

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

# АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ ЖУРНАЛ



**3•2019**

---

Виходить чотири рази на рік

## ЗАСНОВНИКИ

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

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

АДРЕСА РЕДАКЦІЇ:  
вул. Метрологічна, 12, Київ-143, 03143  
тел. (044) 522-60-62  
e-mail: [agroecojournal@ukr.net](mailto:agroecojournal@ukr.net)  
<http://journalagroeco.org.ua>

*Журнал включено до переліку наукових видань України  
з сільськогосподарських і біологічних наук  
відповідно до наказу МОН України № 1528 від 29.12.2014.*

*Журнал включено до міжнародних інформаційних та наукометричних баз:  
Research Bib Journal Database (Японія)  
РИНЦ (Російська Федерація)  
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)

Редколегія не завжди поділяє думки авторів статей

**Журнал друкується і поширюється через мережу Інтернет  
за рішенням вченої ради Інституту агроекології і природокористування НААН  
(протокол № 7 від 7.08.2019 р.)**

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

---

---

Підписано до друку 7.08.2019 р. Формат 70×100/16. Друк офсетний.  
Ум. друк. арк. 9,35. Наклад 250 прим. Зам. № АЕ-03–19.

Оригінал-макет та друк ТОВ «ДІА». 03022, Київ-22, вул. Васильківська, 45

---

---

# АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ ЖУРНАЛ

---

---

3 • 2019



КИЇВ • 2019

## EDITORIAL BOARD

### Editor-in-chief

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

### Executive Secretary

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

### Output editor

**RYZHYKOVA L.**

**BOYKO A.**,

*Doctor of Biological Science, Prof. (Ukraine)*

**BORODAY V.**,

*Doctor of Agricultural Science, Prof. (Ukraine)*

**GUDKOV I.**,

*Doctor of Biological Science, Prof.,  
Full member of NAAS (Ukraine)*

**DEMYANYUK O.**,

*Doctor of Agricultural Science, Senior Researcher  
(Ukraine)*

**DREBOT O.**,

*Doctor of Economic Science, Prof.,  
Corresponding member of NAAS (Ukraine)*

**YEHOROVA T.**,

*Doctor of Agricultural Science, Senior Researcher  
(Ukraine)*

**KONISHCHUK V.**,

*Doctor of Biological Science, Senior Researcher  
(Ukraine)*

**KOPIY L.**,

*Doctor of Agricultural Science, Prof. (Ukraine)*

**LESOVOY N.**,

*Doctor of Agricultural Science, Prof. (Ukraine)*

**MUDRAK O.**,

*Doctor of Agricultural Science, Prof. (Ukraine)*

**NAGORNIUK O.**,

*Candidate of Agricultural Science, Docent  
(Ukraine)*

**PALAPA N.**,

*Doctor of Agricultural Science,  
Senior Researcher (Ukraine)*

**PARFENYUK A.**,

*Doctor of Biological Science, Prof. (Ukraine)*

**SOLOMAKHA V.**,

*Doctor of Biological Science, Prof. (Ukraine)*

**TARARIKO O.**,

*Doctor of Agricultural Science, Prof.,  
Full member of NAAS (Ukraine)*

**TKACH Y.**,

*Candidate of Biological Science,  
Senior Researcher (Ukraine)*

**CHOBOTKO G.**,

*Doctor of Biological Science, Prof. (Ukraine)*

**SHERSTOBOEVA O.**,

*Doctor of Agricultural Science, Prof. (Ukraine)*

**SHKURATOV O.**,

*Doctor of Economic Science, Prof. (Ukraine)*

**YUKHNOVSKYI V.**,

*Doctor of Agricultural Science, Prof. (Ukraine)*

**WALAT W.**,

*Doctor of Humanities Science, Prof. (Poland)*

**SOBCZYK V.**,

*Doctor of Agricultural Science, Prof. (Poland)*

**URUSHADZE T.**,

*Doctor of Biological Science, Prof. (Georgia)*

## РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Головний редактор

**ФУРДИЧКО О.І.**, д-р екон. і с.-г. наук, проф., акад. НААН

Відповідальний секретар

**ШУМИГАЙ І.В.**, канд. с.-г. наук

Відповідальний редактор

**РИЖИКОВА Л.Г.**

- |  |   |
|--|---|
| <b>БОЙКО А.Л.</b> ,<br>д-р біол. наук, проф., акад. НААН (Київ)        | <b>ПАРФЕНЮК А.І.</b> ,<br>д-р біол. наук, проф. (Київ)                  |
| <b>БОРОДАЙ В.П.</b> ,<br>д-р с.-г. наук, проф. (Київ)                  | <b>СОЛОМАХА В.А.</b> ,<br>д-р біол. наук, проф. (Київ)                  |
| <b>ГУДКОВ І.М.</b> ,<br>д-р біол. наук, проф., акад. НААН (Київ)       | <b>ТАРАРІКО О.Г.</b> ,<br>д-р с.-г. наук, проф., акад. НААН (Київ)      |
| <b>ДЕМ'ЯНЮК О.С.</b> ,<br>д-р с.-г. наук, старш. наук. співроб. (Київ) | <b>ТКАЧ Є.Д.</b> ,<br>канд. біол. наук, старш. наук. співроб.<br>(Київ) |
| <b>ДРЕБОТ О.І.</b> ,<br>д-р екон. наук, проф., чл.-кор. НААН (Київ)    | <b>ЧОБОТЬКО Г.М.</b> ,<br>д-р біол. наук, проф. (Київ)                  |
| <b>ЄГОРОВА Т.М.</b> ,<br>д-р с.-г. наук, доцент (Київ)                 | <b>ШЕРСТОБОЄВА О.В.</b> ,<br>д-р с.-г. наук, проф. (Київ)               |
| <b>КОНІЩУК В.В.</b> ,<br>д-р біол. наук, старш. наук. співроб. (Київ)  | <b>ШКУРАТОВ О.І.</b> ,<br>д-р екон. наук, проф. (Київ)                  |
| <b>КОПІЙ Л.І.</b> ,<br>д-р с.-г. наук, проф. (Львів)                   | <b>ЮХНОВСЬКИЙ В.Ю.</b> ,<br>д-р с.-г. наук, проф. (Київ)                |
| <b>ЛІСОВИЙ М.М.</b> ,<br>д-р с.-г. наук, проф. (Київ)                  | <b>ВАЙЛАТ В.</b> ,<br>д-р педаг. наук, проф. (Республіка Польща)        |
| <b>МУДРАК О.В.</b> ,<br>д-р с.-г. наук, проф. (Вінниця)                | <b>СОБЧИК В.</b> ,<br>д-р с.-г. наук, проф. (Республіка Польща)         |
| <b>НАГОРНЮК О.М.</b> ,<br>канд. с.-г. наук, доцент (Київ)              | <b>УРУШАДЗЕ Т.Ф.</b> ,<br>д-р біол. наук, проф. (Грузія)                |
| <b>ПАЛАПА Н.В.</b> ,<br>д-р с.-г. наук, старш. наук. співроб. (Київ)   |   |

