V. et al. (2018). Sortovaia spetsyfichnost efektoiv ryzobakteryi na azotfyksyruushchyi symboz y myneralnoe pytanye soy v usloviakh ahrostenozu [Varietal specificity of the effects of rhizobacteria on nitrogen-fixing symbiosis and mineral nutrition of soybeans in the conditions of agroecogenesis]. *Selskokhoziaistvennaia byolohiia – Agricultural biology*, 53, 5, 977–993 [in Ukrainian].

23. Sherstoboeva, E.V., Chabaniuk, Ya.V. & Fedak, L.Y. (2008). Byoyndykatsiya byolohycheskoho sostoianiya pochv [Bioindication of the biological state of soils]. *Silskohospodarska mikrobiolohiia: mizhvidomchyy tematychnyy naukovyy zbirnyk – Agricultural Microbiology: interdepartmental thematic scientific collection*, 7, 48–56 [in Russian].
24. Malinovskaya, I.M. et al. (2015). K voprosu o vremeni provedeniya pochvennykh mikrobiologicheskikh issledovaniy [On the question of the timing of microbiological studies of soils]. *Agrokhimiya i gruntoznavstvo: mizhvidomchyy tematychnyy naukovyy zbirnyk – Agrochemistry and soil knowledge: interdepartmental thematic scientific collection*, 82, 27–32 [in Russian].
25. Makarova, L.Ye. et al. (2012). Rol allelopaticheskikh soedineniy v regulyatsii i formirovanii bobovorizobialnogo simbioza [The role of allelopathic compounds in the regulation and formation of the legume-rhizobial symbiosis]. *Prykladnaia byokhimiya y mykrobiolohiya – Applied biochemistry and microbiology*, 48, 4, 394–403 [in Russian].

Стаття надійшла до редакції журналу 20.11.2021

---



## ПАТОГЕННА МІКОБІОТА НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ЗА ВПЛИВУ РІЗНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ

І.В. Безноско<sup>1</sup>, Т.М. Горган<sup>1</sup>, Ю.А. Туровнік<sup>1</sup>,  
І.І. Мостов'як<sup>2</sup>, В.О. Мудрак<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)  
e-mail: beznoskoirina@gmail.com; ORCID: 0000-0002-2217-5165  
e-mail: Tanja.micaela@gmail.com; ORCID: 0000-0001-8980-7895  
e-mail: turovnykylia@gmail.com; ORCID: 0000-0003-0169-4262  
e-mail: mva.mudrak2002@gmail.com

<sup>2</sup> Уманський національний університет садівництва (м. Умань, Україна)  
e-mail: mostovjak@gmail.com; ORCID: 0000-0003-4585-3480

Одним із важливих чинників в отриманні якісного насіння зернових культур є технологія вирощування рослин, яка повинна забезпечувати високу врожайність і якість зерна та бути безпечною для довкілля. Тому метою нашого дослідження було визначення впливу різних технологій вирощування на патогенну мікобіоту насіння пшениці озимої та вівса. Встановлено, що на насінні пшениці озимої сорту Оберіг Миронівський, за традиційною технологією вирощування культури, паразитувало 7 родів фітопатогенних мікроміцетів: *Alternaria* spp., *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp., *Acremonia* spp., *Bipolaris* spp., *Penicillium* spp., *Cladosporium* spp., які характеризувалися різною частотою трапляння (10–60%). На насінні вівса сорту Тембр, в умовах традиційної технології вирощування рослин, ідентифіковано фітопатогенні мікроміцети, які належать до родів: *Alternaria* spp., *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp., *Chaetomium* spp., *Drechslera* spp., *Penicillium* spp., *Trichoderma* spp. Їх частота трапляння коливалась від 10 до 50%. На насінні зернових культур найбільшою частотою трапляння характеризувалися гриби родів *Aspergillus* spp. і *Penicillium* spp. Вони можуть призводити до погіршення якості насіння під час зберігання та пригнічувати його схожість. На насінні пшениці озимої сорту Оберіг Миронівський, в умовах органічної технології вирощування рослин, було ідентифіковано мікроміцети, які належать до родів: *Alternaria* spp., *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp., *Chaetomium* spp., *Penicillium* spp., *Trichoderma* spp., *Bipolaris* spp., їх частота трапляння була від 25 до 50%, а на насінні вівса сорту Тембр — мікроміцети родів: *Alternaria* spp., *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp., *Chaetomium* spp., *Drechslera* spp., *Penicillium* spp., *Trichoderma* spp. з частотою трапляння від 10 до 50%. Домінуючими мікроміцетами були представники роду *Trichoderma* spp. Слід зазначити, що грибам цього роду властива здатність до швидкого розмноження, що дає можливість конкурувати з іншими мікроорганізмами. Встановлено, що на насінні пшениці озимої та вівса, в умовах традиційної технології вирощування рослин, показник подібності родів мікроміцетів становив 56%. Разом із тим, коефіцієнт подібності видів фітопатогенних мікроміцетів на насінні досліджуваних культур, в умовах органічної технології, був дещо вищим і становив 63%. Проаналізовані показники, такі як частота трапляння та коефіцієнт подібності, дають можливість оцінити насіння сортів культурних рослин із метою уникнення біологічного забруднення агроценозів інфекційними структурами фітопатогенних мікроміцетів.

**Ключові слова:** частота трапляння, репродуктивна здатність, показник подібності видів, мікобіота, агроценоз.

### ВСТУП

Однією з головних умов вирощування зернових культур є отримання зерна високої якості. Багате на поживні речовини насіння зернових культур, є сприятливим

субстратом для розвитку й збереження фітопатогенних мікроорганізмів. На насінні можуть розвиватися хвороби грибної та бактеріальної етіології, які призводять до зниження врожаю та погіршення показників якості насіння. Разом із тим, на поверхні насіння можуть паразитувати та

зберігатись цвілеві гриби, які здатні викликати пліснявіння й загибель насіння та проростків рослин [1; 2].

Незважаючи на постійне оновлення переліку хімічних засобів захисту культурних рослин від хвороб, спричинених фітопатогенними мікроміцетами, санітарний стан агроценозів потребує істотного покращання. Нині спостерігається підвищення шкодочинності основних хвороб рослин. Їх розвиток часто набуває епіфітотійного характеру і призводить до значних втрат урожаю та зниження його якості [3; 4]. Це потребує створення нових сортів зернових культур та оптимізації технологій їхнього вирощування.

### АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Поряд із збільшенням урожаю зернових культур важливим завданням, яке ставлять перед собою аграрії та науковці, є збереження та покращання якісних показників зерна, адже розвиток рослин у період вегетації та їх продуктивність значною мірою залежать від якісного насінневого матеріалу [5; 6].

За даними досліджень державних насінневих інспекцій та фітопатологічних лабораторій, насіння зернових культур сильно уражене патогенними мікроорганізмами. Патогенний комплекс зерна найчастіше представлений грибами родів *Fusarium* та *Alternaria*, а також пліснявими грибами родів *Aspergillus* та *Penicilium*. Вони є продуцентами мікотоксинів, які призводять до отруєння людини та тварин, а також характеризуються канцерогенними властивостями [7–9].

Науковцями з Інституту захисту рослин НААН упродовж останніх років проведено низку фітопатологічних аналізів насіння зернових культур. Встановлено, що загальна кількість ураженого насіння у досліджених зразках, коливається від 4,6 до 18%. Найбільш чисельною групою фітопатогенних мікроорганізмів на насінні рослин є мікроміцети. Так, їх частка сягає 33,0–90,5% порівняно із загальною кількістю фітопатогенів [10; 11]. Візуальний

аналіз проб насіння на наявність фітопатогенних мікроміцетів не дає об'єктивної оцінки, адже на насінні здатна розвиватись прихована інфекція, яку не можливо виявити без використання спеціальних методів. Це пов'язано з особливостями патогенезу збудників хвороб грибної етіології, погодними умовами та технологіями вирощування рослин [12; 13].

Відомо, що важливою проблемою сучасного землеробства є захист сільськогосподарських культур від шкідливих організмів. Одним із найважливіших заходів захисту рослин є протруєння насіння. Це допомагає знезаразити насіння від збудників хвороб зовнішньої інфекції (твердої, стеблової та карликової сажок, ріжків, пліснявіння) та внутрішньої інфекції (альтернаріозів, фузаріозів), а також захистити проростки від ураження ґрунтовими патогенами [14; 15].

За традиційної технології вирощування зернових культур, на дослідних полях Носівської селекційної дослідної станції, проводили протруєння насіння різними протруєниками, а саме: Ламардор (фунгіцид), Вінцит форте (фунгіцид), Фавіпрід Ектив (інсектицид) та Імісід (інсектицид) широкого спектра дії. Однак, протруєвання насіння пестицидами хімічного походження становить небезпеку для здоров'я людини і порушує екологічні процеси в навколишньому середовищі, згубно впливає на корисну мікрофлору та якість сільськогосподарської продукції [16].

Відомо, що застосування біологічного методу, особливо в умовах органічного землеробства, є безпечною технологією захисту рослин від хвороб та шкідників [17; 18]. Згідно із дослідженнями вітчизняних науковців, встановлено, що антагоністичні взаємозв'язки між мікроорганізмами відбуваються шляхом пригнічення одного організму іншим. Гриби, порівняно з іншими мікроорганізмами, мають найбільший спектр антагоністичних властивостей — гіперпаразитизм, тобто високий рівень конкуренції за поживний субстрат, а також вони можуть продукувати антибіотики та інші речовини, що пригнічують розвиток

збудників хвороб. Найбільшого практичного використання серед антагоністів, набули гриби із родів *Trichoderma*, *Trichothecium*; променисті гриби (*Actinomyces*); бактерії (*Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aureofaciens*, *P. fluorescens*), та продукти їхньої життєдіяльності [19].

За органічної технології вирощування зернових культур, високоефективним є використання Триходерміну, який містить спори і міцелій гриба-антагоніста *Trichoderma veride*. Цей гриб здатний пригнічувати розвиток фітопатогенних мікроорганізмів шляхом виділення антибіотиків та ферментів [20]. Тому **метою дослідження** було визначити патогенну мікобіоту насіння зернових культур за впливу різних технологій вирощування рослин.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Лабораторні дослідження проводили у лабораторії біоконтролю агроєкосистем та органічного виробництва Інституту агроєкології і природокористування НААН. Насіння було відібрано на двох господарствах: перше – Носівська селекційно-дослідна станція (Чернігівська обл.); друге – приватне господарство органічного виробництва ФОП Шанойло Т.В. (Чернігівська обл.).

Погодні умови впродовж вегетаційного періоду досліджень відрізнялись за агро-

метеорологічними показниками. Для характеристики гідротермічних умов розраховували гідротермічний коефіцієнт (ГТК) Г. Селянинова за формулою:

$$ГТК = \frac{R \times 10}{\sum T > 10}, \quad (1)$$

де  $R$  – сумарна кількість опадів за відповідний період, мм;  $\sum T > 10$  – сума температур повітря понад  $10^\circ\text{C}$  за той самий період,  $^\circ\text{C}$ .

Для вивчення погодних умов упродовж вегетаційного періоду 2019–2021 рр. використано дані обласних метеостанцій Чернігівської обл. (табл. 1).

За результатами підрахунку ГТК, що наведений у табл. 1, можна зробити висновки, що впродовж вегетаційного періоду у Чернігівській обл. переважали посушливі умови, які є несприятливими для росту і розвитку зернових культур.

Впродовж вегетаційного періоду 2019–2021 рр. застосовували різні системи удобрення і захисту посівів пшениці озимої та вівса. За органічної технології вирощування досліджуваних культур вносили гумінове добриво і Триходермін. А в умовах традиційної технології застосовували препарати хімічного та біологічного походження, які наведені в табл. 2.

Для фітопатологічного аналізу посівного матеріалу пшениці озимої та вівса застосовували біологічний метод (ДСТУ

Таблиця 1. Характеристика погодних умов дослідних станцій за гідротермічним коефіцієнтом упродовж вегетаційного періоду 2019–2021 р.

Установа	Область	Тип ґрунту	Коефіцієнт ГТК			
			Квітень	Травень	Червень	Липень
Носівська селекційно-дослідна станція	Чернігівська	Чорнозем глибокий малогуmusний вилугований	0,6	0,8	1,3	0,6
Приватне господарство органічного виробництва ФОП Шанойло Т.В.		Дерново-середньо-і слабопідзолисті супіщані і суглинкові ґрунти	0,5	0,6	1,0	0,5

Примітка: ГТК  $\geq 1$  – достатнє зволоження; ГТК 0,8–1,0 – помірне зволоження; ГТК 0,6–0,7 – недостатнє зволоження.

Таблиця 2. Технології вирощування та системи удобрення під різними сільськогосподарськими культурами на базі стаціонарних і тимчасових польових дослідів

Установа	Сільськогосподарська культура	Технологія вирощування	Препарати
Носівська селекційна дослідна станція	Пшениця озима	Традиційна	<p><b>Протруювання насіння:</b> Ламардор (фунгіцид) – 0,6 л/га; Імісід (інсектицид) – 0,5 л/т; Лідер Пульс (регулятор росту) – 0,05 л/т; Новатор листок (органо-мінеральне добриво) – 1 л/т</p> <p><b>Посів:</b> Нітроамофоска – 100 кг/га;</p> <p><b>Обприскування:</b> Таліус (фунгіцид) – 0,2 л/га; Еллай супер (гербіцид) – 20 г/га.</p> <p><b>Підживлення:</b> КАС – 100 л/га; Вапнякова селітра – 100 кг/га</p> <p><b>Обприскування:</b> Лідер Пульс (регулятор росту) – 0,1 л/га; Новатор грунт – 15 л/га; Новатор листок – 1 л/га;</p> <p><b>Обприскування:</b> Паллас (гербіцид) – 0,25 л/га; Пойнтер (гербіцид) – 20 г/га; Тренд (прилипач) – 0,3 /га.</p> <p><b>Обприскування:</b> Канонір Дуо (інсектицид) – 0,1 л/га; Новатор листок (органо-мінеральне добриво) – 1 л/га.</p>
	Овес	Традиційна	<p><b>Протруювання насіння:</b> Фавіприд Ектів – 0,5 л/т; Вінцит форте – 1,2 л/т; Лідер Пульс – 0,1 л/т.</p> <p><b>Підживлення:</b> Нітроамофоска 100 кг/га; Вапнякова селітра – 100 кг/га.</p> <p><b>Обприскування:</b> Квелекс (гербіцид) – 0,6 л/га; Лідер Пульс (регулятор росту) – 0,05 л/га; Новатор листок – 1 л/га; Новатор мідь – 1 л/га; Тренд – 200 мл/га; Карбамід – 15 кг/га</p> <p><b>Підживлення:</b> Карбамід – 100 кг/га.</p> <p><b>Обприскування:</b> Імпакт 500 (фунгіцид) – 0,25 л/га; Канонір Дуо (інсектицид) – 0,1 л/га; Новатор листок – 1 л/га; Новатор мідь – 0,5 л/га; Карбамід – 8 кг/га</p>
ШГОВ ФОП Шанойло Т.В.	Пшениця озима	Органічна	<p><b>Обприскування:</b> Триходермін-біо (біологічний фунгіцид) – 5 л/га; Гумінове добриво – 1,5 л/га</p>
	Овес		

4138-2002) та методи експериментальної мікології [21–23]. Для ідентифікації ендофітних структур фітопатогенних грибів використовували визначники [24–27]. Показник частоти трапляння (ЧТ) деяких видів грибів на насінні зернових культур розраховували за формулою 2 [28]:

$$A = \frac{B \times 100\%}{C}, \quad (2)$$

де  $A$  – частота трапляння видів;  $B$  – кількість зразків, у яких виявлено цей вид;  $C$  – загальна кількість виділених видів.

Для визначення показника подібності видового складу мікроміцетів, які виділи-

лись із насіння зернових культур, застосовували коефіцієнт спільності Жаккара [29]:

$$KJ = \frac{c \times 100\%}{a + b - c}, \quad (3)$$

де  $a$  – кількість видів, характерних для асоціації першої біоти (насіння однієї культури);  $b$  – кількість видів, характерних для асоціації другої біоти (насіння іншої культури);  $c$  – кількість спільних видів для обох біот.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За результатами дослідження встановлено, що патогенна мікрофлора насіння пшениці озимої сорту Оберіг Миронівський різнилася як за кількістю видів фітопатогенних мікроміцетів, так і за їх частотою трапляння, що залежало від технології вирощування культури (рис. 1).

На насінні пшениці озимої сорту Оберіг Миронівський, вирощеного за традиційною технологією, паразитували фітопатогенні мікроміцети, що належать до

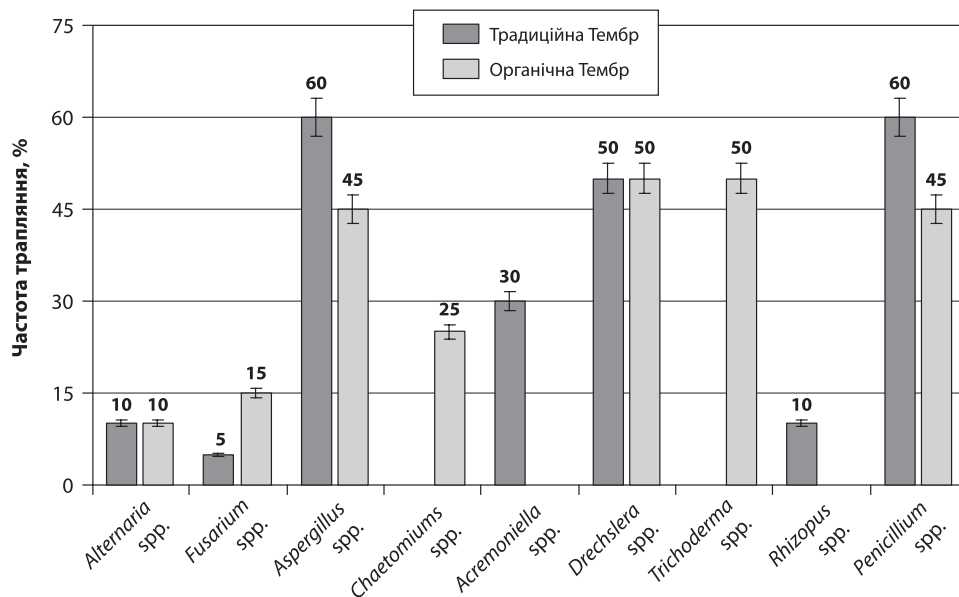
7 родів, а саме: *Alternaria* spp., *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp., *Acremoniella* spp., *Bipolaris* spp., *Penicillium* spp., *Cladosporim* spp., які характеризувалися різною частотою трапляння (10–60%). Найбільшою частотою трапляння (60%) на насінні пшениці озимої характеризувалися мікроміцети родів *Aspergillus* spp. та *Penicillium* spp. Домінування зазначених родів пліснявих грибів може призводити до погіршення якості насіння під час зберігання та пригнічувати його схожість у польових умовах.

Разом із тим, на насінні пшениці озимої сорту Оберіг Миронівський, за органічної технології вирощування культури, були ідентифіковані фітопатогенні мікроміцети, які належать до 7 родів, таких як: *Alternaria* spp., *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp., *Chaetomiums* spp., *Penicillium* spp., *Trichoderma* spp., *Bipolaris* spp., частота трапляння яких коливалась від 25 до 50%. Домінуючими мікроміцетами на насінні пшениці озимої були види, які належать до роду *Trichoderma* spp., частотою трапляння яких була високою і становила 50%. Це дає підстави вважати, що гриби зазначеного роду характери-



Рис. 1. Частота трапляння мікроміцетів на насінні пшениці озимої сорту Оберіг Миронівський в умовах традиційної та органічної технологій вирощування культури





**Рис. 2.** Частота трапляння мікроміцетів на насінні вівса сорту Тембр в умовах традиційної та органічної технології вирощування культури

зуються високою конкурентоспроможністю та можуть пригнічувати розвиток інших фітопатогенів у насінні зернових культур.

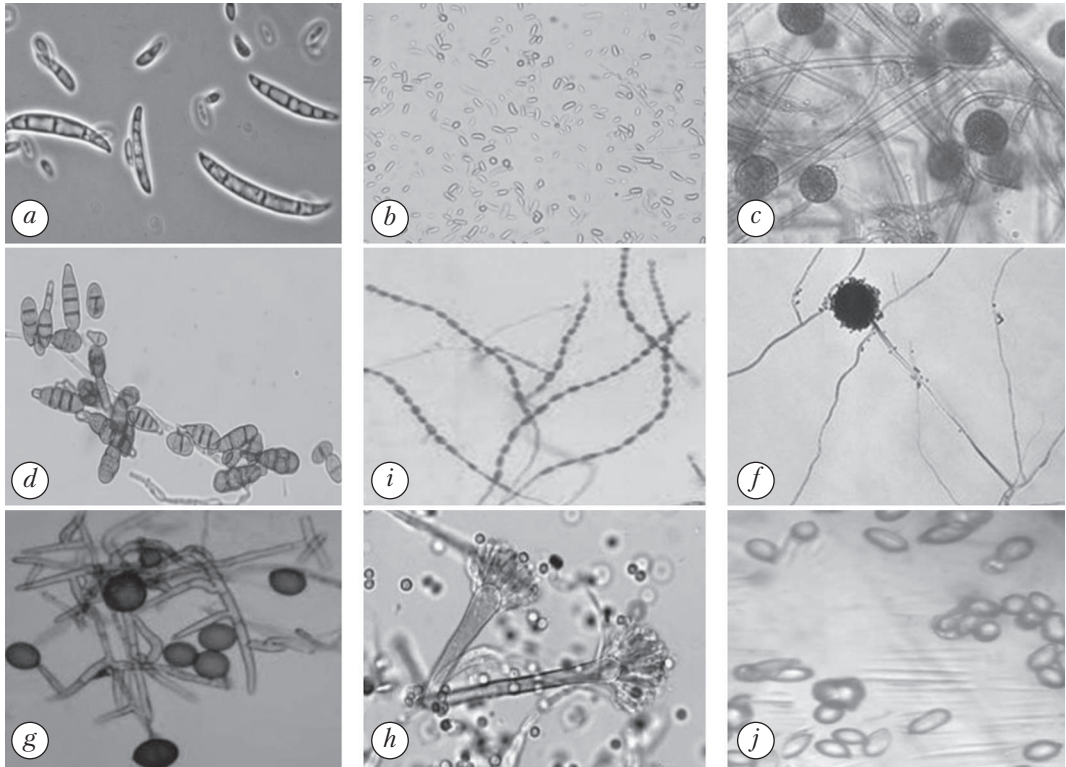
Фітопатогенна мікобіота на насінні вівса, вирощеного за органічної та традиційної технології, характеризувалася різною частотою трапляння родів (рис. 2).

На насінні вівса сорту Тембр, в умовах традиційної технології вирощування культури, паразитували фітопатогенні мікроміцети, які належать до 7 родів, як-от: *Alternaria* spp., *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp., *Acremoniella* spp., *Penicillium* spp., *Drechslera* spp., *Rhizopus* spp., частота трапляння яких коливалась від 5 до 60%. Домінуючими фітопатогенами були види, які належать до родів *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., де їх частота трапляння сягала 60%. Це дає підстави вважати, що застосування на посівах зернових культур фунгіцидів хімічного походження може істотно пригнічувати патогенну мікобіоту порівняно із сапрофітною, яка здатна тривалий час зберігатися на насінні зернових культур.

На насінні вівса сорту Тембр, за органічної технології вирощування рослин, також

було ідентифіковано 7 родів фітопатогенних мікроміцетів, таких як: *Alternaria* spp., *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp., *Chaetomiums* spp., *Drechslera* spp., *Penicillium* spp., *Trichoderma* spp., частота трапляння яких була від 10 до 50%. Домінували представники роду *Trichoderma* spp., які характеризувалися високою частотою трапляння (50%). Слід зазначити, що на насінні досліджуваних культур, за органічної технології вирощування, представники роду *Trichoderma* spp. зустрічалися з високою частотою трапляння, однак не були виявлені за традиційної технології вирощування культури. Це дає підстави вважати, що застосування у посівах зернових культур препарату Триходермін, який упродовж вегетації здатний швидко поширюватись як у ґрунтовому середовищі, так і у самій рослині, може пригнічувати розвиток патогенної мікрофлори та накопичуватися у насінні зернових культур.

Проведено мікроскопію колоній мікроміцетів, які були виділені із насіння пшениці озимої сорту Оберіг Миронівський та вівса сорту Тембр за традиційною технологією вирощування культур (рис. 3).



**Рис. 3.** Мікобіота насіння пшениці озимої та вівса в умовах традиційної технології:

*a* – макроконідії мікроміцету роду *Fusarium* spp.; *b* – мікроконідії мікроміцету роду *Fusarium* spp.; *c* – спори *Rhizopus* spp.; *d* – конідії *Alternaria alternata*; *e* – конідії *Alternaria tenuissima*; *f* – спори *Aspergillus* spp.; *g* – спори *Acremoniella* spp.; *h* – спори *Penicillium* spp.; *i* – спори *Cladosporium* spp.; *j* – спори *Cladosporium* spp.

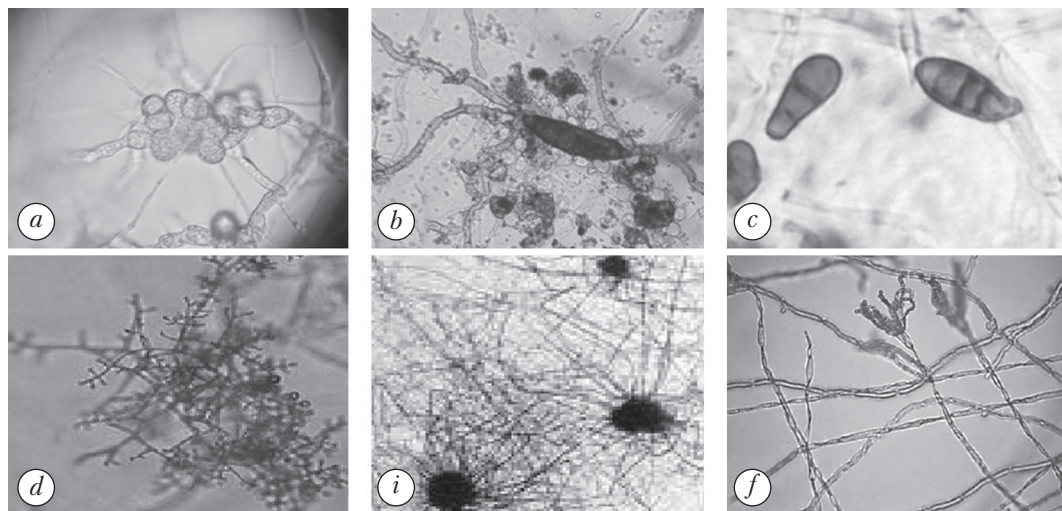
За даними, що показані на *рис. 3* варто зазначити, що гриби роду *Fusarium* spp. здатні формувати різні інфекційні структури, зокрема макро- та мікроконідії. Це сприяє швидкому розмноженню та поширенню патогену в агроценозах зернових культур. За результатами мікроскопії встановлено, що гриби роду *Alternaria* spp. були представлені двома видами: *A. tenuissima* та *A. alternata*. Зазначали інтенсивну споруляцію досліджуваних видів мікроміцетів, які були виділені з насіння пшениці озимої та вівса.

Згідно із даними, що представлені на *рис. 4* показано зміну формування інфекційних структур мікроміцетів на насінні пшениці озимої та вівса, за органічної технології вирощування рослин.

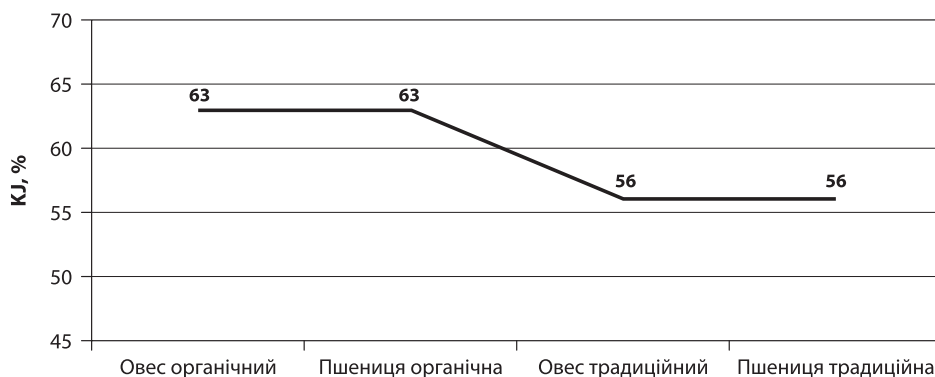
Так, гриби роду *Fusarium* spp. утворювали велику кількість спочиваючих структур – хламідоспор, для збереження виду у просторі і часі. Мікроміцети, які належать до родів *Alternaria* spp. та *Drechslera* spp. характеризувалися низькою споруляцією та великим розміром спор. Разом із тим, представники родів *Chaetomium* spp. та *Trichoderma* spp. спороносили інтенсивно.

Отже, встановлено, що технології вирощування зернових культур можуть впливати не лише на кількість та частоту трапляння видів фітопатогенних мікроміцетів на насінні, а також на їх споруляцію та на формування репродуктивних структур.

Враховуючи те, що кількість родів мікроміцетів на насінні зернових культур варіювалась залежно від технології вирощування,



**Рис. 4.** Мікобіота насіння пшениці озимої та вівса в умовах органічної технології: *a* – хламідоспори мікроміцету роду *Fusarium* spp.; *b* – конідії *Bipolaris* spp.; *c* – конідії *Alternaria* spp.; *d* – спори *Trichoderma* spp.; *e* – плодові тіла *Chaetomium* spp.; *f* – спори *Penicillium* spp.



**Рис. 5.** Показник подібності видового складу мікоміцетів на насінні зернових культур за різних технологій вирощування рослин

щування рослин, ми визначали показник подібності видового складу мікроміцетів за коефіцієнтом спільності Жаккара (рис. 5).

Показано, що на насінні пшениці озимої та вівса, в умовах традиційної технології вирощування рослин, показник подібності родів мікроміцетів становив 56%. Разом із тим, коефіцієнт подібності видів фітопатогенних мікроміцетів на насіння пшениці озимої та вівса, в умовах органічної технології, був

дещо вищим і сягав 63%. Це дає підстави вважати, що хімічні та біологічні елементи технології вирощування рослин відіграють істотну роль у поширенні та формуванні популяцій фітопатогенних мікроміцетів в агроценозах зернових культур.

## ВИСНОВКИ

На насінні пшениці озимої сорту Оберіг Миронівський, за традиційної технології вирощування рослин, паразитують 7 ро-

дів фітопатогенних мікроміцетів, до яких належать: *Alternaria* spp., *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp., *Acremoniella* spp., *Bipolaris* spp., *Penicillium* spp., *Cladosporium* spp. Вони характеризуються різною частотою трапляння, яка коливається у межах 10–60%. Насіння вівса сорту Тембр, в умовах традиційної технології вирощування рослин, заселено фітопатогенними мікроміцетами родів: *Alternaria* spp., *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp., *Chaetomium* spp., *Drechslera* spp., *Penicillium* spp., *Trichoderma* spp., частота трапляння яких сягає 10–50%. На насінні досліджуваних культур найбільшою частотою трапляння (60%) характеризуються роди *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp.

На насінні пшениці озимої сорту Оберіг Миронівський, за органічної технології вирощування культури, паразитують представники 7 родів мікроміцетів: *Alternaria* spp., *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp., *Chaetomium* spp., *Penicillium* spp., *Trichoderma* spp., *Bipolaris* spp., з частотою трапляння від 25 до 50%. На насінні вівса сорту Тембр, в умовах органічної технології, виділяються фітопатогенні мікроміцети родів: *Alternaria* spp., *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp., *Chaetomium* spp., *Drechslera* spp., *Penicillium* spp., *Trichoderma* spp., частота трапляння яких коливається від 10 до 50%. Домінуючими мікроміцетами є представники роду *Trichoderma* spp., які характе-

ризуються високою частотою трапляння — 50%.

Фітопатогенні мікроміцети, паразитуючи на насінні зернових культур, яке вирощене за органічної технології, утворюють велику кількість спочиваючих структур, спори мають великі розміри і характеризуються меншим спороутворенням. А на насінні зернових культур, в умовах органічної технології вирощування рослин, мікроміцети утворюють більшу кількість мікро- і макроконідій, спори дрібні, а інтенсивність спороутворення висока. Технологія вирощування рослин відіграє істотну роль у поширенні мікроміцетів в агроценозах зернових культур.

На насінні зернових культур, в умовах традиційної технології вирощування рослин, показник подібності родів мікроміцетів становить 56%. Разом із тим, коефіцієнт подібності видів фітопатогенних мікроміцетів на насінні зернових культур, в умовах органічної технології, є дещо вищим і сягає 63%.

Проаналізовані показники дають можливість оцінити вплив насіння різних сортів зернових культур та елементів технологій їхнього вирощування на поширення популяцій фітопатогенних мікроміцетів та формування їх інфекційних структур із метою уникнення біологічного забруднення агроценозів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Безноска І.В., Горган Т.М., Гаврилюк Л.В. та ін. Патогенний мікобіом насіння сортів культурних рослин. *Агроекологічний журнал*. 2021. № 1. С. 81–87. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2021.227242>
2. Поспелова А. Д. Мікрофлора насіння розторопші плямистої (*Silybum tianum* (L.) Gaertn.). *Науковий вісник НЛТУ України: збірник науково-технічних праць*. Львів: РВВ НЛТУ України. 2015. Вип. 25.4. С. 94–98.
3. Парфенюк А.І., Стерлікова О.М., Безноска І.В. Методологічні підходи до оцінювання сорту рослин за стійкістю до фітопатогенних грибів та впливом на інтенсивність утворення їх пропагул. *Агроекологічний журнал*. 2012. № 3. С. 90–93.
4. Agrios G. *Plant pathology*. San Diego, California. Academic Press, 5th ed. 2005. 922 p.
5. Безноска І.В., Парфенюк А.І., Гаврилюк Л.В. та ін. Видовий склад фітопатогенних мікроміцетів насіння сортів культурних рослин. *Агроекологічний журнал*. 2020. № 2. С. 84–90. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2020.207685>
6. Мостов'як І.І., Дем'янюк О.С., Парфенюк А.І., Безноска І.В. Сорт як фактор формування стійких агроценозів зернових культур. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2020. № 2. С. 110–118. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.02.13>
7. Broggi L.E., González H.H.L., Resnik S.L. and Pacin A. *Alternaria alternata* prevalence in cereal grains and soybean seeds from Entre Ríos, Argentina. *Revista Iberoamericana De Micología*. 2007. Vol. 24. P. 47–51.
8. Ivic D. Pathogenicity and potential toxigenicity of seed-borne *Fusarium* species on soybean and pea. *Journal of Plant Pathology*. 2014. Vol. 96. P. 541–551.
9. Соколова Г.Д. Патогенность *Fusarium graminearum*, *F. culmorum* и резистентность зерновых культур



- тур. *Микологія і фітопатологія*. 2005. Т. 39. Вып. 5. С. 1–11.
10. Figueroa M., Hammond Kosack K.E. and Solomon P.S. A review of wheat diseases – a field perspective. *Molecular plant pathology*. 2018. Vol. 19 (6). P. 1523–1536. DOI: <https://doi.org/10.1111/mpp.12618>.
  11. Gorash A., Galaev A., Babayants O. and Babayants L. Leaf rust resistance of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) lines derived from interspecific crosses. *Zemdirbyste – Agriculture*. 2014. Vol. 101 (3). P. 295–302. DOI: <https://doi.org/10.13080/z-a.2014.101.038>
  12. Топчій Т.В., Сандецька Н.В. Формування продуктивності різних за стійкістю сортів пшениці озимої під впливом грибних хвороб. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2017. Vol. 13 (4). P. 416–422. DOI: <https://doi.org/10.21498/2518-1017.13.4.2017.117751>.
  13. Dighton J. Fungi in ecosystem processes. Marcel Dekker Inc, 2003. P. 22–26.
  14. Panfilova A. and Mohylnytska A. The impact of nutrition optimization on crop yield of winter wheat varieties (*Triticum aestivum* L.) and modeling of regularities of its dependence on structure indicators. *Agriculture and Forestry*. 2019. Vol. 65 (3). P. 157–171. DOI: <https://doi.org/10.17707/Agricult Forest.65.3.13>.
  15. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф., Іващук П.В., Корнійчук О.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур: навч. посіб. / за ред. В.В. Лихочвора, В.Ф. Петриченка. Львів: НВФ “Українські технології”, 2010. 1088 с.
  16. Білітюк А.П., Гарбар Л.А., Циганчук С. М. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність пшениці озимої в умовах Західного Полісся України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. № 3. 2012. С. 68–71.
  17. Федоренко В.П., Марков І.Л., Мордерер Є.Ю. Стратегія і тактика захисту рослин / за ред. В.П. Федоренка. Т. 2. 2015. 792 с.
  18. Патица В. П., Омелянець Т. Г. Екологічні основи застосування біологічних засобів захисту рослин як альтернативи хімічним пестицидам. *Агроекологічний журнал*. 2005. Вып. 2. С. 21–24.
  19. Sarah J.C., Anne M.B. and George P.C. Regulation and biosynthesis of carbapenem antibiotics in bacteria. *Nat. Rev. Microbiol.* 2005. P. 343–353.
  20. Кравченко Н.О., Копилов Є.П., Головач О.В., Дмитрук О.М. Оцінка патогенності ґрунтового гриба *Trichoderma viride*. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2014. № 20. С. 23–28. DOI: <https://doi.org/10.35868/1997-3004.20.23-28>
  21. ДСТУ 4287:2004. Якість ґрунту. Відбирання проб. [Чинний від 2005–07–01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України. 2005. 9 с.
  22. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. [Чинний від 2004.01.01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 173 с.
  23. Билай В.И. Методы экспериментальной микологии. Київ: Наукова думка, 1982. 550 с.
  24. Guarro J., Gene J., Stchigel M. and Figueras A. Atlas of soil Ascomycetes / Ed. by A. Samson. Reus Spain, 2012. 486 p.
  25. Tsunee W. Pictorial atlas of soil and seed fungi: morphologies of cultured fungi and key to species. Boca Raton, 2010. 426 p. DOI: <https://doi.org/10.1201/EBK1439804193>
  26. Коваль Є.З., Руденко А.В., Волощук Н.М. Пенцилли: руководство по идентификации 132 видов (редуцентов, деструкторов, патогенов, продуцентов) / за ред. Л.Д. Варбанець. Киев: Национальный исследовательский научно-реставрационный центр Украины, 2016. 408 с.
  27. Colin K.C., Elizabeth M.J. and David W.W. Identification of pathogenic fungi / Ed. by W.W. David. Wiley-Blackwell. USA, 2013. 352 p.
  28. Мірчик Т.Г. Мікологія ґрунту: навч. посібн. Москва: Видавництво МДУ, 1988. 220 с.
  29. Хохряков М.К. Методические указания по экспериментальному изучению фитопатогенных грибов. Львов: Изд-во “Наука”, 1974. 69 с.

## REFERENCES

1. Beznosko, I.V., Horhan, T.M., Havryliuk, L.V. et al. (2021). Patohennyu mikrobiom nasinnya sortiv kulturnykh roslyn [Pathogenic mycobioma of seeds of cultivated plant varieties]. *Ahroekolohichnyi zhurnal – Agroecological journal*, 1, 81–87. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2021.227242> [in Ukrainian].
2. Pospelova, A.D. (2015). Mikroflora nasinnya roztoropshi plyamystoyi (*Silybummarianum* (L.) Gaertn.) [Microflora of seeds of thistle (*Silybummarianum* (L.) Gaertn.)]. *Naukovyy visnyk NLTU Ukrainy: zbirnyk naukovo-tekhnichnykh prats – Scientific journal of NLTU Ukraine: a collection of scientific and technical works*, 25, (4), 94–98 [in Ukrainian].
3. Parfenyuk, A.I., Sterlikova, O.M. & Beznosko, I.V. (2012). Metodolohichni pidkhody do otsynuvannya sortu roslyn za stiykistydu do fitopatohennykh hrybiv za vplyvom na intensyvnyist utvorenyay ikh propahul [Methodologica lapproaches of plant sortevaluation usin go fresistance to plant fungal pathogens]. *Ahroekolohichnyi zhurnal – Agroecological journal*, 3, 90–93 [in Ukrainian].
4. Agrios, G. (2005). Plant pathology. 5th ed. San Diego, California. Academic Press [in English].
5. Beznosko, I.V., Parfenyuk, A.I., Havryliuk, L.V. et al. (2020). Vydovyy sklad fitopatohennykh mikro-mitsetiv nasinnya sortiv kulturnykh roslyn [Species composition of phytopathogenic micromycetes of seeds of cultivated plant varieties]. *Ahroekolohichnyi zhurnal – Agroecological journal*, 2, 84–90. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2020.207685> [in Ukrainian].
6. Mostovyak, I.I., Demyanyuk, O.S., Parfenyuk, A.I. & Beznosko, I.V. (2020). Variety as a factor in the formation of stable agrocenoses of cereals [Variety



- as a factor in the formation of stable agrocenoses of cereals]. *Visnyk poltavskoyiderzhavnoyi ahraryoi akademiyi – Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 2, 110–118. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.02.13> [in Ukrainian].
7. Broggi, L.E., González, H.H.L., Resnik, S.L. & Pacin, A. (2007). *Alternaria alternata* prevalence in cereal grains and soybean seeds from Entre Ríos, Argentina. *Revista Iberoamericana De Micología*, 24, 47–51 [in English].
  8. Ivic, D. (2014). Pathogenicity and potential toxigenicity of seed-borne *Fusarium* species on soybean and pea. *Journal of Plant Pathology*, 96, 541–551 [in English].
  9. Sokolova, G.D. (2005). Patogennost *Fusarium graminearum*, *F. culmorum* i rezistentnost zernovykh kultur [Pathogenicity of *Fusarium graminearum*, *F. culmorum* and resistance of grain crops]. *Mikologiya i fitopatologiya – Mycology and phytopathology*, 39 (5), 1–11 [in Ukrainian].
  10. Figueroa, M., Hammond Kosack, K.E. & Solomon, P.S. (2018). A review of wheat diseases – a field perspective. *Molecular plant pathology*, 19 (6), 1523–1536. DOI: <https://doi.org/10.1111/mpp.12618> [in English].
  11. Gorash, A., Galaev, A., Babayants, O. & Babayants, L. (2014). Leaf rust resistance of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) lines derived from interspecific crosses. *Zemdirbyste – Agriculture*, 101 (3), 295–302. DOI: <https://doi.org/10.13080/z-a.2014.101.038> [in English].
  12. Topchii, T.V. & Sandetska, N.V. (2017). Formuvannya produktyvnosti ryznykh za stykistyu sortiv pshenytsi ozymoyi pid vplyvom hrybnykh khvorob [Formation of productivity of different resistance varieties of winter wheat under the influence of fungal diseases]. *Plant Varieties Studying and Protection – Plant Varieties Studying and Protection*, 13 (4), 416–422. DOI: <https://doi.org/10.21498/2518-1017.13.4.2017.117751> [in Ukrainian].
  13. Dighton, J. (2003). Fungi in ecosystem processes. Marcel Decker Inc. [in English].
  14. Panfilova, A. & Mohylnytska, A. (2019). The impact of nutrition optimization on crop yield of winter wheat varieties (*Triticum aestivum* L.) and modeling of regularities of its dependence on structure indicators. *Agriculture and Forestry*, 65 (3), 157–171. DOI: <https://doi.org/10.17707/AgricultForest.65.3.13> [in English].
  15. Likhochvor, V.V., Petrichenko, V.F. (Eds.), Ivaschuk, P.V. & Korniyshuk O.V. (2010). *Roslynnytstvo. Tekhnolohiyi vyroshchuvannya sil'skohospodarskykh kultur [Plant growing. Technologies for growing crops]*. Lviv: Scientific and Production Enterprise "Ukrainian Technologies" [in Ukrainian].
  16. Bilityuk, A.P., Harbar, L.A. & Tsyhanchuk, S.M. (2012). Vplyv elementiv tekhnolohiyi vyroshchuvannya na produktyvnist pshenytsi ozymoyi v umovakh zakhidnoho polissya Ukrayiny [Influence of elements of cultivation technology on productivity of winter wheat in the conditions of the western woodland of Ukraine]. *Visnyk Poltavskoyi derzhavnoyi ahraryoi akademiyi – Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 3, 68–71 [in Ukrainian].
  17. Fedorenko, V.P. (Ed.), Markov, I.L. & Morderer, E.Y. (2015). *Strategy and tactics of plant protection [Stratehiya i taktika zakhystu roslyn]* [in Ukrainian].
  18. Patyka, V.P. & Omelyanets, T.G. (2005). Ekolohichni osnovy zastosuvannya biolohichnykh zasobiv zakhystu roslyn yak alternatyvy khimichnym pestytsydam [Ecological bases of application of biological plant protection products as an alternative to chemical pesticides]. *Ahroekolohichnyi zhurnal – Ahroecological journal*, 2, 21–24 [in Ukrainian].
  19. Sarah, J.C., Anne, M.B. & George, P.C. (2005). Regulation and biosynthesis of carbapenem antibiotics in bacteria. *Nat. Rev. Microbiol.*, 343–353 [in English].
  20. Kravchenko, N.O., Kopylov, YE.P., Holovach, O.V. & Dmytruk, O.M. (2014). Otsinka patohenosti gruntovoho hryba *Trichoderma viride* [Evaluation of the pathogenicity of the soil fungus *Trichoderma viride*]. *Silskohospodarska mikrobiolohiya – Agricultural microbiology*, 20, 23–28. DOI: <https://doi.org/10.35868/1997-3004.20.23-28> [in Ukrainian].
  21. Yakist grunt: Vyznachennya chyselnosti mikroorganizmiv u hrunti metodom posivu na tvrde (aharyzovane) zhyvlyne seredovyshe [Soil quality: Determination of the number of microorganisms in the soil by sowing on a solid (agar) nutrient medium]. (2015). *DSTU 7847:2015 from 22<sup>nd</sup> June 2015*. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy [in Ukrainian].
  22. Nasinnia silskohospodarskykh kultur. Metody vyznachennya yakosti [Seeds of agricultural crops. Methods for determining quality]. (2003). *DSTU 4138-2002 from 01<sup>st</sup> January 2004*. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy [in Ukrainian].
  23. Bilay, V.I. (1982). *Metody eksperimentalnoy mikologii [Methods of experimental mycology]*. Kyiv: Naukova dumka [in Russian].
  24. Guarro, J., Gene, J., Stchigel, M., Figueras, A. & Samson, A. (Ed.). (2012). Atlas of soil Ascomycetes. Reus Spain [in English].
  25. Tsuneo, W. (2010). Pictorial atlas of soil and seed fungi: morphologies of cultured fungi and key to species, third edition. Boca Raton [in English].
  26. Koval, E.Z., Rudenko, A.V., Voloshchuk, N.M. & Varbanets, L.D. (Ed.). (2016). *Penicillium: a guide to the identification of 132 species (reducers, destructors, pathogens, producers) [Penitsillii: rukovodstvo po identyfikatsii 132 vidov (redutsentov, destruktorov, patogenov, produtsentov)]*. Kyiv: National Research Research and Restoration Center of Ukraine [in Ukrainian].
  27. Colin, K.C., Elizabeth, M.J. & David, W.W. (Ed.). (2013). Identification of pathogenic fungi. Wiley-Blackwell, USA [in English].
  28. Mirchik, T.G. (1988). *Mycology of the soil [Mikolohiya gruntu]*. Moscow: Vidavnistvo MDU [in Russian].
  29. Khokhryakov, M.K. (1974). *Metodicheskiye ukazaniya po yeksperimental'nomu izucheniyu fitopatogennykh gribov [Guidelines for the experimental study of phytopathogenic fungi]*. Lvov: Izd-vo "Nauka" [in Russian].

Стаття надійшла до редакції журналу 16.01.2022

## ПРОДУКТИВНІСТЬ АЛТЕЇ ЛІКАРСЬКОЇ (*ALTHAEA OFFICINALIS* L.) ЗА ВИКОРИСТАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ ТА КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

Н.В. Приведенюк, В.А. Трубка, Л.А. Глущенко

Дослідна станція лікарських рослин  
Інституту агроєкології і природокористування НААН  
(с. Березоточа, Лубенський р-н, Полтавська обл., Україна)  
e-mail: [privedenyuk1983@gmail.com](mailto:privedenyuk1983@gmail.com); ORCID: 0000-0002-0748-8083  
e-mail: [trubkaval@ukr.net](mailto:trubkaval@ukr.net); ORCID: 0000-0002-2960-4137  
e-mail: [1256@ukr.net](mailto:1256@ukr.net); ORCID: 0000-0003-2329-5537

У роботі подані результати дослідження зі встановлення впливу регуляторів росту рослин та краплинного зрошення на продуктивність алтеї лікарської першого року вегетації. Виявлено, що приріст урожаю сухої трави від застосування регуляторів росту становив від 0,15 т/га до 0,88 т/га без застосування краплинного зрошення. У варіантах із застосуванням зрошення приріст урожаю сировини становив від 0,29 т/га до 1,16 т/га. Встановлено, що врожайність сухих коренів без зрошення за застосування регуляторів росту збільшувалася на 0,05–0,42 т/га відносно варіанта без внесення регуляторів росту (контроль). В умовах зрошення застосування регуляторів росту сприяло збільшенню врожайності сухих коренів алтеї лікарської на 0,12–0,47 т/га відносно контролю. Найвищу продуктивність трави алтеї лікарської було отримано за застосування препаратів Емістин та Вимпел, де врожайність становила 4,69 та 4,88 т/га без застосування краплинного зрошення, у варіантах на фоні зрошення врожайність сягала 7,31 і 7,44 т/га сухої сировини. Найвища врожайність сухих коренів алтеї лікарської без зрошення була у варіантах із внесенням препаратів Вимпел та Гумат калію, де показники врожайності становили 1,89 і 1,95 т/га. В умовах внесення регуляторів росту (контроль) 2,22–2,34 т/га було отримано у варіантах із внесенням препаратів Емістин, Гумат калію та Вимпел. За дослідження впливу краплинного зрошення на врожайність сухої сировини алтеї лікарської було виявлено позитивний вплив, у середньому по варіантах приріст урожаю від застосування зрошення становив 2,5 т/га трави та 0,39 т/га коренів. Дослідження впливу регуляторів росту на структуру врожаю трави, зокрема частку листків, було виявлено, що у варіантах без застосування зрошення відсоток листків становив у межах 43,5–46,7%. Застосування Гумату натрію забезпечило отримання сировини з найбільшою часткою листків. Найменша частка листків була на контролі та за внесення регуляторів росту Гумату калію і Емістину. В умовах зрошення частка листків у сировині сягала від 42,9 до 47,1%. Найменший відсоток листків у сировині було зафіксовано у варіанті із внесенням регулятора росту Гумат калію, найбільший відсоток листків — у варіанті із внесенням препарату Вимпел.