**РАЦІОНАЛЬНЕ  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
І ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО  
ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА**

**Егорова Т.М., Сапсай Т.П.**  
Актуальні питання агроекологічного районування України

**Бойко О.В., Гончар О.Ф.,  
Гавриш О.М., Осокіна Т.Г.**  
Формування екологічної мережі Черкаської області

**Ткач Є.Д., Шавріна В.І.**  
Екологічна роль сполучних територій у формуванні екомережі Східного Поділля

**Шевчик В.Л., Соломаха І.В.,  
Соломаха В.А.**  
Еколого-ценотичні особливості проєктованого ландшафтної заказника «Уляниківські джерела»

**РОДЮЧІСТЬ  
І ОХОРОНА ҐРУНТІВ**

**Грищенко О.М., Запасний В.С.,  
Ярмоленко Є.В., Шило Л.Г.**  
Динаміка родючості ґрунтів Переяслав-Хмельницького району Київської області

**Зубов А.О., Зубов О.Р.**  
Зв'язок властивостей ґрунтів з їх еродованістю

**Даценко Л.М., Гришко С.В.,  
анчук М.М., Тарусова Н.В.,  
Чебанова Ю.В., Щербина В.В.,  
Скиба В.П., Ангеловська А.О.**  
Проблеми бонітування ґрунтів Запорізької області у сучасній оцінці земельних ресурсів

**ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНІ  
АГРОТЕХНОЛОГІЇ**

**Давидюк Г.В., Олійник К.М.,  
Клименко І.І.**  
Вплив технологій вирощування на вміст мікроелементів і важких металів у рослинах пшениці озимої

**RATIONAL NATURAL  
MANAGEMENT  
AND PROTECTION  
OF ENVIRONMENTAL**

6 **Yehorova T., Sapsai T.**  
Relevant issues of agroecological zoning in Ukraine

14 **Boyko O., Gonchar O., Gavrish O.,  
Osokina T.**  
Formation of ecological network of Cherkasy region

20 **Tkach Ye., Shavrina V.**  
Environmental role of connecting territories in the formation of ecological network of Eastern Podillia

27 **Shevchyk V., Solomakha I.,  
Solomakha V.**  
Ecological and cenotic features of «Ulianykivski dzherela (wellsprings)» designed landscape reserve

**FERTILITY  
AND PROTECTION OF SOILS**

35 **Grischenko E., Zapasnyi V.,  
Yarmolenko E., Shylo L.**  
Main indicators of soil fertility in Pereiaslav-Khmelnytskyi district of Kiev region

42 **Zubov A., Zubov O.**  
Connection of soil properties with their erosion susceptibility

53 **Datcenko L., Hryshko S., Ganchuk M.,  
Tarusova N., Chebanova Y.,  
Scherbina V., Skyba V.,  
Anhelovska A.**  
Problems of soil boning in Zaporizhzhia region in modern land resources assessment

**ENVIRONMENTALLY SAFE  
AGROTECHNOLOGIES**

62 **Davidyuk G., Oliynyk K.,  
Klimenko I.**  
Influence of cultivation technologies on the content of trace elements and heavy metals in winter wheat plants

<b>Тараріко Ю.О., Цвей Я.П., Личук Г.І.</b>	70	<b>Tarariko Ur., Tsvei Ya., Lychuk A.</b>	70
Потенціал біопродуктивності зрошуваних агроecosystem у Правобережному Ліссостепі		Potential of bioproductivity of irrigated agricultural systems in the Right-Bank Forest Steppe zone	
<b>БІОРИЗНОМАНІТТЯ ТА БІОБЕЗПЕКА ЕКОСИСТЕМ</b>		<b>BIODIVERSITY AND BIOSAFETY OF ECOSYSTEMS</b>	
<b>Гринчук К.В.</b>	81	<b>Hrynchuk K.</b>	81
Ризоманія – небезпечний вірусний об'єкт для оцінки фітосанітарного стану посівів цукрового буряку України		Rhysomania as a dangerous virus object for evaluating phytosanitary state of sugar beet seeds in Ukraine	
<b>Дем'янюк О.С., Шацман Д.О.</b>	93	<b>Demyanyuk O., Shatsman D.</b>	93
Біологічна активність чорнозему типового за внесення гербіцидів у технології вирощування кукурудзи		Biological activity of chernozem typical under application herbicides in the technology of corn cultivation	
<b>Лісовий М.М., Мухаммед М.З., Чайка В.В.</b>	100	<b>Lisovyy M., Mohammed M.Z., Чайка V.</b>	100
Оцінювання різноманіття комах агроecosystem		Control of entomological diversity in agricultural systems	
<b>ЮБІЛЕЙ</b>		<b>JUBILEE</b>	
Г.М. Чоботьку – 70	105	G. Chobotko – 70	105
<b>НЕКРОЛОГИ</b>		<b>OBITUARIES</b>	
Пам'яті А.П. Стадника	106	In memory of A. Stadnyk	106
Пам'яті В.П. Фещенка	107	In memory of V. Feshchenko	107