**Ключові слова:** *Althaea officinalis* L., ефективність, урожайність, суха сировина, трава, листки, корені, частка листків.

### ВСТУП

Алтея лікарська (*Althaea officinalis* L.) — багаторічна лікарська рослина родини мальвових (*Malvaceae*). Алтея в природних умовах поширена у країнах Європи та Азії, в Україні трапляється майже по свій території, за винятком Карпат та Кримських гір, зустрічається у басейнах Дніпра,

Сіверського Дінця, та Південного Бугу та майже відсутня у басейні Дністра. Алтея лікарська введена у промислову культуру і вирощується в Україні, країнах Західної Європи, Ірані, Китаї та Індії [1; 2].

Для виготовлення ліків на основі алтеї лікарської з давніх часів використовували сухі корені, тому більшість агротехнічних досліджень, які здійснювалися, присвячені

отриманню високих урожаїв саме коренів. Лише в останні роки фармацевтичні компанії почали використовувати і надземну частину — траву або листки [3–5; 6].

Для отримання стабільних урожаїв сировини алтеї лікарської належної якості, рослини, впродовж усього терміну формування сировини, на оптимальному рівні мають бути забезпечені ґрунтовою вологою та основними елементами живлення. Нестачу ґрунтової вологи можна компенсувати поливною водою за допомогою системи краплинного зрошення, яка добре зарекомендувала себе за вирощування сільськогосподарських культур, зокрема у овочівництві та лікарському рослинництві. До того ж, в умовах достатньої кількості вологи, ефективність внесених мінеральних добрив істотно підвищується. Для більш повного розкриття генетичного потенціалу рослин використовують регулятори росту. Вони містять збалансований комплекс біологічно активних речовин, що підвищує стійкість рослин до несприятливих чинників довкілля і стимулюють їх ріст та розвиток [7–10].

Фармакологічну ефективність лікарських засобів забезпечує сукупність фізіологічно-активних речовин, що входять до складу сировини у фізіологічно впливових кількостях. До складу коренів входять полісахариди, слиз, пектини, крохмаль, азотовмісні сполуки, жирна олія тощо. Трава містить полісахариди, слиз, пектини, флавоноїди, кумарин, фенолкарбонові кислоти, ефірну олію, вітаміни, каучукоподібні речовини тощо [4–6].

### **АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ**

Вченими України були проведені дослідження зі встановлення густоти висівання алтеї лікарської на її продуктивність, які виконувалися впродовж 1996–1998 рр. Найвищу врожайність сухих коренів 47,7 ц/га та насіння 4,6 ц/га було отримано у варіанті з густотою 90 тис. росл./га [11].

Іранські дослідники провели серію дослідів зі встановлення впливу азотних та фосфорних мінеральних добрив на вро-

жайність алтеї лікарської. Було встановлено, що азотні добрива істотно збільшують висоту рослин, площу листових пластинок та вміст хлорофілу в листках. Фосфорні добрива впливали лише на висоту рослин. Найефективнішим виявилось внесення азоту в дозі 150 кг/га та фосфору в дозі 90 кг/га [12]. Також упродовж 2012–2013 рр. іранськими вченими були проведені досліді із встановлення впливу органічних та мінеральних добрив на продуктивність алтеї лікарської. Найкращі результати за врожайністю сировини було отримано за внесення мінерального добрива у комплексі з Тіобацилом та сіркою [13].

У Польщі впродовж 2002–2005 рр. досліджували вплив способів розмноження алтеї лікарської на її продуктивність. Найвищу врожайність культури було отримано за формування плантації розсадою вирощеною в касетах. Сировину — сухі корені з найбільшим вмістом біологічно активних речовин було отримано за вирощування алтеї лікарської із замульчованим ґрунтом поліпропіленовою плівкою [14].

Через глобальні зміни клімату та посилення вимог щодо якості лікарської рослинної сировини, постає необхідність удосконалення існуючих технологій вирощування лікарських культур, особливо тих, для яких характерним є використання всієї біомаси рослини, надземних і підземних органів. Дослідження із встановлення впливу сучасних засобів інтенсифікації технології вирощування алтеї лікарської, зокрема використання системи краплинного зрошення та регуляторів росту рослин стають дедалі актуальнішими. Тому, в Дослідній станції лікарських рослин ІАП НААН проведені дослідження зі встановлення регуляторів росту рослин та зрошення на продуктивність алтеї лікарської першого року вегетації.

### **МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Дослідження здійснювали на полях Дослідної станції лікарських рослин ІАП НААН впродовж 2019–2020 рр. На площі,

де було закладено польовий дослід попередником слугувала пшениця озима. Ґрунт дослідного поля — чорнозем потужний, малогумусний, потужність гумусового горизонту 87–100 см, легкий за гранулометричним складом. Реакція ґрунтового розчину слабкокисло, за обмінною кислотністю ґрунт характеризується як середньокислий. Забезпеченість ґрунту основними елементами живлення: легкогідролізованим азотом — низька, рухомих фосфором — дуже висока, обмінним калієм — підвищена. Загальний розмір ділянок 25–45 м<sup>2</sup>, обліковий — 20–30 м<sup>2</sup>, за чотириразового повторення.

Об'єктом досліджень була алтея лікарська (*Althaea officinalis* L.) першого року вегетації. Під час проведення досліджень використано методичні підходи, які застосовуються у вітчизняній науковій практиці та в лікарському рослинництві. Зокрема, розроблення схем дослідів здійснювали за методиками Доспехова Б.О. та Ромашенка М.І. Відбір рослинних зразків, біометричні виміри й фенологічні спостереження відбувалися з урахуванням особливостей лікарських культур за методиками Брикіна А.І. та Поради О.А. [15–18].

Сівбу алтеї лікарської проводили у першій декаді квітня насінням сорту Мальвіна з нормою 7 кг/га, глибина заробки насіння 1,5 см, ширина міжрядь 45 см. Перед висівом насіння було скарифіковане (проведено пошкодження оболонки насіння для підвищення проникності вологи), схожість насіння становила 80%, енергія проростання 63%.

Впродовж вегетації вологість ґрунту у шарі 0–0,4 м підтримувалася на рівні 80–90% від найменшої вологомісткості за допомогою системи краплинного зрошення. Джерелом зрошувальної води слугувала свердловина завглибшки 21 м. Контроль за вологістю ґрунту здійснювали за допомогою тензіометрів типу ВТТ-II.

Для досліджень були використані такі регулятори росту: Вимпел, Емістин, Циркон, Івін, Гумат калію та Гумат натрію. Обприскування посівів алтеї лікарської регуляторами росту виконували 3 рази з

нормою внесення рекомендованою виробником препаратів.

Сировиною алтеї лікарської є повітряно-суха трава, зібрана у фазі цвітіння, повітряно-сухі листки та корені, зібрані в період припинення вегетації рослини донора сировини. Збір урожаю трави алтеї лікарської здійснювали у фазі масового цвітіння, на першому році вегетації цей період припадає на кінець серпня. Облік урожаю коренів проводили у першу декаду жовтня.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За дослідження впливу краплинного зрошення на врожайність сухої сировини алтеї лікарської було виявлено позитивний вплив, в середньому по варіантах приріст урожаю від застосування зрошення становив 2,5 т/га трави та 0,39 т/га коренів (табл.).

Упродовж формування надземної маси було виконано триразове позакореневе внесення низки регуляторів росту на алтеї лікарській у нормах рекомендованих виробниками. Досліджено ефективність препаратів в умовах зрошення те без зрошення — в умовах дефіциту ґрунтової вологи.

Отримані дані свідчать, що приріст урожаю сухої трави від застосування регуляторів росту становив від 0,15 т/га до 0,88 т/га, або від 4% до 22% в умовах без зрошення. У варіантах із застосуванням краплинного зрошення приріст урожаю сягав у межах 0,29–1,16 т/га, або ж 5–18%.

Урожайність сухих коренів без зрошення за застосування регуляторів росту збільшувалася на 0,05–0,42 т/га, або 3–27% відносно варіанта без внесення регуляторів росту (контроль). В умовах зрошення застосування регуляторів росту сприяло збільшенню врожайності сухих коренів алтеї лікарської на 0,12–0,47 т/га, або 6–25% відносно контролю.

У варіантах без зрошення найпродуктивніше трави алтеї лікарської було отримано за внесення препаратів Емістин та Вимпел, де врожайність становила 4,69 і 4,88 т/га відповідно. Найвищу врожайність

**Вплив позакореневого внесення регуляторів росту та краплинного зрошення на врожайність алтеї лікарської**

Варіанти		Урожайність трави, т/га	%	Урожайність коренів, т/га	%
Фактор А	Фактор В				
Без зрошення	Контроль	4,00	100	1,53	100
	Вимпел	4,88	122	1,89	124
	Емістин	4,69	117	1,77	116
	Циркон	4,44	111	1,72	112
	Івін	4,15	104	1,58	103
	Гумат калія	4,33	108	1,95	127
	Гумат натрію	4,27	107	1,69	110
На зрошенні	Контроль	6,28	100	1,87	100
	Вимпел	7,44	118	2,34	125
	Емістин	7,31	116	2,22	119
	Циркон	6,86	109	2,04	109
	Івін	6,57	105	1,99	106
	Гумат калія	7,13	114	2,24	120
	Гумат натрію	6,65	106	2,24	114
НІР <sub>0,5</sub> головних ефектів ф. А		0,22		0,07	
НІР <sub>0,5</sub> головних ефектів ф. В		0,18		0,11	
НІР <sub>0,5</sub> часткових відмінностей ф. А		0,21		0,17	
НІР <sub>0,5</sub> часткових відмінностей ф. В		0,24		0,16	

сухих коренів алтеї без зрошення було відмічено у варіантах із внесенням препаратів Вимпел та Гумат калію, де вона сягала 1,89 і 1,95 т/га. Серед досліджуваних регуляторів росту найменш ефективними щодо підвищення врожайності виявилися препарати Івін та Гумат натрію. На контрольному варіантах без внесення регуляторів росту та без застосування зрошення врожайність сухої трави алтеї становила 4,00 т/га, сухих коренів 1,53 т/га.

У варіантах із застосуванням зрошення за проведення обліку врожайності трави було встановлено, що серед досліджуваних регуляторів росту найефективнішим є внесення препаратів Емістин та Вимпел, де врожайність сягала 7,31 і 7,44 т/га сухої сировини. В умовах зрошення найвищу врожайність коренів – 2,22–2,34 т/га було отримано у варіантах із внесенням таких препаратів, як Емістин, Гумат калію та Вим-

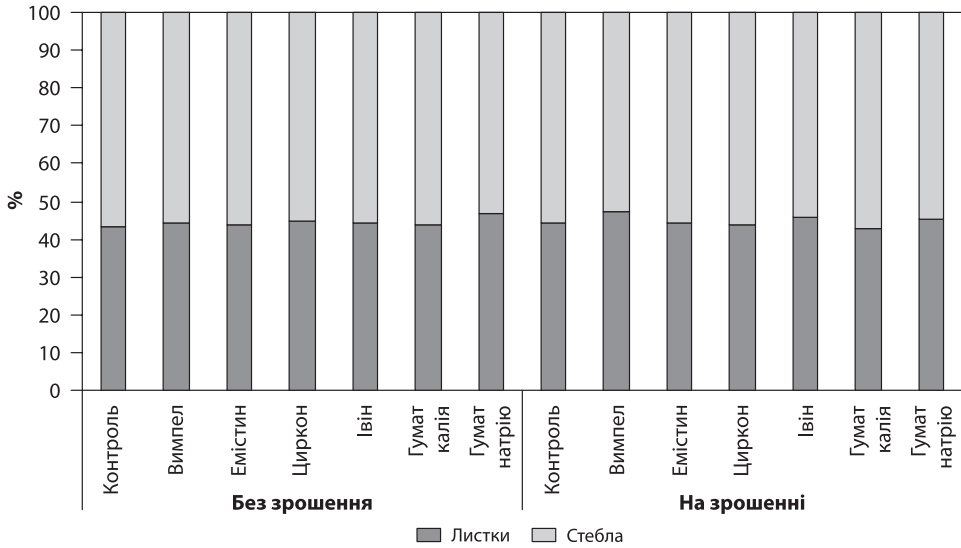
пел. Найменш ефективним було внесення Івіну, Циркону і Гумату натрію. На контрольному варіанті без внесення регуляторів росту із застосуванням зрошення врожайність сухої трави становила 6,28 т/га, сухих коренів 1,87 т/га.

Для виготовлення лікарських засобів на основі алтеї лікарської вітчизняна фармацевтична промисловість використовує корені або всю надземну частину – суху траву.

Європейські фармацевтичні компанії використовують листки та суцвіття алтеї лікарської відокремлені від стебел. З огляду на це, наші дослідження супроводжувалися проведенням структурного аналізу трави алтеї лікарської (*рис.*).

За дослідження впливу краплинного зрошення на облиствленість алтеї лікарської було встановлено, що зрошення істотно не впливає на цей показник.





Структура сухої сировини алтеї лікарської залежно від внесення регуляторів росту та використання зрошення

Дослідженням впливу внесення регуляторів росту на частку листків у сировині виявлено, що без зрошення серед досліджуваних варіантів відсоток листків становив від 43,5 до 46,7%. Застосування Гумату натрію забезпечило отримання сировини з найбільшою часткою листків. Найменша частка листків була на контролі та за внесення регуляторів росту Гумату калію і Емістину.

В умовах зрошення частка листків у сировині сягала у межах 42,9–47,1%. Найменший відсоток листків у складі трави алтеї лікарської було зафіксовано у варіанті із внесенням регулятора росту Гумату калію, найбільший відсоток листків був у варіанті із внесенням препарату Вимпел.

## ВИСНОВКИ

Встановлено, що застосування краплинного зрошення за вирощування алтеї лікарської (*Althaea officinalis* L.) сприяє підвищенню врожайності, в середньому по варіантах, сухої трави на 2,5 т/га та сухих коренів на 0,39 т/га.

Виявлено позитивний вплив регуляторів росту на продуктивність алтеї лікарської, приріст урожаю сухої трави від за-

стосування регуляторів росту становив від 0,15 т/га до 0,88 т/га, або від 4% до 22% без застосування зрошення. У варіантах із застосуванням краплинного зрошення приріст урожаю сягав у межах 0,29–1,16 т/га, або від 5–18%.

В умовах без застосування зрошення, врожайність сухих коренів за внесення регуляторів росту збільшувалася на 0,05–0,42 т/га, або 3–27% відносно варіанта без внесення регуляторів росту (контроль). За зрошення застосування регуляторів росту сприяло збільшенню врожайності сухих коренів алтеї лікарської на 0,12–0,47 т/га, або 6–25% відносно контролю.

Найвищу продуктивність трави алтеї лікарської було отримано за внесення препаратів Емістин і Вимпел, де урожайність становила 4,69 та 4,88 т/га без застосування зрошення, у варіантах із застосуванням краплинного зрошення урожайність сухої сировини сягала 7,31 і 7,44 т/га відповідно.

Найвища врожайність сухих коренів алтеї без застосування краплинного зрошення була у варіантах із внесенням препаратів Вимпел та Гумат калію, де становила 1,89 і 1,95 т/га відповідно.

В умовах застосування краплинного зрошення найвищу врожайність коренів 2,22–2,34 т/га було отримано у варіантах із внесенням препаратів Емістин, Гумат калію та Вимпел.

Отже, в результаті здійснення польових і лабораторних досліджень було встанов-

лено, що триразове позакореневе внесення регуляторів росту позитивно впливає на продуктивність алтеї лікарської та може бути рекомендовано до застосування за промислового вирощування культури для отримання сировини — листків, трави та коренів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Шелудько Л.П., Куценко Н.І. Лікарські рослини (селекція та насінництво). Полтава, 2013. С. 22–25.
2. Попова Н.В., Литвиненко В.И., Куцянн А.С. Лекарственные растения мировой флоры. Харьков: Дыса плюс, 2016. С. 418–420.
3. Колева М., Нинов Ст., Даскалов В., Илиева Ст. Исследования върху полифенольного състав на листата вот *Althea officinalis* — сорт «Русалка». *Фармація* (Болгария). 1986. № 3. С. 15–17.
4. Энциклопедический словарь лекарственных растений и продуктов животного происхождения / под ред. Г.П. Яковлева и К.Ф. Блиновой. СПб, 2002. 845 с.
5. Лікарські рослини (Енциклопедичний довідник) / за ред. А.М. Гродзинський. Київ, 1990. С. 36–37.
6. Ali Shah S.M. et al. Pharmacological activity of *Althaea officinalis* L. *Journal of Medicinal Plants Research*. 2011. Vol. 5 (24). P. 5662–5666.
7. Приведенюк Н.В., Глущенко Л.А., Трубка В.А. Вплив способів вирощування розсади та площі живлення на ріст та розвиток меліси лікарської (*Melissa officinalis* L.) в умовах краплинного зрошення. *Агроекологічний журнал*. 2020. № 1. С. 91–97.
8. Приведенюк Н.В., Глущенко Л.А., Трубка В.А. Ефективність мінеральних добрив за вирощування алтеї лікарської (*Althea officinalis* L.) в умовах зрошення. *Агроекологічний журнал*. 2021. № 1. С. 134–140.
9. Михальська О.М., Бельдїї Н.М., Дем'янюк О.С. Агроекологічна оцінка застосування регуляторів росту рослин для вирощування овочевих культур. *Агроекологічний журнал*. 2013. № 2. С. 71–75.
10. Ромащенко М.І., Шатковський А.П., Васюта В.В. Стан і перспективи застосування мікрозрошення в умовах змін клімату. *Меліорація і водне господарство*. 2020. № 2. С. 31–38.
11. Остапенко А.І., Лагутенко К.В. Особливості технології вирощування алтеї лікарської при зрошенні. *Таврійський науковий вісник*. 1999. Вип. 11. Ч. 1. С. 47–49.
12. Meyghan N. and Moradi P. The effect of nitrogen and phosphorous fertilizers on morphophysiological properties of *Althaea officinalis*. *Iranian Journal of Plant Physiology*. 2018. № 8 (4). P. 2563–2571.
13. Khorramdel S. et al. Evaluation of the Integrated Effect of Organic, Chemical and Biological Fertilizers on Yield of Marshmallow (*Althea officinalis* L.) as a Medicinal Plant. *Journal of Agroecology*. 2018. Vol. 10. № 3 (37). P. 603–620.
14. Andruszczak S. and Wisniewski J. Growth and development of marshmallow (*Althaea officinalis* L.) depending on the method of plantation establishment. *Herba Polonica*. 2007. Vol. 53. № 3. P. 63–69.
15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
16. Методичні рекомендації з проведення досліджень за краплинного зрошення / за ред. М.І. Ромащенко. Київ: ТОВ «ДІА». 2014. 46 с.
17. Брикин А.И. Проведение полевых опытов с лекарственными культурами Москва: ЦБНТИМП, 1981. 60 с.
18. Порада О.А. Методика формування і ведення колекцій лікарських рослин. Полтава: ПДАА. 2007. 50 с.

## REFERENCES

1. Sheludko, L.P. & Kutsenko, N.I. (2013). *Likarski roslyny (seleksiia ta nasinytstvo) [Medicinal plants (selection and seed production)]*. Poltava [in Ukrainian].
2. Popova, N.V., Lytvynenko, V.Y. & Kutsanian, A.S. (2016). *Lekarstvennye rasteniya myrovoi flory [Medicinal plants of the world flora]*. Kharkov [in Russian].
3. Koleva, M., Ninov, St., Daskalov, V. & Iliева, St. (1986). *Izledovaniya v'rhу polifenolniya s'stav na listata vot Althea officinalis — sort «Rusalka» [Studies on the polyphenolic composition of Althea officinalis leaves — variety "Rusalka"]*. *Farmatsiya (Bolgariya)*, 3, 15–17 [in Bulgarian].
4. Yakovleva, H.P. & Blynovo, K.F. (Eds.). (2002). *Entsyklopedychnyi slovar lekarstvennykh rasteniy y produktov zhyvotnoho proyskhozhdenniya [Encyclopedic Dictionary of Medicinal Plants and Animal Products]*. SPb [in Russian].
5. Hrodzynskiy, A.M. (Ed.). (1990). *Likarski roslyny (Entsyklopedychnyi dovidnyk) [Medicinal plants (Encyclopedic reference book)]*. Kyiv [in Ukrainian].
6. Ali Shah, S.M. et al. (2011). Pharmacological activity of *Althaea officinalis* L. *Journal of Medici-*

- nal Plants Research*, 5 (24), 5662–5666 [in English].
7. Pryvedeniuk, N.V., Hlushchenko, L.A. & Trubka, V.A. (2020). Vplyv sposobiv vyroshchuvannya rozsady ta ploshchi zhyvlennia na rist ta rozvytok melisy likarskoi (*Melissa officinalis* L.) v umovakh kraplynnoho zroshennia [Influence of methods for growing seedling and food area on the formation of vegetative mass of *Melissa officinalis* L. under the drop irrigation]. *Ahroekolohichniy zhurnal – Agroecological journal*, 1, 91–97 [in Ukrainian].
  8. Pryvedeniuk, N.V., Hlushchenko, L.A. & Trubka, V.A. (2021). Efektyvnist mineralnykh dobryv za vyroshchuvannya altei likarskoi (*Althea officinalis* L.) v umovakh zroshennia [Effectiveness of mineral fertilizers for growing *Althea officinalis* L. under irrigation conditions]. *Ahroekolohichniy zhurnal – Agroecological journal*, 1, 134–140 [in Ukrainian].
  9. Mikhalska, O.M., Beldiy, N.M. & Demyanyuk, O.S. (2013). Ahroekolohichna otsinka zastosuvannya rehulyatoriv rostu roslyn dlya vyroshchuvannya ovochevykh kul'tur [Agroecological assessment of the use of plant growth regulators for growing vegetable crops]. *Ahroekolohichniy zhurnal – Agroecological journal*, 2, 71–75 [in Ukrainian].
  10. Romashchenko, M.I., Shatkovskiy, A.P. & Vasyuta, V.V. (2020). Stan i perspektyvy' zastosuvannya mikroshroshennya v umovax zmin klimatu [Status and prospects of micro-irrigation application in the conditions of climate change]. *Melioraciya i vodne gospodarstvo – Land reclamation and water management*, 2, 31–38 [in Ukrainian].
  11. Ostapenko, A.I. & Lahutenko, K.V. (1999). Osoblyvosti tekhnolohii vyroshchuvannya altei likarskoi pry zroshenni [Features of the technology of growing marshmallow under irrigation]. *Tavriys'kyi naukovyy visnyk – Taurian Scientific Bulletin*, 11 (1), 47–49 [in Ukrainian].
  12. Meyghan, N. & Moradi, P. (2018). The effect of nitrogen and phosphorous fertilizers on morphophysiological properties of *Althaea officinalis*. *Iranian Journal of Plant Physiology*, 8 (4), 2563–2571 [in English].
  13. Khorramdel, S. et al. (2018). Evaluation of the Integrated Effect of Organic, Chemical and Biological Fertilizers on Yield of Marshmallow (*Althea officinalis* L.) as a Medicinal Plant. *Journal of Agroecology*, 10, 3 (37), 603–620 [in English].
  14. Andruszczak, S. & Wisniewski, J. (2007). Growth and development of marshmallow (*Althaea officinalis* L.) depending on the method of plantation establishment. *Herba Polonica*, 53, 3, 63–69 [in English].
  15. Brikin, A.I. (1981). *Provedieniie polievyykh opytov s liekarstviennymi kulturami [Conducting field experiments with medicinal crops]*. Moscow: TSBNTIMP [in Russian].
  16. Romashchenko, M.I. (Ed.). (2014). *Metodychni rekomendatsii z provedennia pol'ovykh doslidzhen za kraplynnoho zroshennia [Methodical recommendations for field studies on drip irrigation]*. Kyiv: DIA [in Ukrainian].
  17. Dospekhov, B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledavaniy) [The methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]*. Moscow: Agropromizdat [in Russian].
  18. Porada, O.A. (2007). *Metodyka formuvannya i vedennia kolektsii likarskykh roslyn [Methods of forming and maintaining collections of medicinal plants]*. Poltava: PSAA [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 04.12.2021

## ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН В УМОВАХ ЗАКРИТОГО ҐРУНТУ ЗА ВИРОЩУВАННЯ СІЯНЦІВ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ (*PINUS SYLVESTRIS* L.)

О.М. Нагорнюк<sup>1</sup>, С.І. Матковська<sup>2</sup>, Б.В. Матвійчук<sup>2</sup>,  
О.В. Іщук<sup>2</sup>, М.М. Світельський<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)  
e-mail: [opagornuk@ukr.net](mailto:opagornuk@ukr.net); ORCID: 0000-0002-6694-9142

<sup>2</sup> Поліський національний університет (м. Житомир, Україна)  
e-mail: [matkovska@ukr.net](mailto:matkovska@ukr.net); ORCID: 0000-0002-8019-5498  
e-mail: [bogdanmatviychuk@ukr.net](mailto:bogdanmatviychuk@ukr.net); ORCID: 0000-0002-7872-2420  
e-mail: [ischuko@ukr.net](mailto:ischuko@ukr.net); ORCID: 0000-0002-8993-8366  
e-mail: [svitmm71@ukr.net](mailto:svitmm71@ukr.net); ORCID: 0000-0003-1501-4168

Наведено результати досліджень екологічного значення регуляторів росту рослин на ріст сіянцив сосни звичайної в умовах закритого ґрунту — теплицях Соболівського лісництва Дочірного підприємства «Романівський лісгосп АПК» Житомирського обласного комунального агролісгосподарського підприємства «Житомироблагроліс» Житомирської обласної ради. Під час проведення дослідів використовувались препарати гумати калію, Епін (виробник Агріфлекс), Альга-600. Здійснено агрохімічний аналіз ґрунту в теплицях дослідного господарства. Вивчення впливу регуляторів росту на екологічний стан рослин, їх сходи та сіянці відбувалось упродовж вегетаційного періоду 2021 р. Вивчено вплив регуляторів росту рослин на насіння сосни звичайної за підготовки насінневого матеріалу до посіву, виявлено найбільшу ефективність передвисівного намочування насіння сосни звичайної у водних розчинах регуляторів росту у досліді з гуматами калію та Епіном. З'ясовано, що за обробки сіянцив у теплицях найбільший стимулювальний ефект досягається за використання розчинів Епіну та гуматів калію за концентрації 5 мг/дм<sup>3</sup> розчину, оцінено екологічний вплив на біометричні показники: висоту, діаметр кореневої шийки сіянцив. Встановлено, що в хвої сосни звичайної обробленої гуматами калію вміст  $\alpha$ -,  $\beta$ -хлорофілів сягає 70,4 мг/100 г сирової маси, разом із тим у хвої сосни звичайної обробленої регулятором росту Альга-600 цей показник становить 49,0 мг/100 г сирової маси та наближується до показників контрольної ділянки. За показниками накопичення  $\alpha$ -,  $\beta$ -хлорофілів можна прогнозувати, що сіянці оброблені гуматами калію та Епіном будуть продуктивніші за інші та не нестимуть екологічної шкоди довкіллю. Рекомендовано для агролісгосподарських підприємств, зокрема, Житомирського Полісся, а саме для Дочірного підприємства «Романівський лісгосп АПК» Житомирського обласного комунального агролісгосподарського підприємства «Житомироблагроліс» Житомирської обласної ради в умовах закритого ґрунту для отримання високоякісного посадкового матеріалу сосни звичайної використовувати стимулятори росту Епін та гумати калію з дотриманням сучасних вимог збалансованого розвитку сільськогосподарського виробництва як складової екологічної безпеки України.

**Ключові слова:** *Pinus sylvestris* L., насіння, екологічне значення впливу гуматів, збалансований розвиток, екологічна безпека агролісгосподарської продукції.

### ВСТУП

У сучасному світі глобальних обсягів набирає необхідність відтворення лісових культур і заліснення територій із залученням земель різного господарського

призначення. Це питання в Україні нині надзвичайно актуальне (рис. 1).

Здійснення щорічних масштабних робіт на кшталт Всеукраїнської акції «Створюємо ліси разом», «Озеленення планети» — 1 000 000 дерев за день, із заліснення та озелення потребує збільшення обсягів ви-



Рис. 1. Лісові ресурси України

рощування посадкового матеріалу головних лісоутворювальних порід. Саме тому актуальними є питання вирощування високоякісного садивного матеріалу сосни звичайної із використанням регуляторів росту рослин в умовах закритого ґрунту в Правобережному Поліссі України (рис. 2).

**Метою роботи** було удосконалення інтенсифікації вирощування садивного матеріалу у тепличних комплексах сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) за відтворен-

ня лісів у Романівському, Баранівському, Чуднівському, Пулинському, Новоград-Волинському р-нах Житомирської обл. Завданням досліджень було оцінити екологічну ефективність застосування нових регуляторів росту рослин та оптимальні норми їх витрат запередвисівної обробки насіння, визначити вміст  $\alpha$ -,  $\beta$ -хлорофілів у хвої сіянцив сосни звичайної, провести дослідження інтенсивності росту сіянцив залежно від виду стимуляторів росту.



Рис. 2. Сучасний стан лісів України і лісовідтворення, європейський досвід



## АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Проблемою вивчення особливостей впливу на ростові характеристики садивного матеріалу сосни звичайної в умовах відкритого ґрунту займалися такі вчені, як: Урушадзе О.Т., Урушадзе Т.Ф., Ящук І.В., Шлончак Г.А., Савущик М.П., Фурдичко О.І., Дребот О.І., Мороз В.В. та ін. [1–6]. Вчені-лісівники вивчали вплив стимуляторів росту Епін екстра, Гумат ультра, Стімпо та Мегафол на насіння методом передпосівного обробітку водними препаратами, а також агрологічне значення їх використання з точки зору ефективності впливу на розвиток рослин та мінімізації забруднення довкілля. Вешицький В.А., Дульнев П.Г. вивчали особливості застосування регуляторів росту рослин за вирощування садивного матеріалу деревних порід безпосередньо у відкритому ґрунті методом обприскування саджанців деревних порід [7]. Вченими Угаровим В.Н., Борисовою В.В. було досліджено використання препарату Байкал ЕМ-1-У для вирощування саджанців сосни звичайної в умовах відкритого та закритого ґрунту [8]. Особливостям вирощування садивного матеріалу сосни звичайної насінням із покращеними спадковими властивостями у Лівобережному Лісостепу України було присвячено роботу Тараненка Ю.М. [9]. Водночас ґрунтовних досліджень вирощування садивного матеріалу сосни звичайної у полікарбонатних теплицях Правобережного Полісся України, зокрема у регіоні Житомирського Полісся не проводилось, тому актуальність вивчення питань впливу регуляторів росту рослин на ріст сіянців сосни звичайної в умовах закритого ґрунту є безперечною з огляду на екологічну безпеку і збереження якості природного середовища.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Досліди з вирощування садивного матеріалу сосни звичайної закладали у теплицях Соболевського лісництва Дочірнього підприємства «Романівський лісгосп

АПК» ЖОКАП «Житомироблагроліс» ЖОР. У дослідженнях використовували насіння *Pinus sylvestris* L., зібране у лісових насадженнях Романівського р-ну Житомирської обл. Насіння перед висіванням намочували на 24 год у воді (контроль) та водних розчинах регуляторів росту рослин: гумати калію, Епін (виробник Агріфлекс), Альга-600. Насіння висівали в теплицях Соболевського лісництва Дочірнього підприємства «Романівський лісгосп АПК» ЖОКАП «Житомироблагроліс» ЖОР, загортали ґрунтом із наступним його ущільненням. Сходи сосни обприскували у двократній повторності за допомогою пульверизатора, водними розчинами регуляторів росту рослин у фазі масового розгортання хвої та початку росту осьового пагона – 23 травня 2021 р., 14 липня 2021 р., також 8 серпня 2021 р. з розрахунку 300 мл розчину відповідної концентрації на 1 м<sup>2</sup> посівної стрічки [10–12].

Кожний варіант дослідів розміщували на триметрових висівних десятирядкових стрічках. Вивчали ефективність комплексного застосування біогумусу з передвисівним намочуванням насіння сосни у розчинах гуматів калію (концентрація 2 та 5 мг/дм<sup>3</sup>), з обприскуванням сходів водними розчинами гумату калію (2 та 5 мг/дм<sup>3</sup>) у період масового розгортання хвої та на початку росту осьового пагона, а також гормоном росту Епіном шляхом намочування насіння сосни у розчинах (концентрація 2 та 5 мг/дм<sup>3</sup>), та обприскуванням сходів (концентрація 2 та 5 мг/дм<sup>3</sup>). Препарат Альга-600, морські водорості вносили шляхом намочування насіння сосни у розчинах (концентрація 2 та 5 мг/дм<sup>3</sup>), обприскуванням сіянців за фазами росту сходів (масове розгортання хвої, формування верхньої бруньки). Вміст хлорофілу визначали згідно з загальноприйнятими методиками [13; 14].

Наприкінці вегетаційного періоду у кожному варіанті дослідів заміряли висоту надземної частини сіянців, діаметр кореневої шийки, довжину кореневої системи, а також показники маси, зокрема стовбурця, хвої, кореневої системи.

Обробку отриманих результатів проводили методами варіаційної статистики з використанням пакетів Microsoft Word та Microsoft Excel [15–17].

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

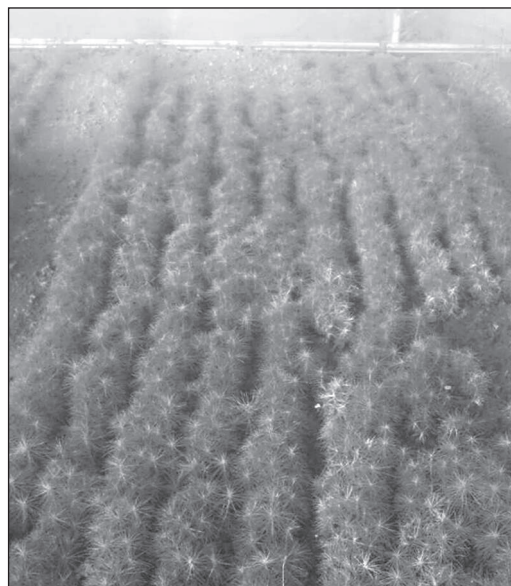
Відбір та агрохімічний аналіз ґрунту у теплицях Соболевського лісництва Дочірнього підприємства «Романівський лісгосп АПК» відбувався у березні 2021 р.

Проведені дослідження щодо вмісту азоту, фосфору й калію, органічної речовини та обмінної кислотності у ґрунті свідчать, що ґрунти у теплицях містять достатню кількість поживних речовин для вирощування високоякісного еколого-безпечногосадивного матеріалу, нейтральну і наближену до лужної ґрунтового кислотність (табл. 1).

Рухомі форми фосфору та калію знаходяться в ґрунті в достатній кількості, вміст органічної речовини ґрунту є оптимальним для вирощування сіянців сосни звичайної в тепличних умовах (рис. 3).

На підставі здійснених досліджень встановлено ефективність передвисівного намочування насіння сосни звичайної у водних розчинах регуляторів росту у досліді з гуматами калію найбільш достовірним за t-критерієм виявився вплив на висоту та діаметр кореневої шийки сіянцівза концентрації препарату 5 мг/дм<sup>3</sup> (рис. 4). Висота сіянців перевершувала контроль на 15%, діаметр — на 21–36%.

У всіх варіантах досліді маса коріння перевершувала контроль на 39–47%, а маса



**Рис. 3.** Загальний вигляд сіянців сосни звичайної на контрольній ділянці

всього сіянцю — на 21–35%, стан сіянців у вересні 2019 р. у теплицях представлено на рис. 4; 5.

Гумати калію із концентрацією у розчині 2 мг/дм<sup>3</sup> порівняно з контролем мав вплив на висоту сіянців, яка перевершувала контроль на 11%, а діаметр стовбурців біля кореневої шийки та довжина коріння — на 14%.

У розчинах Епіну ефективніша концентрація 5 мг/дм<sup>3</sup>. У цьому варіанті висота сіянців перевершує контроль на 14%, діаметр стовбурців — на 15, маса коріння — 23, сіянцю загалом — 31% (табл. 2).

Таблиця 1. Основні агрохімічні властивості тепличного ґрунту

Варіант досліді	Обмінна кислотність, рН	Гумус за Тюрніним, %	N, що легко гідролізується, за Тюрнім-Коновою, мг/100 г ґрунту	Рухомі форми за Чириковим, мг/100 г ґрунту	
				P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Теплиця № 1 (накриття плівкою)	6,7	4,2	147,0	202	100
Теплиця № 2 (полікарбонатне накриття)	5,9	5,3	152,0	230	124
Теплиця № 3 (накриття плівкою)	4,1	4,6	106,0	190	96



**Рис. 4.** Сіянци сосни звичайної, оброблені 5% розчином гуматів калію у теплиці «Соболівського лісництва» ДП «Романівський лісгосп АПК»



**Рис. 5.** Загальний вигляд сіянцив сосни звичайної, оброблених у 2-х кратній повторності розчином 5% Епіну (Агріфлекс)

Таблиця 2. Біометричні показники однорічних сіянцив сосни у дослідях з передвисівним намочуванням насіння у розчинах з регуляторами росту рослин

Концентрація, мг/дм <sup>3</sup>	Лінійні показники			
	загальна висота		діаметр кореневої шийки	
	М ± m, см/%	tst	М ± m, мм/%	tst
Контроль	9,7±0,23 / 100	—	2,9±0,04 / 100	—
<b>Гумати калію</b>				
2,0	11,3±0,33 / 100	3,80	3,1±0,05 / 100	5,16
5,0	12,3±0,29 / 100	4,11	3,3±0,06 / 100	6,28
<b>Епін (Агріфлекс)</b>				
2,0	10,2±0,34 / 100	1,19	3,0±0,04 / 100	3,67
5,0	11,3±0,27 / 100	1,57	2,9±0,04 / 100	2,17
<b>Альга-600</b>				
1,0	9,7±0,27 / 100	1,63	2,8±0,04 / 100	2,17
2,0	8,9±0,27 / 100	3,15	3,0±0,05 / 100	2,07

Примітка: tst = 1,21 (P=0,85); tst =1,73 (P=0,79).

У розчинах Альги-600 істотної різниці між обробленим матеріалом та контролем не виявлено. За намочування насіння сосни у розчинах із ростовими стимуляторами ефективнішим є варіант із нормою витрати 5 мг/дм<sup>3</sup>.

Середні показники сіянцив *Pinus sylvestris* L. контрольної групи становлять 9,7 см за загальною висотою та 2,9 мм у кореневої шийки, загальний вигляд сіянцив, які піддавались обробці Епіном наведено на рис. 5.

Зелені пігменти хвої — α-, β-хлорофіли відіграють важливу роль у процесі фотосинтезу, оскільки вони є первинними акцепторами сонячної енергії. Вміст хлорофілів залежить від багатьох чинників, зокрема: мінерального живлення рослини, температури та вологості навколишнього середовища, походження рослини. Від кількісного складу хлорофілів залежить інтенсивність фотосинтезу, а від значення кількісного складу α-хлорофілів можна стверджувати про продуктивність певного виду рослин.

Таблиця 3. Вміст хлорофілу в хвої сіянців сосни звичайної залежно від обробки стимулювальними препаратами, мг/100 г

Назва препарату	$\alpha$ -662	$\beta$ -664	Каротиноїди-440
Контроль	34,8	47,2	575,3
Гумати калію	47,1	70,4	756,4
Епін (брасинолід)	45,9	50,1	693,8
Альга-600	24,1	49,0	589,8

Дослідження вмісту хлорофілу в хвої сосни звичайної проводилися восени 2021 р., відбиралась хвоя на всіх досліджуваних ділянках.

Згідно із отриманими даними (табл. 3), у хвої міститься найбільша кількість  $\alpha$ -хлорофілів, зокрема 45,7–47,1 мг/100 г сирової маси в сіянцях, оброблених гуматами калію, а найменше  $\alpha$ -хлорофілів у хвої сіянців, оброблених Альгою-600 — 24,1–40,2 мг/100 г сирової маси.

Нагомість існує залежність між кількістю  $\alpha$ -хлорофіліву хвої та продуктивністю. Згідно з отриманими результатами можна прогнозувати, що сіянці оброблені гуматами калію та Епіном, будуть продуктивніші за інші.

За вмістом  $\beta$ -хлорофілів можна стверджувати про інтенсивність процесів фотосинтезу у хвої *Pinus sylvestris* L. Так, у останньої, обробленої гуматами калію вміст  $\beta$ -хлорофілів сягає 70,4 мг/100 г сирової маси, а в хвої сосни звичайної, обробленої препаратом Альга-600 цей показник становить 49,0 мг/100 г сирової маси та наближується до показників контрольної ділянки. Отже, можна припустити, що фотосинтез інтенсивніше протікає в хвої сіянців оброблених гуматами калію.

За результатами досліджень вмісту  $\alpha$ - і  $\beta$ -хлорофілів, із метою вирощування поліпшеного посадкового матеріалу в теплицях ДП «Романівське ЛГ» рекомендовано використовувати 5% розчин гуматів калію та Епін (Агріфлекс).

## ВИСНОВКИ

За результатами досліджень зроблені такі висновки та розроблені рекомендації

Дочірньому підприємству «Романівський лігосп АПК».

Надані результати досліджень з інтенсифікації вирощування садивного матеріалу і створення культур сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) показали екологічно збалансовані норми витрат та ефективність застосування регуляторів росту рослин щодо водорозчинних гідрофільних полімерів, приживлюваності, збереженості й росту культур сосни.

Згідно з агрохімічним аналізом, ґрунти у теплицях містять достатню кількість поживних речовин для вирощування високоякісного садивного матеріалу, нейтральну та наближену до лужної ґрунтового кислотності.

Виявлено, що найбільшу ефективність передвисівного намочування насіння сосни звичайної у водних розчинах регуляторів росту у досліді з гуматами калію, за *t*-критерієм має розчин з концентрацією препарату 5 мг/дм<sup>3</sup>. Так, за отриманими даними, висота сіянців перевершувала контроль на 15%, а діаметр — на 21–36%. За використання розчинів Епіну найбільший ефект виявлено за концентрації 5 мг/дм<sup>3</sup>. У цьому варіанті висота сіянців перевершує контроль на 14%, діаметр стовбурців — на 15, маса коріння — 23%. У хвої сосни звичайної обробленої гуматами калію вміст  $\alpha$ -,  $\beta$ -хлорофілів сягав 70,4 мг/100 г сирової маси, а в хвої *Pinus sylvestris* L., обробленої препаратом Альга-600, цей показник становив 49,0 мг/100 г сирової маси та наближується до показників контрольної ділянки.

Відтак існує залежність між кількістю  $\alpha$ - і  $\beta$ -хлорофіліву хвої та її продуктивні-

стю, за отриманими результатами можна прогнозувати, що сіянці оброблені гуматами калію та Епіном будуть продуктив-

ніші за інші. Отже, процеси фотосинтезу інтенсивніше протікають у хвої сіянців, оброблених гуматами.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Ячук І.В., Шлончак Г.А. Досвід вирощування саджанців сосни звичайної за допомогою регуляторів росту рослин у Клавдійському лісгоспі. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2019. С. 43–46.
2. Урушадзе О.Т. та ін. Агролісівництво: еколого-збалансований розвиток: навч. посіб. / за ред. О.І. Фурдичка. Тбілісі; Київ; Херсон: ВД «Гельветика», 2019. 482 с.
3. Фурдичко О.І., Дребот О.І., Кучма Т.Л., Ільєнко Т.В. Оцінювання екосистемних послуг лісів за даними дистанційного зондування Землі. *Агро-екологічний журнал*. 2019. № 4. С. 6–16. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2019.189436>
4. Фурдичко О.І., Дребот О.І., Бобко А.М. Ліс і лісові екосистеми у складі земель лісогосподарського призначення. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 10. С. 56–60. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2019.163236>
5. Мороз В.В., Шумигай І.В. Зниження вуглецепоглинальної здатності деревостанів Київського Полісся через загибель соснових лісів. *Агро-екологічний журнал*. 2020. № 1. С. 116–121. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2020.201281>
6. Михальська О.М., Бельдій Н.М., Дем'янюк О.С. Агро-екологічна оцінка застосування регуляторів росту рослин для вирощування овочевих культур. *Агро-екологічний журнал*. 2013. № 2. С. 71–75.
7. Вешицький В.А., Дульнєв П.Г., Сірик В.В. Проблеми застосування регуляторів росту рослин при вирощуванні садивного матеріалу деревних порід. *Науковій доповіді НАУ*. 4 (5). 2006. URL: <http://nd.nubir.edu.ua/2006-4/06wawsar.html>.
8. Угаров В.Н., Борисова В.В., Попов А.Ф. Використання препарату Байкал ЕМ-1-У для вирощування саджанців сосни звичайної. *Надія планети*. 2005. С. 3–6.
9. Тараненко Ю.М. Ріст і стан у перші два роки основних культур, створених із застосуванням вологонакопичувачів. *Екологічні, економічні та соціальні проблеми розвитку аграрної сфери в умовах 17 глобалізації*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів і молодих учених (м. Харків, 4–5 лист. 2015 р.). Харків: ХНАУ, 2015. Ч. 1. С. 185–187.
10. Горошко М.П., Миклуш С.І., Хомяк П.Г. Біометрія. Львів: Камула, 2004. 285 с.
11. Молотков П.І., Патлай І.М., Давидова Н.І. На-сінництво лісових порід. Київ: Урожай, 1989. 230 с.
12. Калінін М.І., Єлісеєв В.В. Біометрія: підруч. Миколаїв: Вид-во МФ НаУКМА, 2000. 204 с.
13. Поліщук О.В. Методи лабораторних і польових досліджень флуоресценції хлорофілу. *Український ботанічний журнал*. 2017. 74 (1). С. 86–93.
14. Швиденко А.І., Данілов О.М. Дендрологія. Чернівець: Рута, 2003. 384 с.
15. Zieliński R.J. Statystyka matematyczna stosowana. Elementy. Warszawa: Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, 2021.
16. Teoria matematyczna i metody statystyczne w pomagają badania w dziedzinie biologii. Zespół finansowanego ze środków UE projektu SPAECO (Spatial ecology: Bringing mathematical theory and data together), 2008-2013. URL: <https://cordis.europa.eu/article/id/188369-mathematical-theory-and-statistical-methods-to-aid-biology/pl>
17. Лапач С.Н., Чубенко А.В., Бабич П.Н. Статистичні методи в біомедичних дослідженнях з використанням Excel. Київ: Моріон, 2001. 408 с.