---

# РАЦІОНАЛЬНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ І ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

---

УДК 631.95:504-.064.2.001.18

DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2019.183462>

## АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ АГРОЕКОЛОГІЧНОГО РАЙОНУВАННЯ УКРАЇНИ

Т.М. Єгорова, Т.П. Сапсай

*Інститут агроекології і природокористування НААН*

*Розглянуто основні тенденції територіального аналізу земель сільськогосподарського призначення та їх екологічного оцінювання. Методологія інформативного агроекологічного районування передбачає класифікацію ландшафтної структури і природно-антропогенних процесів для території досліджень, формування інформаційної бази даних, параметризацію компонентів та агроекологічних процесів, створення графічних моделей функціонування агроландшафтів та прилеглих територій. Розроблено диференційовані підходи до проведення загальнонаукового і цільового агроекологічного районування земель сільськогосподарського призначення на ландшафтно-екологічних засадах. Запропоновано комплекс кількісних параметрів компонентів агроландшафтів для оцінки та районування їх екологічних особливостей. Підготовлено табличну легенду до загальнонаукової агроекологічної карти лісостепової Правобережної провінції України. Вказані питання методології агроекологічного районування дають змогу започаткувати практику досліджень основи формування Державної програми загальнонаукового і цільового агроекологічного районування України.*

**Ключові слова:** агроекологічне районування, методологія районування, агроландшафт, ґрунти, агроценози, Правобережний Лісостеп.

---

Сучасні тенденції екологічного і економічного розвитку держав є невід’ємними від процесів глобалізації усіх сфер життя. Юридичними свідченнями єдності функціонування сільськогосподарського виробництва на теренах країн Європейського Союзу є низка міжнародних конвенцій з питань охорони ландшафтів і транскордонного співробітництва, підписаних Україною [1, 2]. Поряд із тим територію України включено до міжнародних програм екологічних досліджень ґрунтів, наприклад, таким є українсько-німецький проект GEMAS [3]. Однак імплементацію результатів досліджень на територіях інших держав, а також особливостей природно-антропогенних умов ведення сільського господарства обумовлено станом району-

вання земель сільськогосподарського призначення, насамперед — агроекологічного.

Основними складовими оцінки та диференціації орних земель України залишаються детальні агрохімічні спостереження на рівні сільськогосподарського поля в умовах традиційних сівозмін. Переважаючі тенденції локального аграрного районування України визначаються параметрами агрохімічного моніторингу земель і є орієнтованими, передусім, на підвищення їх родючості та зниження хімічного забруднення пестицидами, важкими металами, радіонуклідами [4]. Вирішенню цих питань щодо сільськогосподарських земель України, Білорусі, Росії присвячено роботи О.І. Фурдичка, О.Г. Тараріка, С.Г. Корсун, М.К. Чертка, В.О. Баранова, Г.І. Лисанова, Г.М. Приходського, Л.В. Петрової та ін. Узагальнені регіональні підходи до родю-



чості ґрунтів України і особливостей їх застосування у рослинництві і тваринництві висвітлює природно-сільськогосподарське районування території держави та поширення основних агроекологічних проблем [5, 6, 12]. Дослідженням еколого-генетичних особливостей ґрунтів та проблемам нестачі інформації про якісний склад ґрунтового покриву України присвячено роботи провідних фахівців ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського» впродовж останнього десятиліття [10, 11].

Агроекологічна інформативність традиційних підходів зонування земель України є доволі низькою. Зумовлено це, в основному, відсутністю комплексності у виборі чинників районування, що можна охарактеризувати як його «одноекторність», відсутність уваги до сполучених наукових методів і результатів (ландшафтно-екологічних, еколого-геохімічних, біогеохімічних) та дотримання десятилітніх традицій антропоцентричного аграрного виробництва, орієнтованого, переважно, на раціональність землекористування шляхом підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Такі тенденції мало відповідають вимогам сучасності, що широко формулюються у основних принципах «зеленого» зростання сільського господарства, органічного землеробства, збалансованого природокористування, підвищення якості сільськогосподарської продукції. Інформативною відповіддю на ці виклики в аграрному виробництві має стати різномасштабне агроекологічне районування України як новий напрям агроекологічних досліджень держави. Таке районування потребує розробки відповідної методології, заснованої на біоцентричних принципах.

Актуальним питанням такої методології та їх практичному впровадженню у агроекологічні дослідження території Правобережного Лісостепу присвячено нашу статтю. Мета — сформулювати основні принципи і методологічні засади агроекологічного районування. Визначити особливості загальнонаукового і цільового агроекологічного районування земель

України. Розробити приклад легенди загальнонаукової агроекологічної карти для території лісостепової Правобережної провінції України.

### **МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Дослідження налічують два етапи. Перший — розробка та формулювання принципів і задач загальнонаукового і цільового агроекологічного районування території України із конкретизацією прикладних завдань виробництва сільськогосподарської продукції. На цьому етапі враховано науково-методологічні питання оцінювання і екологічної диференційованості земель сільськогосподарського призначення. Другий етап — впровадження розроблених принципів у межах натурних моделей лісостепової Правобережної провінції у масштабах регіональних і локальних. Для цього створено таксономічні класифікації агроландшафтів цієї території і відповідні табличні легенди карт, що надають змогу реалізувати різномасштабне агроекологічне картування і районування на площі у 77,7 тис. км<sup>2</sup> території України. Для створення легенд до карт районування залучено якісно-кількісні параметри екологічного стану клімату, рельєфу, фітоценозів, ґрунтів, ґрунтоутворювальних і підстильних гірських порід.

### **РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ**

Агроекологічне районування території України є новим напрямом екологічного аналізу земель сільськогосподарського призначення на структурно-функціональних засадах [7]. Пріоритетним у питанні агроекологічного районування має бути ландшафтний підхід із урахуванням природно-антропогенних особливостей екологічних чинників функціонування агросфери. До уваги потрібно взяти не лише існуючі агроугіддя, але й інші земельні і водні ділянки сільського, лісового, водного господарства. Регіональні комплекси виділяються як територіально цілісні, особливі за певними фізико-хімічними показниками, екологічними процесами, та характеризуються спільними історично сформованими

взаємозв'язками компонентів і комплексів нижчого рангу.

Теорія і практика екологічного районування територій потребує розуміння неможливості розв'язання всіх екологічних проблем одночасно, а також створення універсальної моделі (графічної або статистичної), яка буде містити відповіді на всі питання агроєкології. Саме тому необхідно розрізняти і методологічно забезпечувати два напрями різномасштабного агроєкологічного районування територій: перший — загальнонауковий, другий — цільовий [8]. Зауважимо, що різниця цих двох напрямів та їх принципів широко застосовується в екологічному картографуванні, а також під час досліджень геологічного і географічного середовища у ландшафтознавстві і біології.

*Районування агроєкологічне загальнонаукове* базується на природних особливостях земель сільськогосподарського призначення (фізико-географічних, агроґрунтових, біокліматичних) і їх функціональності (основні напрями аграрного виробництва, меліорація, природозаповідання тощо). Результатом загальнонаукового районування є виділення територій агроландшафтів, однорідних за структурними природно-антропогенними особливостями та якісними оцінками агроєкологічних процесів. Відповідно до масштабів районування визначають території регіональних або локальних агроландшафтів, однорідних за природно-функціональними особливостями. Таке районування є основою для розробки територіальних прогнозів та особливостей моніторингу земель, врожайності та сівозмін, системи меліоративних заходів, охорони навколишнього природного середовища, збалансованого природокористування у межах агроландшафтів або їх територіальних комплексів. З огляду на зональне різноманіття природно-антропогенних чинників та комплексні критерії екологічного стану кліматичних, біологічних, земельних і водних ресурсів агроландшафтів, можуть бути підібрані спеціалізовані сорти сільгоспкультур та напрями тваринництва, що найбільше відповідають конкретному ре-

сурсному потенціалу території, розроблятися системи агроєкологічного моніторингу з орієнтацією на контроль та управління певною низкою небезпечних екологічних процесів.

*Районування агроєкологічне цільове* базується на природно-антропогенних особливостях агроландшафтів, які визначають виникнення і розвиток небезпечних агроєкологічних явищ і процесів (ерозія, зниження вмісту гумусу, забруднення ґрунтів пестицидами і важкими металами, забруднення сільськогосподарської продукції штучними радіонуклідами, накопичення поживних елементів сільськогосподарськими культурами тощо). Результатом цільового районування є визначення територій агроландшафтів, однорідних за якісно-кількісними оцінками рівня агроєкологічної небезпеки певного явища і процесу або їх комплексів. Відповідно до масштабів районування визначають території регіональних або локальних агроландшафтів, однорідних за особливостями агроєкологічної небезпеки. Таке районування є основою для впровадження системних довгострокових заходів із відновлення і використання земельних, біологічних та водних ресурсів агросфери у межах певних агроландшафтів. Завдання цільового агроєкологічного районування обумовлено широким спектром існуючих екологічних проблем щодо сільськогосподарських територій. Здійснення кожного цільового районування агроугідь визначено конкретними завданнями і змістом результативних матеріалів. Зокрема, це визначення головних природних і антропогенних процесів розвитку досліджуваного явища, а також вибір кількісних параметрів і критеріїв для оцінки екологічних процесів. Наприклад, якісну деградацію земель зумовлено певними еколого-геохімічними процесами, серед яких: хімічне забруднення і самоочищення (ґрунтів, вод, атмосферного повітря), забезпеченість ґрунтів гумусом і агроценозів есенційними елементами, агрохімічна меліорація, ремедіації ґрунтів, евтрофікація водойм, площинна і лінійна ерозії тощо. Лише цільове агроєкологічне районування може обґрунтовано визна-

чити антропогенну складову екологічної небезпеки, збалансованого сільського господарства і органічного землеробства.

Методологія агроекологічного районування територій має налічувати чотири послідовні етапи.

*Перший етап* полягає у типологічній класифікації структури і природно-антропогенних процесів функціонування агроландшафтів. Системний аналіз структури агроландшафтів стосується продукції тваринництва і рослинництва, агроценозів і природних фітоценозів, ґрунтів, поверхневих і підземних вод, ґрунтоутворювальних та материнських гірських порід. На цьому етапі пріоритетним є уніфікація термінології, проведення типології, класифікації агроландшафтів, їх структури із територіями з подібними екологічними умовами, рослинністю, ґрунтами. Важливо визначити і залучити до класифікації екологічні параметри кожної з таксономічних категорій. Такі параметри оцінюються для всієї території досліджень загалом. На початку цього етапу важливо об'єктивно оцінити агроекологічну вивченість території досліджень та напрями її додаткового подальшого вивчення. Найменшою одиницею типологічної класифікації є агроландшафт, що розглядається як територія з однорідною топічною структурою, певним функціональним використанням та особливостями агроекологічних процесів.