## REFERENCES

1. Yashchuk, I.V. & Shlonchak, H.A. (2019). Dosvid vyroshchuvannya sadzhantsiv sosny zvychnoyi za dopomohoyu rehulyatoriv rostu roslyn u Klavdiyiv's'komu lishospi [Experience in cultivating Scots pine seedling susing plant growth regulators in the Klavdiyevske Forestry Enterprise]. *Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya – Forestry and agroforestry*, 134, 43–46 [in Ukrainian].
2. Urushadze, O.T. & Furdychko, O.I. (Ed.). (2019). *Ahrolisivnytstvo: ekolo-ho-zbalansovanyi rozvytok: navch. posib [Agroforestry: ecologically balanced development]*. Kherson: VD «Helvetyka» [in Ukrainian].
3. Furdychko, O.I., Drobot, O.I., Kuchma, T.L. & Ilienko, T.V. (2019). Otsiniuvannya ekosystemnykh posluh lisiv za danymy dystantsiinoho zonduvannya Zemli [Evaluation of forest ecosystem services based on remote sensing of the Earth]. *Ahroekologichnyi zhurnal – Agroecological journal*, 4, 6–16. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2019.189436> [in Ukrainian].
4. Furdychko, O.I., Drobot, O.I. & Bobko, A.M. (2017). Lis i lisovi ekosystemy u skladi zemel lisohospodarskoho pryznachennia [Forest and forestecosystem saspart of forest lands]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 10, 56–60. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2019.163236> [in Ukrainian].
5. Moroz, V.V. & Shumyhai, I.V. (2020). Znyzhennia vuhletsepolnyalnoi zdatnosti derevostaniv Kyivskoho Polissia cherez zahybel sosnovykh lisiv [Decrease in carbon-absorbing capacity of stands of Kyiv Polissya due to loss of pine forests]. *Ahroekologichnyi zhurnal – Agroecological journal*, 1, 116–121. DOI:



- <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2020.201281> [in Ukrainian].
6. Mikhalska, O.M., Beldiy, N.M. & Demyanyuk, O.S. (2013). Ahroekologichna otsinka zastosuvannya rehulyatoriv rostu roslyn dlya vyroshchuvannya ovochevykh kul'tur [Agroecological assessment of the use of plant growth regulators for growing vegetable crops]. *Ahroekologichnyi zhurnal – Agroecological journal*, 2, 71–75 [in Ukrainian].
  7. Veshitsky, V.A., Dulnev, P.G. & Sirik, V.V. (2006). Problemy zastosuvannya rehulyatoriv rostu roslyn pry vyroshchuvanni sadyvnoho materialu derevnykh porid [Application problems of plant growth regulators at cultivation of plant material of woods species]. *Naukovi dopovidi Natsionalnoho ahrarnoho universytetu – Scientific reports of NAU*, 4 (5). URL: <http://nd.nubip.edu.ua/2006-4/06wawsar.html> [in Ukrainian].
  8. Uharov, V.N., Borysova, V.V. & Popov, A.F. (2005). Vykorystannya preparatu Baikal EM-1-U dlia vyroshchuvannya sadzhantsiv sosny zvychainoi [The use of the drug Baikal EM-1-U for growing in seedlings of Scots pine]. *Nadiiaplanety – The hope of the planet*, 3–6 [in Ukrainian].
  9. Taranenko, Yu.M. (2015). Rist i stan upershi dva roky sosnovykh kultur, stvorenykh iz zastosuvanniam volohonakopychuvachiv [Growth and condition in the first two years of pine crops created with the use of moisture accumulators]. *Ekologichni, ekonomichni ta sotsial'ni problem rozvytku ahrarnoyi sfery v umovakh 17 hlobalizatsiyi: materialy mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi studentiv, aspirantiv i molodykh uchenykh [Ecological, economic and social problems of agricultural development in the context of globalization: materials of the international scientific-practical conference of students, graduate students and young scientists]*. (pp. 185–187). Kharkiv [in Ukrainian].
  10. Horoshko, M.P., Myklush, S.I. & Khomiuk, P.H. (2004). *Biometriia [Biometrics]*. Lviv [in Ukrainian].
  11. Molotkov, P.I., Patlai, I.M. & Davydova, N.I. (1989). *Nasimnytstvo lisovykh porid [Seed production of forest species]*. Kyiv [in Ukrainian].
  12. Kalinin, M.I. & Yelisieiev, V.V. (2000). *Biometriia [Biometrics]*. Mykolaiv [in Ukrainian].
  13. Polishchuk, O.V. (2017). Metody laboratornykh i polovykh doslidzhen fluorestsentsii khlorofilu [Methods of laboratory and field studies of chlorophyll fluorescence]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal – Ukrainian Botanical Journal*, 74 (1), 86–93 [in Ukrainian].
  14. Shvydenko, A.I. & Danilov, O.M. (2003). *Dendrologiia [Dendrology]*. Chernivtsi [in Ukrainian].
  15. Zieliński, R.J. (2021). Statystyka matematyczna stosowana. Elementy. Warszawa [in Polish].
  16. Teoria matematyczna i metody statystyczne wspomagają badania w dziedzinie biologii. Zespół finansowanego ze środków UE projektu SPAECO (Spatial ecology: Bringing mathematical theory and data together), 2008-2013. URL: <https://cordis.europa.eu/article/id/188369-mathematical-theory-and-statistical-methods-to-aid-biology/pl> [in Polish].
  17. Lapach, S.N., Chubenko, A.V. & Babych, P.N. (2001). *Statystychni metodyv biomedychnykh doslidzhen niakh z vykorystanniam Excel [Statistical methods in biomedical research using Excel]*. Kyiv [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 31.10.2021

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ НОВИХ ШТАМІВ *RHIZOBIUM* НА ПОСІВАХ БОБОВИХ КУЛЬТУР

А.С. Левішко<sup>1</sup>, І.І. Гуменюк<sup>1</sup>, Є.Д. Ткач<sup>1</sup>, Ю.В. Терновий<sup>2</sup>, Ю.А. Кравчук<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)

e-mail: [alodua2@gmail.com](mailto:alodua2@gmail.com); ORCID: 0000-0003-4037-1730

e-mail: [gumenyuk.ir@gmail.com](mailto:gumenyuk.ir@gmail.com); ORCID: 0000-0002-6692-0171

e-mail: [bio\\_eco@ukr.net](mailto:bio_eco@ukr.net); ORCID: 0000-0002-0666-1956

<sup>2</sup> Сквирська дослідна станція органічного виробництва ІАП НААН

(м. Сквиря, Київська обл., Україна)

e-mail: [ternowoj@i.ua](mailto:ternowoj@i.ua); ORCID: 0000-0002-5829-5089

e-mail: [doslidna\\_skvira@meta.ua](mailto:doslidna_skvira@meta.ua)

Уже багато років застосування бобово-ризобіальних систем та розробка ефективних, конкурентоспроможних мікробних препаратів є невід'ємною частиною органічного землеробства. Бобові культури потребують багато азоту для утворення бульбочок та подальшого синтезу білків. Доступний азот у ґрунті можна отримати з добрив та результатів фіксації вільного азоту ризобіями. Бобові рослини здатні використовувати  $N_2$  з повітря у результаті симбіозу із бульбочковими бактеріями. Внесені органічні речовини також можуть бути використані бобовими рослинами як макроелементи незамінні для рослин, які ризобії використовують як джерело енергії. Метою цього дослідження було дослідити органічні добрива на основі симбіотичних бактерій, які впливають на ріст і врожайність сої та гороху. Польові випробування проводили на дослідних полях Сквирської дослідної станції органічного виробництва Інституту агроекології і природокористування НААН (Україна, Київська обл., м. Сквиря) впродовж 2020–2021 рр. Культуру як швидкорослих бульбочкових бактерій *R. leguminosarum* bv. *viciae*, так і повільнорослих бактерій *V. jarrowicum* вирощували на манітно-дріжджовому середовищі впродовж 7 діб при 26–28°C. Азотофіксувальну активність кореневих бульбочок визначали ацетиленовим методом. У роботі наведено результати досліджень зі встановлення ефективності застосування нових штамів інокулянтів на посівах бобових культур сої сорту Моравія та гороху сорту Стартер в умовах Київської обл., Сквирської дослідної станції органічного виробництва Інституту агроекології і природокористування НААН. Було показано значний вплив нових штамів ризобій для інокуляції бобових культур на фенологічні показники та врожайність цих культур в умовах інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур у Правобережному Лісостепу України. Продемонстровано, що інокуляція бобових штамми *V. jarrowicum* EL 35 та *R. leguminosarum* bv. *viciae* PS 12 стимулює розвиток рослин упродовж їх вегетації та дає змогу отримати ефективні симбіотичні системи з високим рівнем азотофіксації, внаслідок якої можна одержати збільшення врожайності бобових культур від 16,2 до 20,4%.

**Ключові слова:** симбіотичні системи, *V. jarrowicum*, *R. leguminosarum* bv. *viciae*, інокуляція насіння, ризобії.

### ВСТУП

Бобові є дуже важливими сільськогосподарськими культурами, оскільки містять багато білка. Високий вміст білка потребує багато азоту для їх росту. Наразі для збільшення росту та розвитку рослин використовують хімічні добрива. Постійне вне-

сення хімічних добрив сприяє отруюванню ґрунту та забруднює навколишнє середовище, тому необхідно шукати альтернативні добрива, які не мають побічних ефектів і не впливають негативно на навколишнє середовище. Альтернативним може бути використання біологічних добрив. Одним із видів таких добрив є препарати на основі симбіотичних бактерій *Rhizobium*, які здат-

ні фіксувати азот із повітря. Перевагами використання цих бактерій як біологічного добрива є їх безпечність та відсутність побічних ефектів, ефективність використання без небезпеки забруднення навколишнього середовища, відносно дешеві ціни й відносно проста технологія, здатна покращити структуру ґрунту, а значить, підвищити врожайність сільськогосподарських культур. У польових умовах інокульовані штами ризобій мають менший рівень виживання порівняно з місцевими штамми. Для того, щоб випередити місцеві угруповання ризобій, важливим є не тільки мати високу ефективність бульбочкоутворення, але й підвищити їх компетентність у ґрунті, зокрема, ризосфері. Успішне використання бобових у сільському господарстві буде залежати від належного формування ефективного симбіозу із кореневими бульбочковими бактеріями. Важливим компонентом для збільшення використання бобових є інтеграція селекції та розвитку сортів із відповідними дослідженнями, що ведуть до відбору елітних штамів бульбочкових бактерій. Крім того, дослідження в цих областях підвищують переваги для фермерів за рахунок прогресу у застосуванні відповідних технологій інокуляції для внесення нових штамів бактерій у ґрунт із підвищеною здатністю до виживання. Ключовою ознакою симбіотичного зв'язку між бульбочковими бактеріями та бобовими рослинами є дуже високий ступінь специфічності, необхідний для ефективного утворення симбіотичних систем певної бобової рослини-живителя. Тому, особливо актуальним є виділення та впровадження нових ефективних штамів у якості біологічних препаратів для покращання росту, розвитку та урожайності бобових рослин [1; 2]. Одним із найперспективніших і дієвих, вважається застосування бобово-ризобіальних систем та розробка ефективних, конкурентоспроможних мікробних препаратів. Уже багато років такі препарати є невід'ємною частиною органічного землеробства. Також в інтенсивних технологіях, лише завдяки таким, можливим є без зниження досягнутого рівня сільськогосподарського

виробництва зменшити його собівартість, шкідливий вплив на навколишнє природне середовище і водночас досягти екологічно чистої продукції [2; 3]. Таким чином, інокуляція насіння бобових активними штамми ризобій дає можливість відмовитись від використання азотних добрив. Це допоможе не лише істотно зменшити собівартість вирощування цієї культури, але й знизити забруднення навколишнього середовища, яке формується внаслідок використання сполук азоту.

Ефективні симбіотичні системи здатні збагатити ґрунти біологічним азотом, покращити екологічну ситуацію, і, не лише позитивно вплинути на врожайність, але й на якість аграрної продукції. За майже сторічну історію використання біологічних добрив на бобових культурах їх економічна ефективність та біологічна безпека не викликає сумнівів. Однак, разом із тим, довготривале використання інокулянтів призвело до формування у ґрунтах алохтонних популяцій ризобій, які успішно конкурують із новими штамми комерційних продуктів за можливість інвазії у корені бобових рослин і формування бульбочок, проте, зазвичай поступаються їм за азотофіксувальним потенціалом і здатністю до підвищення врожаю.

Конкурентоспроможність штамів знаходиться під контролем як внутрішньої детермінанти — генотипу мікроорганізму, так і зовнішніх чинників, таких як фізіологія рослини-симбіонта, вплив абіотичних чинників, толерантність до пестицидів та агрохімікатів, які застосовуються в технологіях вирощування сільськогосподарської культури [1].

Тому, відбір високоефективних штамів, які адаптувались до локальних ґрунтово-кліматичних умов і набули стійкості до засобів живлення та захисту рослин є найперспективнішою стратегією підвищення ефективності мікробних інокулянтів.

## АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Бобові культури, як важлива складова сівозміни, вже давно набули значного поши-

рення і потреба в них лише зростає з року в рік [4]. Так, наприклад, лише гороху органічного виробництва, Україна вийшовши на ринки Європи, експортувала 6,7 тис. т, за даними 2019 р. [5]. Завдяки збільшенню площі під бобовими та значній кількості інокулянтів для них, часто з'являються повідомлення про нездатність штамів ризобій подолати конкуренцію, створену саме алохтонними популяціями бактерій. Тому, серед усіх науковців світу простежується постійний пошук ризобій вже адаптованих до місцевих умов, що будуть більш високоефективними, перспективними та конкурентоспроможними [6–10]. Так, наприклад, група бельгійських вчених розробила оптимальну стратегію інокуляції сої в регіонах із помірним кліматом. При цьому вони не лише відзначили, що штами *Bradyrhizobium diazoefficiens* найкраще адаптовані до згаданих кліматичних умов, але й показали вплив різних доз інокулянтів та термінів обробки насіння на ефективність сформованого симбіозу. W. Jarecki показав, що незважаючи на обробку насіння навіть високоефективними штамми їх дія може дуже сильно залежати від погодних умов [11; 12].

Також існує інформація, що для кращого ефекту від обробки ризобіальними штамми треба використовувати ті, які мають більш високу толерантність до висихання на насінні або сумісні з додаванням певних осмопротекторів та відповідних адгезивів, які допомагають штамам бути більш стійкими до певних стресових факторів [13]. Тобто, зважаючи на неймовірну кількість чинників, що можуть впливати на створення симбіотичної системи, науковці не припиняють проводити пошук нових штамів-симбіонтів бобових рослин та постійно перевіряти їх вплив на рослини в польових умовах.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Польові випробування здійснювали на дослідних полях Сквирської дослідної станції органічного виробництва Інституту агроєкології і природокористування НААН

(Україна, Київська обл., м. Сквир) впродовж 2020–2021 рр.

Дослідні поля розташовані в геоморфологічному районі Придніпровського плато в підрайоні «б» першого агрокліматичного району Київської обл. Тип ґрунту дослідних полів — чорнозем типовий малогумусний, за гранулометричним складом крупнопилувато-середньосуглинковий. Фізико-хімічні властивості ґрунту Сквирської дослідної станції такі: вміст гумусу в шарі ґрунту 0–20 см сягає 3,0% (за Тюрином), легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) — 6,6 мг, рухомого фосфору — 147 мг/кг і обмінного калію — 152 мг/кг (за Чириковим). Реакція ґрунтового розчину слабокисла (рН=5,2).

У роботі використовували такі сільськогосподарські культури:

- соя сорт Моравія середньостиглий, (120–139 діб);
- горох сорту Стартер середньостиглий, (78–98 діб).

Для обробки насіння використовували штами *Bradyrhizobium japonicum* EL 35 та EL 11 і *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* PS 11 та PS 12 із колекції відділу агроєкології і біобезпеки Інституту агроєкології і природокористування НААН.

Відбір рослин для дослідження проводили у такі фізіологічно важливі для культури фази:

- **соя:** I відбір — фаза трьох справжніх листків; II відбір — фаза бутонізації; III відбір — фаза цвітіння;
- **горох:** I відбір фаза 7–8 пар листків; II відбір — фаза бутонізації; III відбір — початок утворення бобів.

Посів рослин здійснювали на глибині 3–5 см з розрахунку 100 кг/га, ширина міжрядь — 45 см. Повторність дослідів — триразова, облікова площа ділянок 25 м<sup>2</sup>.

Насіння рослин сої перед посівом інокулювали азотофіксуючими бактеріями *B. japonicum* — штамми EL 35 та EL 11.

Насіння рослин гороху інокулювали азотофіксуючими бактеріями *R. leguminosarum* bv. *viciae* — штамми PS 11 та PS 12.

Культуру як швидкорослих бульбочкових бактерій *R. leguminosarum* bv. *viciae*, так

і повільнорослих бактерій *B. japonicum* вирощували на манітно-дріжджовому середовищі впродовж 7 діб при 26–28°C. Склад манітно-дріжджового середовища (г/л):  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  – 0,5;  $\text{MgSO}_4$  – 0,2;  $\text{NaCl}$  – 0,1;  $\text{CaCO}_3$  – сліди, дріжджовий екстракт – 1,0; маніт – 10,0 (рН 6,8–7,2). Інокуляційне навантаження на насіння становило  $10^8$ – $10^9$  кл/мл.

Азотофіксувальну активність кореневих бульбочок визначали ацетиленовим методом [14]. Газову суміш аналізували на хроматографі «Agilent 6850». Визначення проводили у 5-кратній біологічній повторності.

Польові та лабораторні дослідження проводили за загальноприйнятими методиками [15; 16]. Облік урожаю насіння сої та гороху здійснювали вимірювально-ваговим методом з облікової ділянки.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У лабораторних дослідженнях нами було відібрано перспективні ізоляти ризобій, що за основними симбіотичними властивостями: вірулентністю, конкурентоспроможністю та азотофіксувальною активністю здатні конкурувати із мікроорганізмами, які використовують у виробництві іноземних комерційних інокулянтів та можуть бути основою нових більш ефективних біологічних добрив, адаптованих для використання в ґрунтово-кліматичних умовах України [1]. Ці мікроорганізми стали основою для створення колекції мікроорганізмів відділу агроєкології і біобезпеки Інституту агроєкології і природокористування НААН. Для перевірки їх ефективності було проведено низку польових досліджень із використанням інокулянтів, створених на їх основі на посівах бобових культур.

Відомо, що для збільшення кількості азотофіксувальних мікроорганізмів у ґрунті та відповідно для підвищення продуктивності бобових рослин, широко використовується передпосівна обробка насіння активними культурами бульбочкових бактерій. Цей тип мікроорганізмів здатний

впливати на рослину в процесі її росту та розвитку, покращуючи або погіршуючи не лише здатність до створення врожаю, але й ростові характеристики [17]. Тому, першим етапом наших досліджень став аналіз динаміки наростання вегетативної маси інокульованих рослин. Так, аналіз рослин сої показав, що у фазі 3-х справжніх листків (I відбір) будь-який із інокульованих варіантів мав достовірно вищу наземну масу, порівняно із контрольним (неінокульованим) варіантом. Однак, якщо інокуляція штамом EL 11 сприяла збільшенню наземної маси на 24%, то інокуляція штамом EL 35 на 45%. На нашу думку, значна різниця у вегетативній масі між варіантами з інокуляцією та контрольним варіантом пов'язана не лише із рістстимулювальними властивостями використаних мікроорганізмів, а й із низьким рівнем мінерального азоту, що присутній у ґрунті.

Аналіз маси рослин сої у фазі бутонізації (II відбір) показав, що ефективність інокуляції штамом EL 35 була значно вищою, порівняно із обробкою штамом EL 11. Так, вегетативна маса рослин сої у варіантах з інокулюванням штамом EL 35 перевищувала контроль на 94%. Ефективність цього штаму відносно EL 11 сягала 72%. Так, наземна маса рослин, оброблених ризобіями *B. japonicum* EL 11, залишалася вищою, порівняно із контрольним варіантом. Однак різниця була значно меншою, ніж у фазі бутонізації та становила 12%.

У фазі цвітіння сої (III відбір) виявлена раніше тенденція зберігалась. За виключенням варіанта із обробкою штамом EL 11. На цьому етапі наземна маса рослин виявилась меншою порівняно із контрольним варіантом на 8%. Однак різниця була статистично недостовірною.

Нижчий рівень наростання вегетативної маси за умов обробки штамом EL 11 є можливим наслідком його високої інфекційності та як результат, відтоку фотосинтетичних асимілятів на користь процесу створення симбіотичного апарату.

Щодо рослин гороху, то інокуляція обома штамми *R. leguminosarum* bv. *viciae* PS 11 та PS 12 однаковою мірою сприяла



збільшенню вегетативної маси рослин гороху.

Динаміка розвитку кореневої системи рослин сої мала іншу закономірність (на відміну від розвитку її вегетативної маси). Різниця між варіантами спостерігалась лише у першому відборі. Найбільшою була маса коренів у рослин інокульованих штамом *B. japonicum* EL 35 (всіх досліджуваних фаз розвитку рослин). Різниця між рослинами контрольного варіанта та інокульованими штамом *B. japonicum* EL 11 майже не було у I відборі. Однак, починаючи з II відбору всі рослини практично вирівнялись по масі кореня та різниці між варіантами не спостерігалось, незалежно від штаму яким проводилася обробка насіння.

Інокуляція рослин гороху сприяла поступовому та стабільному збільшенню маси кореня. Так, у III відборі (початок утворення бобів) обробка насіння гороху штамом *R. leguminosarum* bv. *viciae* PS 12 призводила до збільшення маси кореня на 56%, а за умов обробки *R. leguminosarum* bv. *viciae* PS 11 на 43%. Все це свідчить про позитивний вплив інокуляції обома використаними штамми, оскільки корінь є важливим органом рослини не лише для

закріплення рослини у ґрунті, але й у поглинанні з нього води з розчиненими у ній поживними речовинами необхідними для розвитку рослин.

Динаміка формування симбіотичного апарату (табл. 1) показала: контрольні рослини сої взагалі не утворили бульбочок, що є свідченням відсутності спонтанної інокуляції в ґрунті внаслідок відсутності в ньому цих мікроорганізмів. Контрольні ж рослини гороху утворили незначну кількість бульбочок, що є наслідком присутності в ґрунті алохтонних ризобій.

У фазі 3-х справжніх листків сої (I відбір) кількість та маса бульбочок за умов інокуляції обома штамми були приблизно однакові. Починаючи з II відбору ми спостерігали значне збільшення кількості бульбочок у варіанті з інокуляцією штамом *B. japonicum* EL 11. Найбільша кількість бульбочок на сої була утворена за умов інокуляції штамом *B. japonicum* EL 11, але їх маса була нижчою, це вказує на їх, імовірно, меншу активність. Тобто, штам *B. japonicum* EL 11 проявив себе як високоінфекційний, але слабоактивний. Штам *B. japonicum* EL 35 утворив меншу кількість бульбочок, але їх маса була більшою.

Таблиця 1. Маса та кількість бульбочок сої та гороху, інокульованої відповідними штамми *B. japonicum* та *R. leguminosarum* bv. *viciae* різної ефективності

Варіант	Маса бульбочок (г/рослину) / Кількість бульбочок (шт./рослину)		
	I відбір	II відбір	III відбір
<b>Соя</b>			
Контроль соя (без інокуляції)	—	—	—
Соя + <i>B. japonicum</i> EL 35	0,11 ± 0,001 / 27,57 ± 0,87	0,26 ± 0,02 / 23,57 ± 4,08	0,43 ± 0,01 / 24,57 ± 2,71
Соя + <i>B. japonicum</i> EL 11	0,09 ± 0,003 / 28,14 ± 2,79	0,19 ± 0,004 / 56,71 ± 2,38	0,33 ± 0,02 / 76,42 ± 9,52
<b>Горох</b>			
Контроль горох (без інокуляції)	0,06 ± 0,001 / 1,41 ± 0,001	0,11 ± 0,001 / 7,61 ± 0,001	0,07 ± 0,001 / 4,11 ± 0,001
Горох + <i>R. leguminosarum</i> bv. <i>viciae</i> PS 11	0,12 ± 0,002 / 29,33 ± 1,79	0,36 ± 0,02 / 54,14 ± 2,71	0,44 ± 0,01 / 20,11 ± 1,29
Горох + <i>R. leguminosarum</i> bv. <i>viciae</i> PS 12	0,11 ± 0,001 / 31,13 ± 1,81	0,41 ± 0,02 / 51,11 ± 2,28	0,39 ± 0,01 / 18,12 ± 1,01

Інокуляція насіння рослин гороху обома штамми *R. leguminosarum* bv. *viciae* однаковою мірою стимулювала утворення великої кількості й маси бульбочок упродовж усіх трьох відборів. Також ми спостерігаємо, що контрольні рослини гороху утворили незначну кількість бульбочок, завдяки інфікуванню, так званими «дикими расами», алохтонних популяцій ризобій присутніх у ґрунті.

Дослідження динаміки симбіотичних систем сої показало, що найефективнішою виявилася інокуляція насіння штамом *B. japonicum* EL 35. Тобто, не зважаючи на меншу кількість бульбочок, їх більша вага стала показником їх ефективності. Наше припущення щодо штаму *B. japonicum* EL 11, який утворив багато дрібних бульбочок і проявив себе як високоінфекційний, але менш активний, підтвердилося.

Вивчення біологічної ефективності (азотофіксувальної активності) інокуляції гороху штамми *R. leguminosarum* bv. *viciae* PS 11 та *R. leguminosarum* bv. *viciae* PS 12 показало позитивний ефект від їх застосування на рослинах гороху (табл. 2). Однак, азотофіксувальна активність симбіотичних систем гороху за використання препарату на основі штаму *R. leguminosarum* bv. *viciae* PS 12 була вищою, ніж за використання штаму *R. leguminosarum* bv. *viciae* PS 11 і

перевищувала на 34,7% відповідно. Також, ми спостерігаємо, що бульбочки, які утворилися на контролі внаслідок спонтанної інокуляції, мають дуже низьку азотофіксувальну активність.

За час вирощування рослин у польових умовах головним критерієм оцінки дії будь-якого чинника є урожайність культури. Так, у табл. 2 відображено приріст урожаю у рослин інокульованих відповідними для них штамми ризобій. Найбільший приріст урожайності сої був за умов інокуляції штамом *B. japonicum* EL 35 і сягав 20,4%. Обробка менш ефективним штамом *B. japonicum* EL 11 дала приріст у 18,6%. Обробка насіння гороху *R. leguminosarum* bv. *viciae* PS 11 та *R. leguminosarum* bv. *viciae* PS 12 також показала свою високу ефективність та продемонструвала приріст урожаю, порівняно із контролем, 16,2 і 18,9% відповідно (табл. 3).

Отримані результати показали, що використання для інокуляції сої штаму *B. japonicum* EL 35 та для інокуляції гороху штаму *R. leguminosarum* bv. *viciae* PS 12 стимулює розвиток рослин упродовж їх вегетації. Така обробка дає можливість отримати симбіотичні системи з високим рівнем фіксації атмосферного азоту, внаслідок якої можна отримати істотний приріст урожайності цих бобових культур.