*Другий етап* передбачає створення інформаційної бази картографічних і аналітичних даних щодо території досліджень. Просторовою основою інформаційної бази визначаються елементарні територіальні одиниці, якими є певні агроландшафти або їхні складові, позначені індексами чи комплексним описом. Складові банки даних мають створюватися на параметричних і непараметричних атрибутах компонентів агроландшафтів. До розширеного переліку компонентів агроландшафтів можуть входити продукти рослинництва і тваринництва, агроценози, біотичні об'єкти худоби і птиці, генетичні ґрунтові горизонти, ґрунтоутворювальні породи, поверхневі та підземні води, природні фітоценози,

біотичні об'єкти та здоров'я місцевого населення). Банки даних щодо компонентів агроландшафтів мають містити спільні непараметричні атрибути, наприклад, розташування, номер проби, індекс ландшафту і агроґрунтової зони тощо. Спеціальні банки даних формують за технологіями аграрного виробництва у межах агроландшафтів, наприклад, за меліоративними заходами, удобренням земель, сівозмінами тощо.

*Третій етап* полягає у виборі або розрахунках кількісно-якісних параметрів і критеріїв стану агроландшафтів та процесів, що їх характеризують. Зміст цього етапу обумовлюється особливостями інформаційної бази даних і варіює відповідно до конкретних завдань районування. Параметри та критерії отримують як для компонентів агроландшафтів, так і для технологій аграрного виробництва щодо територій кожного агроландшафту.

*Четвертий етап* за змістом відображає спрямування мети районування як загальнонаукового, так і цільового. Кінцевим етапом районування є створення статистичних або графічних моделей структури і функціонування агроландшафтів дослідженої території, у т.ч. прогноз її розвитку. Такими моделями є статистичні рівняння, фізичні моделі або карти та схеми. Змістова частина створених результативних моделей має містити структурні ознаки агроландшафтів, ранжирування території за характером виконання поставлених завдань, а також висвітлення особливостей інформаційної бази даних. У процесі агроекологічного районування застосовують загальні та спеціальні методи дослідження навколишнього природного середовища: *польових експедицій* (закладання геоботанічних і біогеохімічних профілів, рекогносцирування, відбір ґрунтових зразків за генетичним профілем ґрунту), *аналітичні* (агрохімічні, фізико-хімічні, гідрохімічні тощо), *статистичного аналізу* (варіаційна і багатofакторна статистика), *картографічні, геоінформаційні, аерокосмічного зондування* тощо.

Прикладом викладених принципів та методів агроекологічного районування те-

риторії України є авторські розробки табличної легенди загальнонаукової регіональної агроекологічної карти лісостепової Правобережної провінції.

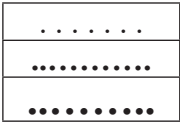
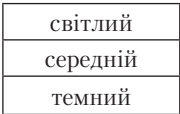
Загальнонаукове регіональне агроекологічне районування лісостепової Правобережної провінції засновано на якісно-кількісній класифікації природно-антропогенних характеристик земель сільськогосподарського призначення та прилеглих територій, як-от: функціональне зонування земель та рівень порушення природної структури (антропогенна деструкція у %, АД); річкові басейни та гідрохімічний склад вод (коефіцієнт іонної сили вод в у.о., КІС); природно-антропогенний рослинний покрив та його фітомаса або врожайність (продуктивність природних фітоценозів або природна врожайність агроценозів у т/га, П або У); ґрунти та вміст гумусу або органічних речовин (інтервал вмісту

органічних речовин у гумусових горизонтах у %,  $C_{орг.}$ ); морфоскульптури рельєфу та кути нахилу поверхні (інтервали кутів нахилу у град., НП); літологія і стратиграфія ґрунтоутворювальних і підстильних гірських порід та їх збагачення поживними хімічними елементами (мінералізація і геохімічна спеціалізація та кларки концентрації гірських порід в у.о., ККі). Вказані природно-антропогенні характеристики агросфери відповідають п'ятьом таксономічним категоріям класифікації, які ранжовано за 25-а таксонами. Просторові диференціації кожної категорії у межах лісостепової Правобережної провінції узагальнюють таксони агроландшафтів та прилеглих територій, які кількісно охарактеризовано за окремими агроекологічними параметрами у відповідних градаціях.


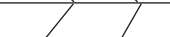

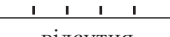

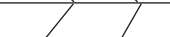

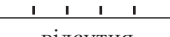

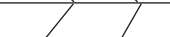

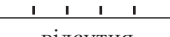
Просторову систематизацію вказаних характеристик земель сільськогосподар-

Таблиця

**Класифікація агроландшафтів і прилеглих територій лісостепової Правобережної провінції України та їх відображення на картах загальнонаукового агроекологічного районування**

Природно-антропогенні чинники формування агроландшафтів	Таксони агроландшафтів та прилеглих територій	Якісно-кількісні параметри таксонів*	Приклад відображення таксонів на картах
Функціональне зонування земель сільськогосподарського призначення та прилеглих до них територій	<ul style="list-style-type: none"> <li>• природні території (сіножаті та пасовища, луки тощо)</li> <li>• антропогенно-природні території (орні землі, садівництво і виноградарство тощо)</li> <li>• антропогенно-техногенні території (селітебні території, транспортні магістралі, землі хімічного забруднення радіонуклідами і пестицидами тощо)</li> </ul>	Рівень порушення природної структури земель за показником антропогенної деструкції (%): $AD \leq 15$ $AD = 25 \div 40$ $AD = 40 \div 60$	Крап: 
Річкові басейни	<ul style="list-style-type: none"> <li>• басейн лівобережжя нижньої течії р. Дністер</li> <li>• басейн правобережжя середньої течії р. Дніпро</li> <li>• басейн верхньої і середньої течії р. Південний Буг</li> </ul>	Гідрохімічний склад вод за коефіцієнтом іонної сили: $KIC = 0,2 \div 0,4$ $KIC = 0,4 \div 0,5$ $KIC = 0,5 \div 1,1$	Площинний колір — відтінки основного: 

Закінчення таблиці

Природно-антропогенні чинники формування агроландшафтів	Таксони агроландшафтів та прилеглих територій	Якісно-кількісні параметри таксонів*	Приклад відображення таксонів на картах						
Природно-антропогенний рослинний покрив	<ul style="list-style-type: none"> <li>• агрофітоценози на місті дубових і дубово-грабових лісів</li> <li>• агрофітоценози на місті середньодніпровських і подільських степів</li> <li>• лучні степи та остепнілі луки</li> <li>• дубово-грабові і дубові подільсько-придністровські ліси</li> <li>• соснові та дубово-соснові ліси</li> <li>• гігрофітна рослинність річкових долин</li> </ul>	Продуктивність природних фітоценозів та/або природна врожайність зернових культур (т/га): $P = 8-12$ $\Pi = 30-40$ $У = 2,1-2,6$	Точкові знаки дослідженого параметра						
Ґрунти	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ясно-сірі і сірі лісові</li> <li>• темно-сірі опідзолені</li> <li>• чорноземи опідзолені</li> <li>• чорноземи типові</li> <li>• лучно-чорноземні і лучні</li> <li>• лучно-болотні і болотні</li> </ul>	Вміст органічних речовин або гумусу у гумусових горизонтах (%)**: $C_{орг} = 1,3 \div 4,2$ $C_{орг} = 1,6 \div 7,3$ $C_{орг} = 1,7 \div 5,2$ $C_{орг} = 2,5 \div 5,7$ $C_{орг} = 1,4 \div 5,1$ $C_{орг} = 1,7 \div 7,7$	Площинний колір – <table border="1" data-bbox="924 828 1161 1051"> <tr><td>сірий</td></tr> <tr><td>жовто-зелений</td></tr> <tr><td>жовтий</td></tr> <tr><td>помаранчевий</td></tr> <tr><td>блакитний</td></tr> <tr><td>синій</td></tr> </table>	сірий	жовто-зелений	жовтий	помаранчевий	блакитний	синій
сірий									
жовто-зелений									
жовтий									
помаранчевий									
блакитний									
синій									
Морфоскульптури рельєфу	<ul style="list-style-type: none"> <li>• вирівняні і мало нахилені вододіли</li> <li>• похилі і дуже похилі схили</li> <li>• улоговини, балки та яри</li> <li>• заплави і тераси річок</li> </ul>	Кути нахилу поверхні (град): $НП = 1 \div 4$ $НП = 5 \div 10$ $НП = 5 \div 15$ $НП = 0 \div 3$	Площинна штриховка: <table border="1" data-bbox="937 1132 1117 1295"> <tr><td></td></tr> <tr><td></td></tr> <tr><td></td></tr> <tr><td></td></tr> <tr><td>відсутня</td></tr> </table>					відсутня	
									
									
									
									
відсутня									
Літологія і стратиграфія ґрунтоутворювальних та підстильних гірських порід	<ul style="list-style-type: none"> <li>• піщані і супіщано-суглинкові алювіальні породи (<math>aH-P_{III}</math>) на кристалічних породах Українського щита</li> <li>• лесові еолово-делювіальні та елювіальні породи (<math>vd, eP_{III}</math>) на кристалічних породах Українського щита та корах вивітрювання</li> </ul>	Кларки концентрації поживних елементів у гірських породах: $KKi \geq 1$ $KKi \leq 1$ з ділянками $KK P, Mo, Zn, Cu \geq 1$	Точкові знаки дослідженого параметра						

Примітки: \*наведені цифри є узагальненням регіональних матеріалів [4–6, 8, 9, 12] і можуть використовуватися для інших територій зони Лісостепу; \*\* наведені цифри включають неопубліковані раніше дані і можуть бути уточнені.

ського призначення та їх відображення на агроекологічних картах узагальнено у таблиці.

### ВИСНОВКИ

Агроекологічне районування є напрямом комплексного ландшафтно-екологічного аналізу та ранжирування земель сільськогосподарського призначення. Загальнонаукове агроекологічне районування є узагальненням зональної структури та особливостей господарського використання агроландшафтів у комплексі із сполученими територіями. Районування цільове визначає шляхи збалансованого природокористування, охорони агроландшафтів і забезпечення якості сільгосппродукції. Методологія агроекологічного районування передбачає проведення класифікації ландшафтно-антропогенних процесів для території досліджень,

формування інформаційної бази картографічних і аналітичних даних, параметризацію компонентів та екологічних процесів агроландшафтів, створення графічних моделей функціонування агроландшафтів та прилеглих територій. Розроблена легенда загальнонаукової агроекологічної карти узагальнює якісно-кількісну класифікацію п'яти основних природно-антропогенних чинників функціонування агроландшафтів і прилеглих територій (антропогенна деградація земель, продуктивність і врожайність біоценозів, уміст органічної речовини або гумусу у ґрунтах тощо) та уніфіковані умовні їх відображення на тематичних картах. Проведені дослідження надають змогу започаткувати практику агроекологічного картування лісостепової Правобережної провінції України як основи Державної програми загальнонаукового і цільового агроекологічного районування країни.