Таблиця 2. Динаміка симбіотичних систем сої та гороху, утворених за участю відповідних штамів *B. japonicum* та *R. leguminosarum* bv. *viciae* різної ефективності

Варіант	Азотофіксувальна активність, мкмоль C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /(рослину · год)		
	I відбір	II відбір	III відбір
<b>Соя</b>			
Контроль соя (без інокуляції)	—	—	—
Соя + <i>B. japonicum</i> EL 35	0,14 ± 0,009	0,92 ± 0,130	1,49 ± 0,214
Соя + <i>B. japonicum</i> EL 11	0,09±0,001	0,59±0,001	0,89±0,001
<b>Горох</b>			
Контроль горох (без інокуляції)	0,06 ± 0,001	0,11 ± 0,16	0,83 ± 0,16
Горох + <i>R. leguminosarum</i> bv. <i>viciae</i> PS 11	1,11 ± 0,19	1,39 ± 0,19	2,13 ± 0,19
Горох + <i>R. leguminosarum</i> bv. <i>viciae</i> PS 12	1,81 ± 0,23	2,27 ± 0,23	2,87 ± 0,23

Таблиця 3. Ефективність інокуляції сої та гороху відповідними штамми *B. japonicum* та *R. leguminosarum* bv. *viciae*

Варіант	Урожай, ц/га	Приріст урожаю порівняно з контролем	
		ц/га	%
<b>Соя</b>			
Контроль соя (без інокуляції)	32,8 ± 1,2	—	—
Соя + <i>B. japonicum</i> EL 35	39,5 ± 1,3	6,7	20,4
Соя + <i>B. japonicum</i> EL 11	38,9 ± 0,7	6,1	18,6
<b>Горох</b>			
Контроль горох (без інокуляції)	26,5±1,1	—	—
Горох + <i>R. leguminosarum</i> bv. <i>viciae</i> PS 11	30,8±1,4	4,3	16,2
Горох + <i>R. leguminosarum</i> bv. <i>viciae</i> PS 12	31,5±1,2	5	18,9

### ВИСНОВКИ

Використання для інокуляції сої штаму *B. japonicum* EL 35 та для інокуляції гороху штаму *R. leguminosarum* bv. *viciae* PS 12 стимулює розвиток рослин упродовж їх вегетації та дає змогу отримати симбіотичні системи з високим рівнем азотофіксації. Дослідження динаміки симбіотичних систем сої показало, що найефективнішою виявилася інокуляція насіння штамом *B. japonicum* EL 35, не зважаючи на втричі меншу кількість бульбочок їх вага була більшою на 39,6%. Азотофіксувальна ж

активність симбіотичних систем гороху за використання препарату на основі штаму *R. leguminosarum* bv. *viciae* PS 12 була вищою, ніж за використання штаму *R. leguminosarum* bv. *viciae* PS 11 і перевищувала на 34,7%. Натомість за вирощування рослин у польових умовах головним критерієм оцінки дії сформованих симбіотичних систем є урожайність культури, нами було охарактеризовано приріст урожайності в дослідженнях цих бобових культур — від 16,2 до 20,4% відповідно.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Гуменюк І.І., Левішко А.С., Ткач Є.Д., Мазур С.О. Скринінг та характеристика перспективних штамів *Bradyrhizobium japonicum*, адаптованих до агрокліматичних умов України. *Мікробіологія в сучасному сільськогосподарському виробництві: Матеріали XIV наукової конференції молодих вчених* (м. Чернігів, 27–28 жовт. 2020 р.). Чернігів, 2020. С. 82–85.
2. Глянько А.К., Ищенко А.А., Филинова Н.В. Бобово-ризобіальний симбіоз: некоторые современные знания. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Сер.: Біологія*. 2017. Вип. 3. С. 6–22. DOI: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhnaui\\_biol\\_2017\\_3\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhnaui_biol_2017_3_3)
3. Волкогон В.В. Мікробіологічні аспекти оптимізації азотного удобрення сільськогосподарських культур. Київ: Аграрна наука, 2007. 144 с.
4. Тертична О.В., Селінний М.М., Рябуха Г.І. та ін. Оцінювання ефективності взаємодії хімічних та біологічних препаратів за передпосівної обробки сої. *Агроекологічний журнал*. 2021. № 3. С. 54–60. DOI: <http://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2021.240322>
5. Терновий Ю.В., Городиська І.М., Ліщук А.М. та ін. Вплив біологічних препаратів на урожайність та посівні якості гороху посівного (*Pisum sativum* L.) за органічного насінництва. *Агроекологічний журнал*. 2021. № 3. С. 72–81. DOI: <http://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2021.240324>
6. Симочко Л.Ю., Дем'янюк О.С. Мікробіом ґрунту культурних рослин за різних агротехнологій. *Агроекологічний журнал*. 2018. № 2. С. 82–93. DOI: <http://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2018.157862>

7. Chibebaabe A.M. et al. Isolation, characterization and selection of indigenous *Bradyrhizobium* strains with outstanding symbiotic performance to increase soybean yields in Mozambique. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2017. Vol. 246. P. 291–305. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.06.017>
8. Shahzad F. et al. Microbiological studies on *Rhizobium leguminosarum* isolated from pea (*Pisum sativum* L.). *Bangladesh Journal of Botany*. 2019. Vol. 48. № 4. P. 1223–1229. DOI: <https://doi.org/10.3329/bjb.v48i4.49079>
9. Zilli J.É. et al. Biological N<sub>2</sub> fixation and yield performance of soybean inoculated with *Bradyrhizobium*. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 2021. Vol. 119. P. 323–336. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10705-021-10128-7>
10. Suproniene S. et al. Selection of *Rhizobium* strains for inoculation of Lithuanian *Pisum sativum* breeding lines. *Symbiosis*. 2021. Vol. 83. P. 193–208. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13199-021-00747-7>
11. Pannecouque J. et al. Temperature as a key factor for successful inoculation of soybean with *Bradyrhizobium* spp. under cool growing conditions in Belgium. *The Journal of Agricultural Science*. 2018. Vol. 156. Is. 4. P. 493–503. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0021859618000515>
12. Jarecki W. Reaction of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) to seed inoculation with *Bradyrhizobium japonicum* bacteria. *Plant, Soil and Environment*. 2020. Vol. 66. № 5. P. 242–247. DOI: <https://doi.org/10.17221/201/2020-PSE>
13. Chen W.F., Wang E.T., Ji Z.J. and Zhang J.J. Recent development and new insight of diversification and symbiosis specificity of legume rhizobia: mechanism and application. *Journal of Applied Microbiology*. 2020. Vol. 131. P. 553–563. DOI: <https://doi.org/10.1111/jam.14960>
14. Hardy R.W.F., Holsten R.D., Jackson E.K. and Burns R.C. The acetylene – ethylene assay for N<sub>2</sub> fixation: laboratory and field evaluation. *Plant Physiology*. 1968. Vol. 43. № 8. P. 1185–1207.
15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
16. Трибель С.О., Сігарьова Д.Д., Секун М.П. Методики вивчення і застосування пестицидів. Київ: Світ, 2001. 448 с.
17. Alemneh A.A., Zhou Y., Ryder M.H. and Denton M.D. Mechanisms in plant growth-promoting rhizobacteria that enhance legume – rhizobial symbioses. *Journal of Applied Microbiology*. 2020. Vol. 129. P. 1133–1156. DOI: <https://doi.org/10.1111/jam.14754>

## REFERENCES

1. Gumeniuk, I.I., Levishko, A.S., Tkach, Ye.D. & Mazur, S.O. (2020). Skryning ta charakterystyka perspektyvnykh shtamiv *Bradyrhizobium japonicum*, adaptovanykh do agroklimatychnykh umov Ukrainy [Screening and characterization of promising strains of *Bradyrhizobium japonicum*, adapted to the agro-climatic conditions of Ukraine]. *Mikrobiologiya v suchasnomu silskogospodarskomu vyrobnyctvi: materialy XIV naukovoji konferenciji molodych vchenych [Microbiology in modern agricultural production: materials of the XIV scientific conference of young scientists]*. (pp. 82–85). Chernihiv [in Ukrainian].
2. Glyan'ko, A.K., Y'shhenko, A.A. & Fylynova, N.V. (2017). Bobovo-ryzobialnyj symbioz: nekotorye sovremennye znany'a [Leguminous-rhizobial symbiosis: some modern knowledge]. *Visnyk Charkivskogo nacionalnogo agrarnogo universytetu. Seriya: Biologiya – Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Series: Biology*, 3, 6–22 [in Russian].
3. Volkogon, V.V. (2007). *Mikrobiolohichni aspekty optymizaciji azotnoho udobrennya silskogospodarskykh kultur [Microbiological aspects of nitrogen fertilization optimization of agricultural crops]*. Kyiv: Agrarna Nauka [in Ukrainian].
4. Tertychna, O.V., Selinnyi, M.M., Ryabukha, G.I. et al. (2021). Otsiniuvannia efektyvnosti vzaiemodii khimichnykh ta biolohichnykh preparativ za peredposivnoi obrobky soi [Evaluation of the effectiveness of the interaction of chemical and biological drugs in pre-sowing treatment of soybeans]. *Ahroekolohichniy zhurnal – Agroecological journal*, 3, 54–60. DOI: <http://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2021.240322> [in Ukrainian].
5. Ternovyj, Yu.V., Horodyska, I.M., Lishchuk, A.M. et al. (2021). Vplyv biologichnykh preparativ na urozhajnist' ta posivni yakosti goroxu posivnogo (*Pisum sativum* L.) za organichnogo nasynnyctva [Influence of biological preparations on yield and sowing qualities of sown peas (*Pisum sativum* L.) under organic seed production]. *Agroekolohichniy zhurnal – Agroecological journal*, 3, 72–81. DOI: <http://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2021.240324> [in Ukrainian].
6. Symochko, L.Yu. & Demyanyuk, O.S. (2018). Mikrobiom gruntu kulturnykh roslyn za riznykh ahrotekhnolohii [Soil microbiome of cultivated plants by different agricultural technologies]. *Ahroekolohichniy zhurnal – Agroecological journal*, 2, 82–93. DOI: <http://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2018.157862> [in Ukrainian].
7. Chibebaabe, A.M. et al. (2017). Isolation, characterization and selection of indigenous *Bradyrhizobium* strains with outstanding symbiotic performance to increase soybean yields in Mozambique *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 246, 291–305 [in English].
8. Shahzad, F. et al. (2019). Microbiological studies on *Rhizobium leguminosarum* isolated from pea (*Pisum sativum* L.). *Bangladesh Journal of Botany*, 48 (4), 1223–1229. DOI: <https://doi.org/10.3329/bjb.v48i4.49079> [in English].
9. Zilli, J.É. et al. (2021). Biological N<sub>2</sub> fixation and yield performance of soybean inoculated with *Bradyrhizobium*. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 119,

- 323–336. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10705-021-10128-7> [in English].
10. Suproniene, S. et al. (2021). Selection of *Rhizobium* strains for inoculation of Lithuanian *Pisum sativum* breeding lines. *Symbiosis*, 83, 193–208 [in English].
11. Pannecoucq, J. et al. (2018). Temperature as a key factor for successful inoculation of soybean with *Bradyrhizobium* spp. under cool growing conditions in Belgium. *The Journal of Agricultural Science*, 156 (4), 493–503. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0021859618000515> [in English].
12. Jarecki, W. (2020). Reaction of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) to seed inoculation with *Bradyrhizobium japonicum* bacteria. *Plant, Soil and Environment*, 66 (5), 242–247. DOI: <https://doi.org/10.17221/201/2020-PSE> [in English].
13. Chen, W.F., Wang, E.T., Ji, Z.J. & Zhang, J.J. (2020). Recent development and new insight of diversification and symbiosis specificity of legume rhizobia: mechanism and application. *Journal of Applied Microbiology*, 131, 553–563. DOI: <https://doi.org/10.1111/jam.14960> [in English].
14. Hardy, R.W.F., Holsten, R.D., Jackson, E.K. & Burns, R.C. (1968). The acetylene – ethylene assay for N<sub>2</sub> fixation: laboratory and field evaluation. *Plant Physiology*, 43 (8), 1185–1207 [in English].
15. Dospikhov, B.A. (1985). *Metodyka polevogo opyta (s osnovamy statystycheskoj obrabotky rezultatov issledovaniy) [Methods of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]*. Moscow: Agropromizdat [in Russian].
16. Tribel, S.O., Sigaryova, D.D. & Sekun, M.P. (2001). *Metodyky vyprobuvannya i zastosuvannya pestydydiv [Methods of testing and application of pesticides]*. Kyiv: Svit [in Ukrainian].
17. Alemneh, A.A., Zhou, Y., Ryder, M.H. & Denton, M.D. (2020). Mechanisms in plant growth-promoting rhizobacteria that enhance legume – rhizobial symbioses. *Journal of Applied Microbiology*, 129, 1133–1156. DOI: <https://doi.org/10.1111/jam.14754> [in English].

Стаття надійшла до редакції журналу 03.01.2022

---



### ПАМ'ЯТІ ТЕНГІЗА ФЕДОРОВИЧА УРУШАДЗЕ

12 листопада 2021 р. на 81 році життя відійшов у вічність великий друг України **ТЕНГІЗ ФЕДОРОВИЧ УРУШАДЗЕ** – грузинський біолог і ґрунтознавець, кандидат географічних наук, доктор біологічних наук, Лауреат Державної премії Грузії (2002 р.), академік Національної академії наук Грузії, професор Грузинського аграрного університету (Тбілісі), Директор Інституту ґрунтознавства, агрохімії та меліорації ім. Михайла Сабашвілі, Президент Грузинського товариства ґрунтознавців (з 1986 р.), головний редактор Міжнародного наукового часопису «Annals of Agrarian Science» («Відомості аграрної науки», Грузія).

Вчений був організатором і доповідачем численних міжнародних конференцій, автором (співавтором) понад 450 наукових і методологічних робіт, у т. ч. 20 підручників і 30 монографій. Серед них «Генетична характеристика основних підтипів бурих лісових ґрунтів Грузії» (1967, Москва), «Гірсько-лісові ґрунти Грузії» (1979, Тбілісі), «Основи охорони ґрунтів» (1984, Тбілісі: Вантаж. СХІ), «Гірські ґрунти СРСР» (1989, Москва), «Ґрунти Грузії» (2014 р., Нью-Йорк), «Агролісівництво: еколого-збалансований розвиток» (2019 р., Україна).

Народився Тенгіз Федорович 14 січня 1940 р. у Тбілісі в сім'ї службовця.

З 1958 по 1963 рр. навчався у Сільськогосподарському інституті Грузії. З 1964 до 1967 рр. продовжив навчання в аспірантурі Інституту географії АН СРСР під керівництвом професора С.В. Зонна. З 1977 по 1980 рр. навчався в докторантурі на факультеті ґрунтознавства Московського державного університету.

Тенгіз Урушадзе брав активну участь у громадському житті та обіймав низку високих посад у різних організаціях та установах. З 1982 р. на педагогічній роботі у



Сільськогосподарському інституті Грузії (Аграрному університеті Грузії) на посадах: завідувач кафедри ґрунтознавства та ректор цього інституту (2005–2007 рр.). Одночасно з 1992 р. на педагогічній роботі у Тбіліському державному університеті як професор кафедри ґрунтознавства, як викладач був запрошений до різних міжнародних університетів.

Основна науково-педагогічна діяльність Т.Ф. Урушадзе була пов'язана з питаннями у галузі прикладної екології та ґрунтознавства, зокрема переважно ґрунтів Грузії.

Під його керівництвом вперше за п'ятдесят років було видано Ґрунтову карту Грузії в масштабі 1:500000, віднесена до міжнародної класифікації ґрунтів. Основні його дослідження пов'язані з вивченням особливостей гірничого ґрунтоутворення.

У 1967 р. захистив кандидатську дисертацію на тему: «Генетична характеристика основних підтипів бурих лісових ґрунтів

ГРУЗИНСЬКИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
 НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК І РОСЛИН  
 ІНСТИТУТ АГРОЕКОЛОГІЇ І АГРОЕКОЛОГІЧНОГО  
 НАВЧАЛЬНОГО ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ  
 «НАВЧАЛЬНА АКАДЕМІЯ НЕПРЕРВНОЇ ОСВІТИ»

Урушадзе О.Т., Урушадзе Т.Ф., Нагорник О.М.,  
 Мударак О.В., Дребот О.І.

**АГРОЛОСІВНИЦТВО:  
 ЕКОЛОГО-ЗБАЛАНСОВАНИЙ РОЗВИТОК**

Навчальний посібник

УДК 630\*181.31(075)  
 А16

**Рецензенти:**  
 Ставляк А.Г. – доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри скляних ботанки і фізіології рослин Віслярського національного аграрного університету, м. Ірпінь; Даревича Г.М. – Урожай в галузі науки і техніки, академік Національної академії наук України.  
 Кисельова М.О. – доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та місцевого господарства Національного університету водного господарства та природокористування, Інституту біологічної науки і техніки Українського міжнародного академії наук екології та безпеки життєдіяльності (МАНБЕ) та Української екологічної академії наук (УЕАН).

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України для опрацювання дисципліни «Агролісівництво» (лист № 22.01/10-1716 від 03.03.2019 р.)

Урушадзе О.Т.  
**Агролісівництво: еколого-збалансований розвиток.** навч. посіб. / О.Т. Урушадзе, Т.Ф. Урушадзе, О.М. Нагорник, О.В. Мударак, О.І. Дребот; за науковою редакцією академіка НААНУ О.І. Фурчалки. – Тернопіль: Тарас-Мартин, Видавничий дім «Тризнавник», 2019. – 442 с.

ISBN 978-966-916-728-6

У висвітлені обговоренні основні питання науки і техніки дисципліни «Агролісівництво», розглянуто особливості використання лісових ландшафтів як природних, так і сільськогосподарських джерел екологічного матеріалу, який має велике значення в розвитку для лісових господарств. Обговорено сучасні тенденції розвитку науки, техніки та екологічного розвитку в агролісівництві. Наведено обґрунтовані еколого-економічні і агролісівничі заходи з метою збереження лісових ландшафтів та екологічного розвитку агролісівництва.

Висновок: обґрунтовано основні питання науки і техніки дисципліни «Агролісівництво», розглянуто особливості використання лісових ландшафтів як природних, так і сільськогосподарських джерел екологічного матеріалу, який має велике значення в розвитку для лісових господарств. Обговорено сучасні тенденції розвитку науки, техніки та екологічного розвитку в агролісівництві. Наведено обґрунтовані еколого-економічні і агролісівничі заходи з метою збереження лісових ландшафтів та екологічного розвитку агролісівництва.

Книжка рекомендована для читання студентами і спеціалістами вищих навчальних закладів агролісівничого профілю. Книга рекомендована для читання студентами і спеціалістами вищих навчальних закладів агролісівничого профілю.

Книжка рекомендована для читання студентами і спеціалістами вищих навчальних закладів агролісівничого профілю. Книга рекомендована для читання студентами і спеціалістами вищих навчальних закладів агролісівничого профілю.

УДК 630\*181.31(075)  
 ISBN 978-966-916-728-6

© Урушадзе О.Т., Урушадзе Т.Ф., Нагорник О.М., Мударак О.В., Дребот О.І., 2019

Світлий Міжнародний гуманітарно-екологічний проєкт, присвячений пам'яті великого грузинського вченого Олександрів Урушадзе.

Він ніколи і не змінив молодий, проте по собі змінив величезний світ у історії агролісівництва, любивши про майбутнє своїх земляків Грузії.

Славної пам'яті, що, за доброї твоєї смертю, ще ти все р'єс, не забувши про те, і не протримавши на вимоги, слава, А серце ти завжди мисливий-мисливцю: Єдиної ти Землі і Союзі Листою.

Анатолій Таран

**ВСІ ГРУЗИНИ +00 ВЕТЕРИНАРНИЙ ЧОЛВИК**

Історія грузинської ветеринарії

**Прци імени Сенґро Урушадзе – стітвості лесного зоуїств ЮАР**

Грузії», у 1980 р. захистив докторську дисертацію на здобуття наукового ступеня доктор біологічних наук на тему: «Гірсько-лісові ґрунти Грузії». У 1990 р. йому надано вчене звання професор. У 1993 р. був обраний член-кореспондентом, в 2000 – дійсним членом Академії наук Грузії. У 2003 р. він був організатором та головним редактором міжнародного наукового журналу «Проблеми аграрної науки».

Особливої уваги заслуговує міжнародний успіх і визнання вченого. Т.Ф. Урушадзе був почесним доктором аграрних університетів Азербайджану та Вірменії і член-кореспондентом Королівської академії образотворчих мистецтв Сант-Жорді, а також президентом Грузинського товариства ґрунтознавців. Почесний доктор Державної академії наук Азербайджану, член Королівської академії наук і мистецтв Барселони (Іспанія) та Ветеринарної академії наук Каталонії (Іспанія). З 1998 по 2002 рр. він був віце-президентом П'ятої комісії Міжнародного товариства ґрунтознавців. Тенгіз Урушадзе, зробив великий внесок у роботу Міжурядової технічної групи з ґрунтів та Глобального партнерства з ґрунтів. У 2018 р. він був обраний почесним членом Міжнародного союзу ґрунтознавства (IUSS) на 21-му Всесвітньому конгресі ґрунтознавства в Ріо-де-Жанейро, Брази-

лія, ставши першим грузинським ученим, який отримав цю велику відзнаку.

Людина великої чесності, всесвітньо відомий вчений, дослідник та педагог. Життя і здобутки цієї почесної, доброзичливої та щедрої людини є чудовим прикладом служіння своїй Батьківщині, народу, майбутнім поколінням задля подальшого національного прогресу та розвитку.

Не зважаючи на всі труднощі, які життя послало Тенгізу Федоровичу він завжди залишався життєрадісним і життєстверджувальною людиною.

Наша багаторічна плідна співпраця з академіком увінчалася спільною публікацією навчального посібника «Агролісівництво: еколого-збалансований розвиток», який присвятили пам'яті сину академіка, агролісівнику Сандро Урушадзе.

Внесок академіка Тенгіза Урушадзе в ґрунтознавство Грузії та усього світу неогіненний. Велична постать вченого, наставника, друга, назавжди залишиться у нашій пам'яті та в наших серцях.

*Колектив співробітників  
 Інституту агроекології  
 і природокористування НААН  
 та редакція  
 «Агроекологічного журналу»*

---

---

# ABSTRACT

---

---

**Drebot O., Dobriak D., Melnyk P.** Scientific fundamentals of land technological passport of agricultural enterprise. *Agroecological journal*. 2022. No. 1. P. 6–12.

*Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

*e-mail: drebot\_oksana@gmail.com*

The article highlights the essence and concepts, and the content of land-agro-technological passport of an agricultural enterprise as a scientific basis for environmentally safe and cost-effective land use, ensuring adequate productivity of soil cover, protecting it from degradation processes. The basis of ecologically safe land use of the enterprise is the productivity of soils for growing major crops within the zone of their location, which is expressed by the degree of compliance of soil properties with agricultural requirements of plants and opportunities to achieve appropriate yields. The graphic materials substantiate and show the soil-technological characteristics of crop rotation fields, cartogram of agrochemical characteristics of soils, restrictions on property rights and land use. The passport will serve as a reliable legal document for control over the rational use and protection of agricultural land.

**Key words:** agrarian sector, land management, ecologically safe use of lands, mechanism, technogenic loading.

**Boyko O., Honchar O., Havrysh O., Nebilitsa M., Osokina T.** Ways to reduce the impact of livestock facilities on the environment. *Agroecological journal*. 2022. No. 1. P. 13–22.

*Cherkassy experimental station of bioresources of NAAS*

*e-mail: of.gonchar@gmail.com*

The results of the study of the impact of livestock facilities on the state of the environment are presented. To ensure environmental safety, pollutant emissions are regulated by implementing environmental protection policies. Therefore, there is a need to develop scientifically sound approaches to improve methods of regulating emissions of pollutants into the atmosphere from low-capacity livestock facilities, which determines the relevance of this work. The analysis of the existing researches taking into account the European system of inventory of EMEP («CORINAIR») is carried out. A number of measures have been identified to reduce emissions of pollutants into the atmosphere from livestock facilities. It is established that for the last 16 years there is a tendency to reduce the number of farm animals, in particular:

cattle by 41.4% and pigs by 21.4%. The exception is poultry, which increased by 28.5% during this period. At the same time, as a result of economic activity of livestock facilities such pollutants as ammonia, hydrogen sulfide, methane, alcohols (methanol, ethanol, etc.), phenols, esters, carbonyl compounds (aldehydes and ketones), carbon acids, sulfides and disulfides, mercaptans, amines, carbon dioxide. The efficiency of introduction of entomological method of utilization of organic waste of animal husbandry which allows receiving simultaneously protein of animal origin and organic fertilizers with the improved physical and mechanical properties is established. Pig manure after processing by larvae of flies becomes a valuable organic fertilizer that has a nematocidal effect. It is especially valuable for indoor use. Application of biohumus to the soil at the rate of 400 g/m<sup>2</sup> reduces the number of nematodes and delays its emergence. Thus, obtaining humus is essentially a solution to the problem of using the ecological mechanism of soil fertility restoration. This addresses the issue of humus biotechnology, which is an alternative to soil chemicalization and creates the conditions for biologization and greening of agriculture. Also, one of the ways to reduce the negative impact on the environment is to dispose of waste in agriculture by producing biogas. This allows you to get a fuel mixture of gases with a heat of combustion of about 20–25 MJ/m<sup>3</sup> and methane content in the range of 60–75%, as well as reduce the load of polluting gases on the environment.

**Key words:** environment, influencing factors, animal husbandry, pollutants, negative impact.

**Krasovsky V.<sup>1</sup>, Fedko R.<sup>2</sup>, Chernyak T.<sup>1</sup>** Life forms of subtropical plants and their modification under conditions of introduction in the Forest Steppe of Ukraine. *Agroecological journal*. 2022. No. 1. P. 23–31.

<sup>1</sup> *Khorol Botanical Garden*

<sup>2</sup> *Research Plant of Medicinal Plants of the Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

*e-mail: horolbotsad@gmail.com*

The taxonomic composition of the collection of subtropical plants of the Khorol Botanical Garden, consisting of 25 species: *Asimina triloba* (L.) Dunal, *Cydonia oblonga* Mill., *Chaenomeles × californica* Clarke ex Weber, *Cornus domestica* L., *Mespilus germanica* L., *Crataegus azarolus* L., *Crataegus opaca* Hooker & Arn., *Prunus dulcis* (Mill.) D.A. Webb, *Prunus armeniaca* L., *Hovenia dulcis* Thunb., *Ziziphus jujuba* Mill., *Elaeagnus multiflora* Thunb., *Elaeagnus umbellata* Thunb., *Maclura tricuspidata* (Carrière) Bureau, *Ficus carica* L., *Passiflora incarnata* L., *Punica*

*granatum* L., *Feijoa sellowiana* O. Berg, *Pistacia vera* L., *Citrus trifoliata* L., *Diospyros virginiana* L., *Actinidia chinensis* Planch. Plants are presented in the collection areas «Garden of subtropical fruit crops», «Paradise Garden» and «Shaped Fruit Garden». The collection fund of the botanical garden was formed for a long time and each culture is at a certain stage of introduction. Subtropical fruit crops of the Khorol Botanical Garden: *Asimina triloba* L., *Punica granatum* L., *Zizyphus jujuba* Mill., *Ficus carica* L., *Amygdalus communis* L., *Mespilus germanica* L., *Diospyros virginiana* L. are studied as introductory populations. When creating garden compositions from subtropical species, attention was paid to the reaction of introducers to adverse weather conditions. According to the planting scheme, possible artificial forms of the plant crown are taken into account: formation of a plant with a low trunk and the same rounded crowns, in the form of spherical bushes, with main shoots-conductors formed in the form of ascending spirals. The search for the optimal life form for subtropical fruit introducers in the Forest-Steppe zone of Ukraine is carried out. The problematic moments are revealed and the ways of their solution are offered. During the modification of the crown shape, the morphological structure, peculiarities of growth and development of the introducer in new conditions, resistance to adverse weather conditions were taken into account. *Asimina triloba*, *Cydonia oblonga*, *Chaenomeles × californica*, *Cornus domestica*, *Mespilus germanica*, *Prunus armeniaca*, *Zizyphus jujuba*, *Elaeagnus multiflora*, *Elaeagnus umbellata*, *Diospyros virginiana* began to bear fruit at 6–9 years of age. The fruits have plants of typical and derived life form. This is the practical purpose of their introduction. *Ficus carica*, *Punica* have a modified life form. They are covered for the winter. It is established that most of the species composition of the collection of subtropical plants (22 species) have typical and derived life forms. 7 species: *Laurus nobilis*, *Ficus carica*, *Camellia sinensis*, *Passiflora incarnata*, *Feijoa sellowiana*, *Punica granatum*, *Olea europaea* in terms of introduction to the Forest-Steppe of Ukraine require mandatory modification of life form. Modification of life form is pruning, as well as warming the crown in the cold season.

**Key words:** biomorph, collection, southern fruit species, aridization, habit, pruning, warming.

**Mudrak O.<sup>1</sup>, Mahdiichuk A.<sup>2</sup>** Ecological features of floristic structure of devastated lands of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. Agroecological journal. 2022. No. 1. P. 32–37.

<sup>1</sup> Public Higher Educational Establishment  
«Vinnytsia Academy of Continuing Education»

<sup>2</sup> Institute of Agroecology and Environmental  
Management of NAAS

e-mail: ov\_mudrak@ukr.net

In the proposed article we highlight the features of the floristic structure of the devastated lands of the Right Bank forest-steppe on the example of the Andriikovetskyi sand quarry. The research was conducted using general scientific methods (analysis, synthesis, monitoring), field study and in-house research, herbarium specimens were collected and a summary of quarry flora was compiled. Ecological conditions within the mining facilities are formed individually, which is associated with the degree of anthropogenic disturbance and natural conditions of the region. It was found, that after the decommissioning of the study facility, the initial stages of plant succession within the quarry was influenced by such factors as unstable hydroclimatic conditions (significant influence is the availability of moisture for plants), elemental composition and structure of sand substrate, uneven terrain. During three years of research, 71 species of plants were identified by the collected herbarium material, the leading families are *Asteraceae* (14 genera), which is typical for holarctic flora; *Rosaceae* (10 genera); *Fabaceae* (5 genera). It has been determined that according to Raunkier's classification, hemicryptophytes predominate in the quarry territory, according to Serebryakov's classification – grass polycarpics. It was found, that the structure of aboveground shoots is dominated by rosetteless species, the structure of the root system – species with a taproot. Were analyzed, that ecological structure of flora displays the adaptation of plants to environmental conditions and affects their distribution in ecotopes: the ratio of plants to light is dominated by heliophytes distributed in the most illuminated areas (for example, *Galium mollugo* L., *Medicago sativa* L., *Trifolium pratense* L.); to moisture – mesophytes, to temperature – megatherms, to nutrition – mesotrophs. The presence of a significant number of mesophytic and mesotrophic species indicates the beginning of the accumulation of elements and humic compounds necessary for the development of a stable phytocenosis. Among cenomorphs, the most numerous are ruderals (22.5% of the total number of species), silvants (11.3%), stepants (11.3%) and transitional types: pratant – ruderals (11.3%) and pratant-silvants (8.4%). According to the degree of adaptation to anthropogenic changes, autochthonous and allochthonous fractions were distinguished, and the share of apophytic species (23 species) prevails over adventitious (14 species). Among the apophytes, has been identified the most numerous group – aboriginal species that have completely switched to anthropogenic habitats (13 species); among the adventitious faction predominate species that are fully naturalized on anthropogenic ecotopes (11 species), at the time of settlement there are species listed before and after the XVI century. This differentiation of floristic composition confirms the need for renaturalization measures to stabilize edaphic conditions, which will accelerate the formation of zonal flora and increase biodiversity.



**Key words:** vegetation, life forms, self-restoration, mining, Andriikovetskyi quarry, reclamation, synanthropization.

**Solomakha I.<sup>1</sup>, Tymochko I.<sup>1</sup>, Postoienko V.<sup>2</sup>, Solomakha V.<sup>1,2</sup>** Nectarous and pollonous plants in forest plantations of the Middle Forest-Steppe of Prydniprovya. *Agroecological journal*. 2022. No. 1. P. 38–45.

<sup>1</sup> *Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

<sup>2</sup> *NSC «Institute of beekeeping named after P.I. Prokopovich of NAAS»*

*e-mail: i\_solo@ukr.net*

To provide the beekeeping industry with honey lands it is important to have a significant variety of natural and cultivated raw materials in a particular region. In this regard, promising honey products are artificial and natural forest plantations, which are widespread in the Middle Forest-Steppe of Prydniprovya, due to the significant participation of a wide range of honey plants. We primarily analyzed the participation of nectar- and pollen-bearing plants from the list of tree and shrub species of forest plantations in this area. For this purpose, forest management materials were used, the total area of forest plantations in this area is 251341.3 ha, of which 245209.7 ha (97.56%) are nectar- and pollen-bearing plants. Thus, *Robinia pseudoacacia* (26406.0 ha, 10.51%) and *Tilia cordata* (1868.8 ha, 0.74%) are the main raw material species of the forest-forming species, which includes 54 species of woody and shrubby honey plants. They provide the main productive honey harvest from natural honey plants. In addition, other species were found in the plantations (*Pinus sylvestris* (116592.9 ha, 46.39%), *Quercus robur* (60049.7 ha, 23.89%), *Fraxinus excelsior* (7835.5 ha, 3.12%) etc.), which can be sources of medical collection of small amounts of nectar and pollen. Forest plantations with available species of woody, shrubby and herbaceous plant species are valuable as raw materials for beekeeping. As a result of the analysis of the raw material value of forest lands by forest types in the ecological conditions of the Middle Forest-Steppe of Prydniprovya, out of 62 forest types distributed in the study area, 8 most valuable lands were identified. These include fresh hornbeam (32871.8 ha, 13.08%) and maple-linden oak wood (15144.4 ha, 6.03%), hornbeam oak wood (9034.3 ha, 3.71%), dry maple linden (12810.9 ha, 5.10%) and hornbeam (3585.2 ha, 1.43%) oak wood, fresh (2056.4 ha, 0.82%) and moist (1410.4 ha, 0.56%) linden-oak-pine sugrud, moist maple-linden oak wood (714.8 ha, 0.28%). This block of tree and shrub species of forest ecosystems does not take into account the phytodiversity of field protective forest strips of this area, but this complex of species is a promising source of nectar and pollen.

**Key words:** honey plants, tree and shrub species.

**Kovaliv O.** Basic principles of emergency of the system of protection of property rights of the Ukrainian people to land and its natural resources. *Agroecological journal*. 2022. No. 1. P. 46–57.

*Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

*e-mail: okovaliv@ukr.net*

The article reveals the requirements for immediate institutionalization of the current land norms of the Constitution of Ukraine as carried out over thirty years the so-called «land and agrarian reform» in Ukraine does not correspond to the declared land transactions, which aim at the development and real economic and legal strengthening of Ukrainian statehood. The aim of the article is to substantiate the basic principles of emergence of the system of property rights of the Ukrainian people to land and its natural resources in the accomplishment of land reform in New Ukraine as a new paradigm that develops at the highest quantum level understanding of the synergetic role legitimate interests of all citizens of Ukraine. The fundamental differences between the land norms of the Constitution of Ukraine (Articles 13, 14) and the Constitution of the Russian Federation (Articles 9) are revealed. It has been established that in the current hybrid environment of degradation and opposition to the development of the state by the unconstitutional corruption system, there is a need to unblock the resistance — in a constitutional way, by providing an immediate and fair official interpretation of the current constitutional land norms by the Constitutional Court of Ukraine. It was found that due to the absence of a constitutionally declared special Law of Ukraine «On the Right to Use Natural Objects of Property Rights of the Ukrainian People» for a quarter of a century, the rights of their owner (all citizens of Ukraine) are violated and the unauthorized use of the nation's capital occurs. As a result, the rights, duties and responsibilities of users of natural objects are not standardized, as well as full-fledged requirements for their rational use and protection on a paid basis in accordance with established regulations. The necessity of urgent introduction of land reform to date is proved — in the current constitutional field of Ukraine, ensuring the institutionalization of constitutional norms regarding the land and its natural resources as natural objects of the property rights of the Ukrainian people and the main national wealth, which is under special protection of the state. It is proposed to adopt a number of relevant laws and regulations.

**Key words:** cognitive land economy, land and its natural resources, the accomplishment of land reform, system, land capital of the nation.



**Pasichnyk N.<sup>1</sup>, Tarariko O.<sup>2</sup>, Yasinska N.<sup>3</sup>, Opryshko O.<sup>1</sup>** Urban agriculture as a component of the concept of energy efficient community. *Agroecological journal*. 2022. No. 1. P. 58–67.

<sup>1</sup> *National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

<sup>2</sup> *Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

<sup>3</sup> *National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine*

*e-mail: n.pasichnyk@nubip.edu.ua*

Issues of quality and diversity of available food, environmental safety and guarantees of sustainable energy supply are becoming critical for the population of urban areas. Part of the urbanized areas cannot be used directly for food production for environmental reasons, but it is quite suitable for the production of energy from biomass. In order to create strategies for processing organic biomass from urban plantations of parks and squares, it is necessary to determine the tools for obtaining and interpreting data on the available and prospective amount of biomass in cities, which was the purpose of our work. Unmanned aerial vehicle studies were conducted at the Botanical Garden of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine using the Slanrange 3P multispectral sensor system from an industrial-type UAV platform. The study of squares and lawns of the city was conducted using an archive of satellite images in the visible range of high resolution — 0.5 m/pixel and a specialized agricultural service EO Browser with a resolution of images of 10 m/pixel. Monitoring of the park using the Slanrange 3P complex, with specialized SlantView software, allowed to identify tree crowns and grass cover, while it was not possible to distinguish vines. The best identification results for the Slanrange complex were obtained for the red and infrared measurement channels. Using satellite monitoring data, the possibility of identifying the biomass of trees and shrubs occurs in drought conditions, when the grass on the lawns suffers more than trees and shrubs, apparently due to the developed root system. It is noted that satellite imagery is usually carried out at different angles and, accordingly, fixed both roofs and partially walls of buildings, and accordingly, such imagery is more suitable for assessing the biomass of promising vertical landscaping with vines.

**Key words:** phytomass of the city, amount of phytomass, remote monitoring.

**Palapa N., Honchar S.** Environmental risks associated with human agricultural activity. *Agroecological journal*. 2022. No. 1. P. 68–80.

*Institute of Agroecology and Nature Management of NAAS*

*e-mail: palapa60@ukr.net*

One of the important factors influencing the environment is agro-industrial production, mainly agriculture, which is most characterized by physical and agrochemical degradation of the soil cover of Ukraine, which is expressed in the loss of humus and essential nutrients. The most threatening degradation process is the loss of humus, the content of which over the past 20 years has decreased by an average of 0.22% in absolute terms, and the balance of which is negative. The phosphorus-potassium regime of soils deteriorates every year. In the absence of almost complete liming of soils, the area of acid soils increases annually, which currently amounts to 9.5 million hectares. In addition, the article focuses on the risks arising from human agricultural activities — the use of chemicals to fertilize crops, protect crops from weeds, pests and diseases and which contain toxic substances that adversely affect the agroecosystem, and eventually trophic chains enter the human body and cause various diseases. One of the significant environmental risks in the regions of Ukraine, which were exposed to radionuclide pollution as a result of the Chernobyl accident, is the contamination of soils and forest gifts with radionuclides. Large livestock complexes are objects of increased environmental danger. As a result of violation of the technology of keeping animals and storing waste (manure, liquid secretions) nitrogen, phosphorus and other nutrients get into surface waters, pollute them and damage wetlands and coastal ecosystems. In addition to industrial agricultural production, the rural population also grows mostly fruits and vegetables on their own plots for their own needs. There are many factors in residential areas that pose environmental risks, namely: high density of domestic animals and poultry in small farms, which causes violations of the technology of keeping them, manure storage technology, technology of growing crops; inconsistency of placement of farm buildings on small areas of land; violation of the system of fertilization and protection of crops from pests and diseases. In addition to the factors, the sources of drinking water pollution on the territory of personal households have been identified: toilets, manures, compost pits, barns, garbage dumps, which are located in close proximity to the water supply source, which does not meet the minimum sanitary breaks for farm buildings.

**Key words:** environmental problems, environment, hazardous substances, pesticides, heavy metals, radionuclides, chemical load, soil degradation, water pollution, settlement area, the impact of animal husbandry on the environment.

**Davydiuk H.<sup>1</sup>, Shkarivska L.<sup>1</sup>, Klymenko I.<sup>1</sup>, Dovbush N.<sup>1</sup>, Demyanyuk O.<sup>2</sup>** Ecological and agrochemical assessment of the state of agricultural landscapes in Ivano-Frankivsk region. *Agroecological journal*. 2022. No. 1. P. 81–90.

<sup>1</sup> *NSC «Institute of Agriculture of NAAS»*

<sup>2</sup> *Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

*e-mail: anndavydiuk@gmail.com*

In the Western region of Ukraine, one of the main factors influencing the ecological safety of agricultural landscapes is anthropogenic pressure. Based on monitoring studies, ecological and agrochemical assessment of the state of agrolandscapes of Ivano-Frankivsk region is conducted, in particular in residential areas. The state of soils, natural waters and crop production was studied by the method of route monitoring. Chemical and analytical studies were carried out using methods of chemical, physical and chemical analysis using modern methods of atomic absorption spectrophotometry, flame photometry, in accordance with the requirements of the quality management system, according to methods that meet the regulatory framework of Ukraine. It was determined that some of the studied soil samples had very low acidity and high content of biogenic elements (especially phosphorus and potassium) and pollutants. The quality of natural waters in some cases did not meet the regulatory requirements. This is due to both natural factors – features of the hydrological regime, and anthropogenic – violation of sanitary rules for the development of the territory, the introduction of high doses of mineral and organic fertilizers, non-compliance with manure storage technologies, the maintenance of domestic animals and poultry, and the disposal of livestock and household waste. Some samples of crop products did not meet sanitary and hygienic standards for the content of lead, cadmium, nickel, copper and iron. Studies indicate a significant impact of the anthropogenic factor on the change in the quality of soil, natural waters and crop production. Conducting an ecological and agrochemical assessment of the state of agricultural landscapes in the Western region, including residential areas and establishing the features of migration and accumulation of biogenic elements and ecotoxicants, is a promising area of research to develop measures to prevent pollution of soil, groundwater, open reservoirs and plant products.

**Key words:** anthropogenic load, heavy metals, soil, monitoring, natural waters, crop production, rural areas.

**Polovyi V.<sup>1</sup>, Yashchenko L.<sup>1</sup>, Rovna H.<sup>1</sup>, Kolesnyk T.<sup>2</sup>** Ecological and economic aspects of certain agricultural crops cultivation on sod-podzolic soil of Western Polissya of Ukraine. *Agroecological journal*. 2022. No. 1. P. 91–98.

<sup>1</sup> *Institute of Agriculture of Western Polissia of NAAS*

<sup>2</sup> *National University of Water and Environmental Engineering*

*e-mail: rivne\_ap@ukr.net*

The influence of cultures in short-rotation crop rotation of Western Polissia on the ecological component of sod-podzolic cohesive-sandy soil by the analyzing the balances of nutrients and humus is shown and an economic assessment of their cultivation is given. The most accessibly and fairly objective a complex assessment of certain crops impact on the ecological state of the soil can be carried out by their contribution to the formation of balances of humus and nutrients. In article used the results of researches obtained in a field stationary experiment with winter wheat, maize for grand, spring barley and winter rape for 2012–2020 years. To assess the impact of cultures on the balances formation was chosen variant with the recommended rate of mineral fertilizers on the background of 1.0 Ha (hydrolytic acidity) dose of  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  (dolomite flour). It has studied that the supply of nutrients with plant biomass is a powerful source of their recycling. In particular, the highest content of nitrogen (3.56 and 2.75%) and phosphorus (0.95–0.99%) was obtained in rapeseed and winter wheat, while by-products showed the accumulation of potassium (1.52 and 1.39%) respectively. Taking into account the obtained results, the influence of growing crops on the formation of nutrient and humus balances was determined. It was established that by liming and fertilization with the return to the soil of by-products biomass of the studied crops was formed a positive balance of nitrogen in the range of 29.6–43.4 kg/ha, phosphorus 23.0–54.9 kg/ha, potassium 71.6–99.8 kg/ha. Only with the application of  $\text{N}_{120}$  under maize for grain was obtained nitrogen deficiency of –47.5 kg/ha. Due to crop residues and by-products of the studied crops, a positive balance of humus was determined: winter wheat 0.73 t/ha, corn for grain 2.17, spring barley 0.40 and winter rape 0.11 t/ha. The economic component of the technology of studied crops growing showed that the largest net profit was achieved for marginal crops: maize for grain (19.8 thousand UAH/ha) and winter oilseed rape (14.4 thousand UAH/ha). Due to the restrictive effect of other factors, primarily moisture supply, the system of fertilizing winter wheat and spring barley did not create conditions for the realization of the planned yield, which led to low profitability of their production.

**Key words:** yield, nitrogen, phosphorus, potassium, by-products, crop residues, balance of elements, humus, economic efficiency.

**Borodai V., Kosovska N., Parfenyuk A., Tertychna O.** Effect of PhytoHelp and MycoHelp biopreparations on the soil microbiotes for soybean growing (*Glycine max* (L.) Merr.). *Agroecological journal*. 2022. No. 1. P. 99–109.

*Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

*e-mail: verespar@ukr.net*

Ukraine ranks the second (out of 123 countries) in the exports of organic products to the EU according to the study of the organic market in 2019 conducted by the Information Center Green Dossier (OrganicInfo.ua), Organic Standard and the Research Institute of Organic Agriculture (FiBL). The official statistical reviews of IFOAM confirm that in 2018 there were about 510 organic farms in Ukraine, and the total area of the agricultural land on which the organic production is carried out was 429,100 hectares. Among the producers of organic products, more than 4.6% are involved in growing of the legumes. It should be noted that one of the main crops of the *Fabaceae* family grown in Ukraine is soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). In recent years, there has been a significant increase in sown areas and soybean production, and the issue of its organic production is relevant. The aim of our research was to determine the effect of biological products based on bacteria: *Bacillus subtilis*, *Azotobacter*, *Enterobacter* and *Enterococcus*, on the main physiological groups of soil microorganisms in the cultivation of soybean plants. The research was conducted at the Institute of Agroecology and Environmental Management of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine in the Department of Agrobioreources and Ecologically Safe Technologies in the laboratory and vegetative conditions. The soybean seeds of the Suzir'ya cultivar (selected by the National Research Center of the Institute of Agriculture of the NAAS) and Kent cultivar (selected by SAATBAULINZ, Austria) were treated with biological products produced by BTU Center: PhytoHelp (*Bacillus subtilis*, cell titer 1–4·10<sup>9</sup> CFU cm<sup>3</sup>), PhytoHelp (*B. subtilis* – cell titer not less than 4·10<sup>9</sup> CFU cm<sup>3</sup>), MycoHelp (*B. subtilis*, *Azotobacter*, *Enterobacter* and *Enterococcus*) according to the recommended doses. The methods prescribed in State Standard 7847:2015 was used to determine of the soil microorganisms and their associations. Statistical data processing was performed using the Microsoft Excel software package. The peculiarities of the influence of biological products based on bacteria: *Bacillus subtilis*, *Azotobacter*, *Enterobacter* and *Enterococcus* on the main physiological groups of soil microorganisms in the cultivation of soybean plants it has been demonstrated. It has been established that in the soybean and Kent soybean agrocenosis, MycoHelp and PhytoHelp biological products effect on the main ecological and trophic groups of soil microbiome, thereby increasing soil microbiological activity; significantly intensify the development of microorganisms that use mainly organic nitrogen compounds (in the system Kent variety – biological product MycoHelp this figure increased in 3.3 times, and at the variety Constellation – biological product PhytoHelp – in 5.3 – 18.8 times compared to the reference and control options, respectively). Root exometabolites of soybean varieties determine the nature and intensity of the impact of microorganisms on plants and lead to changes in the structure of microbial groups of the rhizosphere. In

the system soybean variety Kent – biological product PhytoHelp the number of oligonitrophilic bacteria is significantly reduced (by 48.7%), and in the system – soybean variety Constellation – biological products both PhytoHelp and MycoHelp – remains unchanged. By optimizing the functioning of the system, after treatment of seeds with biological products, in the soil, in the system of soybean plants of the Kent variety, the number of inactive spore forms is reduced by 2.9–5.0 times, compared to the control; the processes of organic matter destruction are weakened and its synthesis is intensified in accordance with the values of the coefficients of oligotrophic, mineralization and immobilization of nitrogen and pedotrophic. It is proved that the use of biological products MycoHelp and PhytoHelp increases the efficiency of the plant system soybean – biological products.

**Key words:** agrophytocenosis, microbiological preparations, consortium of microorganisms, ecological and trophic groups of bacteria, microbiological activity of soil.

**Beznosko I.<sup>1</sup>, Gorgan T.<sup>1</sup>, Turovnik Yu.<sup>1</sup>, Mostoviak I.<sup>2</sup>, Mudrak V.<sup>1</sup>** Pathogenic mycobiota of seeds of cereal crops under the influence of different growing technologies. Agroecological journal. 2022. No. 1. P. 110–120.