### ЛІТЕРАТУРА

- Європейська ландшафтна конвенція: Закон України від 07.09.2005 р. № 2831-IV (2831-15) [Електронний ресурс] // Відомості Верховної Ради України. — Режим доступу: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994\\_154](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_154)
- Європейська рамкова конвенція про транскордонне співробітництво між територіальними общинами або властями від 21.05.1980 р. Мадрид: Постанова Верховної Ради України про приєднання до конвенції № 3384-XII (3384-12) від 14.07.93 р. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/995\\_030](http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/995_030)
- Регіональні геохімічні дослідження ґрунтів України в рамках міжнародного проекту з геохімічного картування сільськогосподарських та пасовищних земель Європи (GEMAS) / [В.Р. Клос, М. Бірке, Е.Я. Жовинський та ін.] // Пошукова та екологічна геохімія: зб. наук. пр. / Ін-т геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України. — 2012. — № 1. — С. 51–67.
- Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2014 році / Міністерство екології та природних ресурсів України. — К.: ФООП Грінв, 2016. — С. 231–269.
- Мартин А.Г. Природно-сільськогосподарське районування України: моногр. / А.Г. Мартин, С.О. Осипчук, О.М. Чумаченко. — К.: ЦП «Компринт», 2015. — 328 с.
- Екологічний атлас України / за ред. Л.Г. Руденко. — К.: Центр екологічної освіти та інформації, 2009. — 104 с.
- Конищук В.В. Агроекологічне районування (методичні рекомендації) / В.В. Конищук, Т.М. Єгорова, Н.Б. Мельник; [за наук. ред. акад. О.І. Фурдичка]. — К.: ТОВ «ДІА», 2014. — 44 с.
- Єгорова Т.М. Екологічна геохімія агроландшафтів України: монограф. / Т.М. Єгорова; [за наук. ред. О.І. Фурдичка]. — К.: ТОВ «ДІА», 2018. — 264 с.
- Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Полісся і західному регіоні України / голова ред. кол. М.В. Зубець. — К.: Аграрна наука, 2010. — 983 с.
- Полупан М.І. Номенклатура та діагностика еколого-генетичного статусу ґрунтів України для їхнього великомасштабного дослідження: монограф. / М.І. Полупан, В.А. Величко; [за ред. проф. М.І. Полупана]. — К.: Аграрна наука, 2014. — 494 с.
- Великомасштабне дослідження ґрунтового покриву України — стратегічний захід ефективного збалансованого його використання / В.Ф. Петриченко, А.С. Заришняк, С.А. Балук та ін. // Вісник аграрної науки. — 2013. — № 5. — С. 5–13.
- Furdychko O.I. The influence of water migration of microelements on the ecological soil condition of Ukraine / O.I. Furdychko, L.I. Moklyachuk, T.M. Yehorova // Emirates Journal of Agriculture and Food. — 2015. — Vol. 27(9). — P. 721–726.



## REFERENCES

1. Zakon Ukrainy «Yevropeys'ka landshaftna konventsiya» vid 7 veres. 2005 r. № 2831-IV (2831-15) [Law of Ukraine № 2831-IV (2831-15) of September 7, 2005 «European Landscape Convention»]. (2005). *zakon.rada.gov.ua*. Retrieved from [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994\\_154](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_154) [in Ukrainian].
2. Zakon Ukrainy «Yevropeys'ka ramkova konventsiya pro transkordonne spivrobotnytstvo mizh terytorial'nymy obshchynamy abo vlastyamy» vid 14 lyp. 1993 r. № 3384-XII (3384-12) [Law of Ukraine № 3384-XII (3384-12) of July 14, 1993 «European Framework Convention on Transfrontier Co-operation between Territorial Communities or Authorities» (1993)]. *zakon4.rada.gov.ua* Retrieved from [http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/995\\_030](http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/995_030) [in Ukrainian].
3. Kloss, V.R., Birke, M., Zhovinsky, E.E. et al. (2011). Rehional'ni heokhimichni doslidzhennya gruntiv Ukrayiny v ramkakh mizhnarodnoho proektu z heokhimichnoho kartuvannya sil'skohospodars'kykh ta pasovyshchnykh zemel' Yevropy [Regional geochemical studies of soils of Ukraine within the framework of the international project on geochemical mapping of agricultural and pasture lands of Europe (GEMAS)]. *Poshukova ta ekolohichna heokhimiia — Search and ecological geochemistry*, 1, 51–67 [in Ukrainian].
4. *Natsionalna dopovid pro stan navkolishnoho pryrodnoho seredovyshcha v Ukraini u 2014 rotsi [National Report on the State of the Environment in Ukraine in 2014]*. (2016). Kyiv [in Ukrainian].
5. Martyn, A.G., Osypchuk, S.O., & Chumachenko, O.M. (2015). *Pryrodno-silskohospodarske raionuvannya Ukrainy: monohrafiardychka [Natural-agricultural zoning of Ukraine: monograph]*. Kyiv: CP «Komprypt» [in Ukrainian].
6. Rudenko, L.G. (Eds.). (2009). *Ekolohichniy atlas Ukrainy [Ecological atlas of Ukraine]*. Kyiv: Tsentr ekolohichnoi osvity ta informatsii [in Ukrainian].
7. Konischuk, V.V., Yehorova, T.M., Melnyk, N.B. (2014). *Ahroekolohichne raionuvannya (metodychni rekomendatsii) [Agroecological zoning (Methodical recommendations)]*. O.I. Furdychko. (Ed.). Kyiv: «DIA» [in Ukrainian].
8. Yehorova, T.M. (2018). *Ekolohichna heokhimiia ahrolandshaftiv Ukrainy: monohrafiardychka [Ecological geochemistry agrolandscapes of Ukraine: monograph]*. O.I. Furdychko. (Ed.). Kyiv: «DIA» [in Ukrainian].
9. Zubets, M.V. (Ed.). (2010). *Naukovi osnovy ahropromyslovoho vyrobnytstva v zoni Polissia i zakhidnomu rehioni Ukrainy [Scientific bases of agro-industrial production in Polissya zone and western region of Ukraine]*. Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].
10. Polupan, M.I. (2014). *Nomenklatura ta diahnostyka ekoloho-henetychnoho statusu gruntiv Ukrainy dlia yikhnoho velykomasshtabnoho doslidzhennia: monohrafiardychka [Nomenclature and diagnostics of ecological-genetic status of soils of Ukraine for their large-scale research: monograph]*. Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].
11. Petrichenko, V.F., Zaryshniak, A.S., & Balyuk S.A. (2013). Velykomasshtabne doslidzhennya gruntovoho pokryvu Ukrayiny — stratehichnyy zakhid efektyvnoho zbalansovanoho yoho vykorystannya [Large-scale study of Ukraine's soil cover is a strategic measure of its effective balanced use]. *Visnyk aharnoyi nauky — Bulletin of Agrarian Science*, 5, 5–13 [in Ukrainian].
12. Furdychko, O.I., Moklyachuk, L.I., & Yehorova, T.M. (2015). The influence of water migration of microelements on the ecological soil condition of Ukraine. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 27(9), 721–726 [in English].