<sup>1</sup> *Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

<sup>2</sup> *Uman National University of Horticulture*  
e-mail: beznoskoirina@gmail.com

One of the important factors in obtaining quality seeds of cereals is the technology of cultivation, which should ensure high yields and quality of grain and be safe for the environment. Therefore, the aim of our study was to determine the impact of different growing technologies on the pathogenic microflora of the seeds winter wheat and oats. It was established that on the seeds of winter wheat of the variety Oberig Myronivskyi according to the traditional growing technology 7 genera of phytopathogenic micromycetes parasitized such as *Alternaria* spp., *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp., *Acremoniella* spp., *Bipolaris* spp., *Penicillium* spp., *Cladosporium* spp., which were characterized by different frequency of occurrence from 10% to 60%. On the seeds of oat variety Timbre we identified such phytopathogenic micromycetes as *Alternaria* spp., *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp., *Chaetomium* spp., *Drechslera* spp., *Penicillium* spp., *Trichoderma* spp., where their frequency of occurrence was from 10 to 50%. The highest frequency of occurrence the seeds winter wheat and oats by traditional growing technologies was characterized by genera *Aspergillus* spp. and *Penicillium* spp. This can create a significant problem when storing seeds and suppress its germination. Under organic growing technology on winter wheat seeds of the variety Oberig Myronivskyi micromycetes of the following genera: *Alternaria* spp., *Fusarium*

spp., *Aspergillus* spp., *Chaetomiums* spp., *Penicillium* spp., *Trichoderma* spp., *Bipolaris* spp. were identified, where their frequency of occurrence was from 25 to 50%. On the seeds of oats of the variety Timbre there were micromycetes of genera: *Alternaria* spp., *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp., *Chaetomiums* spp., *Drechslera* spp., *Penicillium* spp., *Trichoderma* spp. with frequency of occurrence from 10 to 50%. The dominant genus was *Trichoderma* spp. Fungi of this genus have the ability to multiply rapidly, which will compete with other microorganisms. The growing technology of cereal affect not only the number and frequency of occurrence phytopathogenic micromycetes on seeds, but also sporulation and their reproductive structures. It was found that the seeds of winter wheat and oats, in the conditions of traditional growing technology, the similarity of micromycetes was 56%. At the same time, the coefficient similarity of species the phytopathogenic micromycetes on the seeds of the studied crops, in terms of organic technology, was slightly higher and amounted to 63%. The analyzed indicators, such as the frequency of occurrence and the similarity coefficient, make it possible to evaluate the seeds of growing plant varieties in order to avoid biological contamination of agrocenoses with infectious structures of the phytopathogenic micromycetes.

**Key words:** frequency of occurrence, reproductive ability, indicator similarity species, microflora, agrocenoses.

**Pryvedeniuk N., Trubka V., Hlushchenko L.** Productivity of *Althaea officinalis* L. when using growth regulators and drip irrigation. Agroecological journal. 2022. No. 1. P. 121–127.

*Research Station of Medicinal Plants  
of the Institute of Agroecology and Environmental  
Management of NAAS  
e-mail: l256@ukr.net*

Studies have been conducted to establish the influence of plant growth regulators and drip irrigation on the productivity of marshmallow in the first year of the growing season. It was found that the increase in dry grass yield from the use of growth regulators ranged from 0.15 t/ha to 0.88 t/ha without irrigation. In the variants with the use of irrigation, the increase in yield ranged from 0.29 t/ha to 1.16 t/ha. It was found that the yield of dry roots without irrigation with the use of growth regulators increased by 0.05–0.42 t/ha compared to the option without the introduction of growth regulators (control). Under irrigation conditions, the use of growth regulators helped to increase the yield of dried roots of marshmallow by 0.12–0.47 t/ha relative to control. The highest productivity of marshmallow grass was obtained with the application of Emistin and Vimpel, where the yield was 4.69 and 4.88 t/ha without irrigation, in the variants with irrigation the yield was 7.31 and 7.44 t/ha of dry raw materials. The highest

yield of dried marshmallow roots without irrigation was in the variants with the application of Vimpel and Potassium Humate where it was 1.89 and 1.95 t/ha. Under irrigation conditions, the highest root yield of 2.22–2.34 t/ha was obtained in the variants with the introduction of Emistin, Potassium Humate and Vimpel. The study of the effect of drip irrigation on the yield of dry raw material of marshmallow showed a positive effect, on average, the increase in yield from the use of irrigation was 2.5 t/ha of grass and 0.39 t/ha of roots. In a study of the influence of growth regulators on the share of leaves in raw materials, it was found that without irrigation among the studied options, the percentage of leaves ranged from 43.5 to 46.7%. The use of Sodium Humate provided the raw material with the largest share of leaves. The smallest share of leaves was under the control and with the introduction of growth regulators of Potassium Humate and Emistin. Under irrigation, the share of leaves in raw materials ranged from 42.9 to 47.1%. The lowest percentage of leaves in the raw material was recorded in the version with the introduction of the growth regulator of Potassium Humate, the highest percentage of leaves was in the version with the introduction of Pennant.

**Key words:** *Althaea officinalis* L., efficiency, yield, dry raw materials, grass, leaves, roots, leaf proportion.

**Nagorniuk O.<sup>1</sup>, Matkovska S.<sup>2</sup>, Matviychuk B.<sup>2</sup>, Ishchuk O.<sup>2</sup>, Svitelsky M.<sup>2</sup>** Influence of plant growth regulators on Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedling growing in the conditions of closed soil. Agroecological journal. 2022. No. 1. P. 128–135

<sup>1</sup> *Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

<sup>2</sup> *Polissya National University  
e-mail: onagormuk@ukr.net*

The results of researches of ecological value of plant growth regulators on growth of Scots pine seedlings in the conditions of the closed ground – greenhouses of Sobolivsky forestry of Subsidiary enterprise «Romanovsky forestry of agro-industrial complex» of Zhytomyr regional municipal agroforestry enterprise «Zhytomyroblagrolis» of Zhytomyr regional council are given. Potassium humate, Epin (manufactured by Agriflex), Alga-600 were used in the experiments. Agrochemical analysis of soil in the greenhouses of the experimental farm was carried out. The study of the impact of growth regulators on the ecological condition of plants, their seedlings took place during the growing season of 2021. The influence of plant growth regulators on Scots pine seeds in the preparation of seed material for sowing was studied, the greatest efficiency of pre-sowing soaking of Scots pine seeds in aqueous solutions of growth regulators in the experiment with potassium humates and Epine was defined. It was found that the treatment

of seedlings in greenhouses the greatest stimulating effect is achieved when using solutions of Epine and potassium humates at a concentration of 5 mg/l solution, the ecological impact on biometric indicators was assessed: height, root neck diameter of seedlings. It was found that in the needles of Scots pine treated with humate potassium content of a,  $\beta$ -chlorophyll is 70.4 mg / 100 g of raw weight, however, in the needles of Scots pine treated with growth regulator Alga – 600 this figure reaches 49.0 mg / 100 g of raw weight and approaching the indicators of the control area. According to the accumulation of a,  $\beta$ -chlorophyll, it can be predicted that seedlings treated with potassium humates and epinephrine will be more productive than others and will not cause environmental damage. It is recommended for agro-forestry enterprises, in particular, Zhytomyr Polissya, namely for the Subsidiary enterprise «Romanivsky forestry of agro-industrial complex» of Zhytomyr regional municipal agro-forestry enterprise «Zhytomyroblagrolis» of Zhytomyr regional council in closed soil conditions to obtain high-quality compliance with modern requirements for the balanced development of agricultural production as a component of environmental security of Ukraine.

**Key words:** *Pinus sylvestris* L., seeds, seedlings, plant growth regulators, ecological significance of humates influence, balanced development, ecological safety of agroforestry products.

**Levishko A.<sup>1</sup>, Gumeniuk I.<sup>1</sup>, Tkach Ye.<sup>1</sup>, Ternovi Yu.<sup>2</sup>, Kravchuk Yu.<sup>2</sup>** Efficiency of using new *Rhizobium* strains on legume crops. Agroecological journal. 2022. No. 1. P. 136–144.

<sup>1</sup> *Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

<sup>2</sup> *Skvyra Research Station of Organic Production*  
e-mail: gumenyuk.ir@gmail.com

During significant time, the use of bean-rhizobial systems and development of effective, competitive microbial preparations have been an integral part of organic farming. Also, in intensive technologies, only due to such ones, it is possible without reducing the

achieved level of agricultural production to reduce its cost, harmful effects on the environment and at the same time to achieve ecological purity of products selection of highly effective strains that have adapted to local soil and climatic conditions and acquired resistance to nutrients and plant protection is the most promising strategy to increase the effectiveness of microbial inoculants. The aim of this work was to select highly effective strains that have adapted to local soil and climatic conditions and have become resistant to nutrients and plant protection and are the most promising for improving the effectiveness of microbial inoculants. Field researches were conducted in the research fields of the Skvyra Research Station of Organic Production of the Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Ukraine, Kyiv region, Skvyra) during 2020–2021. Nitrogen-fixing activity of root nodules was determined by acetylene method. The gas mixture was analyzed on an «Agilent 6850 chromatograph». The paper presents the results of research to establish the effectiveness of new strains of inoculants on crops of legumes: soybean of Moravia variety and peas of Starter variety in the Kyiv region, Skvyra Research Station of Organic Production of the Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS. The significant effect of new rhizobia strains for inoculation of legumes on phenological indicators and yield of these crops in the conditions of intensive technologies was shown. The competitiveness of strains is controlled by both internal determinants – genotype of the microorganism, and external factors such as symbiotic plant physiology, exposure to abiotic factors, tolerance to pesticides and agrochemicals used in crop production technologies. It has been shown that the use for inoculation of soybean strain *B. japonicum* EL 35 and for inoculation of peas strain *R. leguminosarum* bv. *viciae* PS 12 stimulate the development of plants during their growing season and allow to obtain symbiotic systems with a high level of nitrogen fixation, as a result of which we can increase the yield of legumes from 16 to 20%.

**Key words:** symbiotic systems, *B. japonicum*, *R. leguminosarum* bv. *viciae*, seed inoculation, rhizobia.



---

---

## ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

---

---

**БЕЗНОСКО Ірина Володимирівна**, кандидат біологічних наук, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: beznoskoirina@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2217-5165>)

**БОЙКО Олександр Васильович**, кандидат сільськогосподарських наук, Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН, м. Черкаси, Україна (e-mail: aleksboyko18@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3917-5583>)

**БОРОДАЙ Віра Віталіївна**, доктор сільськогосподарських наук, доцент, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: veraboro@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8787-8646>)

**ГАВРИШ Олександр Миколайович**, кандидат сільськогосподарських наук, Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН, м. Черкаси, Україна (e-mail: bioresurs.ck@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8632-6508>)

**ГЛУЩЕНКО Людмила Анатоліївна**, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, Дослідна станція лікарських рослин Інституту агроекології і природокористування НААН, с. Березогоча, Лубенський р-н, Полтавська обл., Україна (e-mail: L256@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2329-5537>)

**ГОНЧАР Олексій Федорович**, кандидат сільськогосподарських наук, Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН, м. Черкаси, Україна (e-mail: of.gonchar@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2269-9767>)

**ГОНЧАР Світлана Михайлівна**, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: sveta4142@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1636-7133>)

**ГОРГАН Тетяна Михайлівна**, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: Tanja.micaela@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8980-7895>)

**ГУМЕНЮК Ірина Ігорівна**, кандидат біологічних наук, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail:

[gumenyuk.ir@gmail.com](mailto:gumenyuk.ir@gmail.com); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6692-0171>)

**ДАВИДЮК Ганна Володимирівна**, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН», смт Чабани, Києво-Святошинський р-н, Київська обл., Україна (e-mail: anndavydiuk@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3877-2837>)

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

**ДОБРЯК Дмитро Семенович**, доктор економічних наук, професор, член-кореспондент НААН, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: dobryakds@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2360-3520>)

**ДОВБАШ Надія Іванівна**, кандидат сільськогосподарських наук, Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН», смт Чабани, Києво-Святошинський р-н, Київська обл., Україна (e-mail: Nadezda\_D@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4741-2657>)

**ДРЕБОТ Оксана Іванівна**, доктор економічних наук, професор, академік НААН, Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: drebotoksana@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2681-1074>)

**ЩУК Оксана Василівна**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Поліський національний університет, м. Житомир, Україна (e-mail: ischuk\_o@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8993-8366>)

**КЛИМЕНКО Ірина Іванівна**, кандидат сільськогосподарських наук, Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН», смт Чабани, Києво-Святошинський р-н, Київська обл., Україна (e-mail: Ira\_Klimenko@i.ua;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9449-7377>)

**КОВАЛІВ Олександр Іванович**, доктор економічних наук, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: [okovaliv@ukr.net](mailto:okovaliv@ukr.net); ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4908-7963>)

**КОЛЕСНИК Тетяна Миколаївна**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, Україна (e-mail: [t.m.kolesnyk@nuwm.edu.ua](mailto:t.m.kolesnyk@nuwm.edu.ua); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2637-7733>)

**КОСОВСЬКА Надія Анатоліївна**, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: [kosovska.na@gmail.com](mailto:kosovska.na@gmail.com); ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8881-847X>)

**КРАВЧУК Юрій Алікович**, Сквирська дослідна станція органічного виробництва Інституту агроєкології і природокористування НААН, м. Сквиря, Київська обл., Україна (e-mail: [doslidna\\_skvira@meta.ua](mailto:doslidna_skvira@meta.ua))

**КРАСОВСЬКИЙ Володимир Васильович**, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, Хорольський ботанічний сад, м. Хорол, Полтавська обл., Україна (e-mail: [horolbotsad@gmail.com](mailto:horolbotsad@gmail.com); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8302-6593>)

**ЛЕВІШКО Алла Сергіївна**, кандидат біологічних наук, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: [alodua2@gmail.com](mailto:alodua2@gmail.com); ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4037-1730>)

**МАГДІЙЧУК Анна Петрівна**, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: [mahdiichuk@gmail.com](mailto:mahdiichuk@gmail.com); ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6719-2148>)

**МАТВІЙЧУК Богдан Володимирович**, кандидат сільськогосподарських наук, Поліський національний університет, м. Житомир, Україна (e-mail: [bogdanmatviychuk@ukr.net](mailto:bogdanmatviychuk@ukr.net); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7872-2420>)

**МАТКОВСЬКА Світлана Іванівна**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Поліський національний університет, м. Житомир, Україна (e-mail: [matkovcka@ukr.net](mailto:matkovcka@ukr.net); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8019-5498>)

**МЕЛЬНИК Петро Павлович**, доктор економічних наук, старший науковий співробітник,

Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: [melnikpp@ukr.net](mailto:melnikpp@ukr.net); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6083-677X>)

**МОСТОВ'ЯК Іван Іванович**, доктор сільськогосподарських наук, доцент, Уманський національний університет садівництва, м. Умань, Черкаська обл., Україна (e-mail: [mostovjak@gmail.com](mailto:mostovjak@gmail.com); ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4585-3480>)

**МУДРАК Вероніка Олександрівна**, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: [mva.mudrak2002@gmail.com](mailto:mva.mudrak2002@gmail.com))

**МУДРАК Олександр Васильович**, доктор сільськогосподарських наук, професор, КЗВО «Вінницька академія безперервної освіти», м. Вінниця, Україна (e-mail: [ov\\_mudrak@ukr.net](mailto:ov_mudrak@ukr.net); ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1776-6120>)

**НАГОРНЮК Оксана Миколаївна**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: [onagornuk@ukr.net](mailto:onagornuk@ukr.net); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-66949142>)

**НЕБИЛИЦЯ Микола Степанович**, кандидат сільськогосподарських наук, Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН, м. Черкаси, Україна (e-mail: [bioesurs.ck@ukr.net](mailto:bioesurs.ck@ukr.net); ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5509-8787>)

**ОПРИШКО Олексій Олександрович**, кандидат технічних наук, доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна (e-mail: [ozon.kiev@nubip.edu.ua](mailto:ozon.kiev@nubip.edu.ua); ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6433-3566>)

**ОСОКІНА Тетяна Григорівна**, Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН, м. Черкаси, Україна (e-mail: [bioesurs.ck@ukr.net](mailto:bioesurs.ck@ukr.net))

**ПАЛАПА Надія Василівна**, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: [palapa60@ukr.net](mailto:palapa60@ukr.net); ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3748-6414>)

**ПАРФЕНЮК Алла Іванівна**, доктор біологічних наук, професор, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: [vereskpar@ukr.net](mailto:vereskpar@ukr.net); ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0169-4262>)

**ПАСІЧНИК Наталія Анатоліївна**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна (e-mail: p.pasichnyk@nubip.edu.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2120-1552>)

**ПОЛЬОВИЙ Володимир Мефодійович**, доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН, Інститут сільського господарства Західного Полісся НААН, с. Шубків, Рівненський р-н, Рівненська обл., Україна (e-mail: rivne\_apv@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3133-9803>)

**ПОСТОЄНКО Володимир Олексійович**, доктор сільськогосподарських наук, професор, Національний науковий центр «Інститут бджільництва імені П.І. Прокоповича», м. Київ, Україна (e-mail: vpostoenko@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6515-7004>)

**ПРИВЕДЕНЮК Назар Валерійович**, кандидат сільськогосподарських наук, Дослідна станція лікарських рослин Інституту агроєкології і природокористування НААН, с. Березоточа, Лубенський р-н, Полтавська обл., Україна (e-mail: privedenyuk1983@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0748-8083>)

**РОВНА Галина Францівна**, Інститут сільського господарства Західного Полісся НААН, с. Шубків, Рівненський р-н, Рівненська обл., Україна (e-mail: rivne\_apv@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7599-5650>)

**СВИТЕЛЬСЬКИЙ Микола Михайлович**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Поліський національний університет, м. Житомир, Україна (e-mail: svitmm71@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1501-4168>)

**СОЛОМАХА Володимир Андрійович**, доктор біологічних наук, професор, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: vsol@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3975-5366>)

**СОЛОМАХА Ігор Володимирович**, кандидат біологічних наук, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: i\_solo@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8853-2973>)

**ТАРАРІКО Олександр Григорович**, доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail:

tarariko@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5132-0157>)

**ТЕРНОВИЙ Юрій Вікторович**, кандидат сільськогосподарських наук, Сквирська дослідна станція органічного виробництва Інституту агроєкології і природокористування НААН, м. Сквиря, Київська обл., Україна (e-mail: ternowoj@i.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5829-5089>)

**ТЕРТИЧНА Ольга Василівна**, доктор біологічних наук, старший науковий співробітник, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: olyater@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9514-2858>)

**ТИМОЧКО Ігор Ярославович**, кандидат сільськогосподарських наук, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: i.tymochko@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9893-3869>)

**ТКАЧ Євгенія Дмитрівна**, 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>)

**ТРУБКА Валентина Андріївна**, Дослідна станція лікарських рослин Інституту агроєкології і природокористування НААН, с. Березоточа, Лубенський р-н, Полтавська обл., Україна (e-mail: trubkaval@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2960-4137>)

**ТУРОВНИК Юлія Анатоліївна**, кандидат біологічних наук, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, Україна (e-mail: turovnikyulia@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0169-4262>)

**ФЕДЬКО Роман Миколайович**, кандидат біологічних наук, Дослідна станція лікарських рослин Інституту агроєкології і природокористування НААН, с. Березоточа, Лубенський р-н, Полтавська обл., Україна (e-mail: ukrvilar@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3588-7866>)

**ЧЕРНЯК Таїсія Василівна**, Хорольський ботанічний сад, м. Хорол, Полтавська обл., Україна (e-mail: horolbotsad@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5463-2642>)

**ШКАРІВСЬКА Людмила Іванівна**, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН», смт Чабани,

Києво-Святошинський р-н, Київська обл., Україна (e-mail: Luda\_Shkarivska@i.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4928-3238>)

**ЯСІНСЬКА Надія Олександрівна**, кандидат сільськогосподарських наук, Президія Національної академії аграрних наук України, м. Київ, Україна (e-mail: yasinska.nadiia@gmail.com;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8100-019X>)

**ЯЩЕНКО Людмила Анатоліївна**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Інститут сільського господарства Західного Полісся НААН, с. Шубків, Рівненський р-н, Рівненська обл., Україна (e-mail: rivne\_arv@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1407-0133>)

---

---

---

# ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

---

---

Редакція «Агроекологічного журналу» приймає до розгляду оригінальні статті, підготовлені на високому науковому рівні, що мають важливе теоретичне, практичне значення та висвітлення результатів наукових досліджень вітчизняних та зарубіжних авторів. У журналі публікуються закінчені експериментальні і дослідні роботи, а також оглядові статті, які раніше не були надруковані за наступними напрямками: **актуальні проблеми екології, аграрні науки і продовольство, біологічні науки, економічні науки, лісове господарство, технологія виробництва та переробки продукції тваринництва.**

Подані статті мають бути структуровані відповідно до вимог ВАК України щодо наукових статей (Постанова Президії ВАК України від 15.01.2003 р. № 7-05/1), зокрема:

- постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями;
- аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання визначеної проблеми, і на які спирається автор;
- виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття;
- викладення основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів;
- висновки з дослідження і перспективи подальших розвідок у цьому напрямі.

Статті подають українською або англійською мовами. До статті додають анотації українською та англійською мовами обсягом 200–250 слів (1800–2000 знаків), ключові слова (5–10), що не дублюють назву, а також відомості про авторів (прізвища, ініціали, місце їх роботи/навчання).

Публікація англійською мовою приймається тільки за умови її професійного перекладу. За подачі англійського варіан-

ту, перекладеного з допомогою інтернет-перекладачів (напр., Google), матеріали будуть відхилені.

До розгляду приймаються наукові статті обсягом від 10 до 20 сторінок, включаючи всі матеріали (анотації, таблиці, рисунки та бібліографічні списки).

**У тексті статті мають бути виділені розділи:**

- «ВСТУП»,
- «АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ»
- «МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ»,
- «РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ»,
- «ВИСНОВКИ»,
- «ЛІТЕРАТУРА»,
- «REFERENCES».

**Розділ «Аналіз останніх досліджень і публікацій»**, повинен розкрити стан досліджень проблеми у вітчизняній і світовій науковій літературі за останні 5 років.

**В описі методики досліджень** наводиться детальне викладення методів і методик з посиланням на першоджерело (схеми дослідів, повторність, методи лабораторного аналізу, методи статистичної обробки). Якщо в тексті є абрєвіатура, подавати її в дужках при першому згадуванні. Автори мають дотримуватися правильної галузевої термінології (див. ДСТУ, СОУ), терміни мають бути уніфікованими.

**Викладення результатів досліджень** має заключатись не в переказі змісту таблиць і рисунків, а у визначенні закономірностей, що з них випливають.

**В обговоренні результатів** слід показати причинно-наслідкові зв'язки між одержаними ефектами, порівняти одержані дані та показати їх новизну. Повторення одних



і тих самих даних у тексті, таблицях, графіках неприпустимо.

**Література** (до 20 джерел) мовою оригіналу оформлюється згідно із ДСТУ 8302:2015. Посилання на літературні джерела послідовно нумеруються арабськими цифрами в порядку появи у тексті статті і зазначаються у квадратних дужках.

**References** здійснюється відповідно до стандарту APA (American Psychological Association).

### МАКЕТ СТОРІНКИ

Для оригінал-макета використовується формат паперу – А4, орієнтація – книжкова, поля з усіх сторін – 20 мм.

Гарнітури, розміри шрифтів та начертання:

- для заголовку статті та розділів: Times New Roman – 14 пт, напівжирний, прописні, великі літери;
- для УДК, основного тексту, анотацій, відомостей про авторів, підписів до рисунків та назв таблиць, літератури, references: Times New Roman – 14 пт;
- міжрядковий інтервал – 1,5; абзац – 1,25 см.

### ТИПОГРАФСЬКІ ПОГОДЖЕННЯ ТА СТИЛІ

По центру у першому рядку сторінки вирівнюється тематична рубрика, до якої автор подав свою публікацію. Надалі індекс УДК набирається і вирівнюється за

лівим краєм. Заголовок статті набирається в наступному за УДК рядку і вирівнюється посередині. Потім вказують: прізвища, ініціали авторів, нижче – місце роботи/навчання, адреса електронної пошти, код ORCID автора (курсивом). Якщо автори з різних установ, після прізвища авторів та назв установ, у яких працюють/навчаються автори, слід проставити один і той самий верхній цифровий індекс. Далі розташовують анотацію та ключові слова мовою оригіналу статті (курсив); текст статті; відомості про авторів.

*Таблиці* мають бути виконані в Microsoft Office Word; *формули* – у редакторі формул MS Equation; *графіки* – у Microsoft Office Excel, *фотографії* – у форматі .jpg, .tif або надавати оригінали.

Також всі рисунки (графіки) додатково роздруковують на окремому аркуші – Microsoft Office Excel.

Всі ілюстрації треба подавати у чорнобілому варіанті або у градаціях сірого кольору.

Відповідальність за зміст статті несе автор. Рукописів редакція не повертає.

### АДРЕСА РЕДАКЦІЇ:

#### ІНСТИТУТ АГРОЕКОЛОГІЇ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ НААН,

вул. Метрологічна, 12, Київ-143, 03143  
Довідки за телефоном: (044) 522-60-62.  
E-mail: agroecojournal@ukr.net