Стаття надійшла до редакції журналу 30.07.2019

## ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ МЕРЕЖІ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ

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

*Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН*

*Проаналізовано основні методи та інструменти збереження біорізноманіття. Розглянуто проблеми збереження екологічної мережі, створення та оголошення об'єктів природно-заповідного фонду. Під час проектування екологічної мережі екосистемний підхід є найбільш науково обґрунтованим. Висвітлено, що один елемент екологічної мережі (ключова територія чи екокоридор) може мати межі у кількох адміністративних районах, областях або навіть країнах. За результатами аналізу сформульовано висновки та підготовлено рекомендації щодо розвитку екологічної мережі та збереження навколишнього природного середовища. Для підготовки статті додатково використано результати напрацювань науковців Черкаської дослідної станції біоресурсів.*

**Ключові слова:** довкілля, екологічна мережа, території, середовище, природно-заповідні об'єкти, екосистеми, екокоридор.

Згідно із більшістю думок наукової спільноти, головною метою створення екологічної мережі можна вважати загальне покращення стану довкілля, а також умов життя людини, забезпечення сталого існування біосфери через усунення антропогенної фрагментації біогеоценотичного покриву, що відбулося в процесі історичного розвитку суспільства; досягнення стабільності навколишнього природного середовища та функціональної цілісності і примноження, зрештою, здатності до самовідновлення.

Ідея системного підходу до охорони природи, закладена в основу концепції формування екологічної мережі, сформувалася у другій половині ХХ ст., коли стало зрозуміло, що збереження окремих, не пов'язаних між собою природоохоронних територій, не забезпечує відповідного збереження біологічного та ландшафтного різноманіття, цілісності зв'язків у екосистемі, насамкінець спричиняє її збідніння та втрату стабільності.

Пропозиція щодо створення Всеєвропейської екологічної мережі (екомережа) (European Ecological Network, або EECONET) як системи взаємно поєднаних, цінних в екологічному аспекті природних територій була запропонована групою голландських дослідників у 1993 р. на Міжнародній кон-

ференції «Охорона природної спадщини Європи через створення Європейської екологічної мережі» (м. Маастрихт, Нідерланди). Вона органічно інтегрується в ідею сталого розвитку та є одним з потужних інструментів її втілення.

Згодом питання формування Всеєвропейської екологічної мережі було включено у Всеєвропейську стратегію збереження біологічного та ландшафтного різноманіття (Pan-European Biological and Landscape Diversity Strategy, або PEBLDS), прийняту на III Всеєвропейській конференції міністрів охорони довкілля (Софія, 23–25 жовтня 1995 р.).

Офіційне формування екологічної мережі на території України розпочато після набуття чинності Закону України від 21 вересня 2000 р. № 1989-III «Про затвердження Загальнодержавної програми формування національної екологічної мережі України на 2000–2015 рр.» [1].

Питання проектування екологічної мережі потребує екосистемного підходу і є найбільш науково обґрунтованим. Так, один елемент екологічної мережі (ключова територія чи екокоридор) може мати межі у кількох адміністративних районах, областях чи навіть країнах. Поряд із тим, якщо перейти від питань наукового обґрунтування екологічної мережі та її проектування до питань управління і моніторингу,



стає зрозумілим, що вирішення останніх є можливим лише у прив'язці до певних адміністративних одиниць.

Формування та забезпечення умов стабільного функціонування екологічної мережі передбачає спільну участь усіх зацікавлених сторін — управлінців, землекористувачів, землевласників та землевпорядників, науковців, підприємців, місцевих жителів тощо. Так, екологічна мережа може забезпечити потужне підґрунтя для ефективного розвитку територій.

Концепція екологічної мережі є інтегральною в організації збереження біологічного і ландшафтного різноманіття. Вона поєднує в собі всі попередні системи охорони природи, пов'язує природоохоронну діяльність із різними секторами економіки (аграрним, транспортним, лісовим, туристичним тощо) і є основним елементом стратегії збалансованого розвитку. Це — якісно новий підхід до розв'язання проблеми співіснування сучасного урбаністичного людства у відносинах із природою, спрямований на забезпечення функціонування всіх природних компонентів довкілля як єдиної цілісної системи.

Одним із шляхів вирішення питання відтворення і збереження біорізноманіття є оптимізація співвідношення площ природних рослинних комплексів і антропогенних територій, у т.ч. агроландшафтів. Зупинити втрати біорізноманіття регіону допоможе екомережа.

Опрацювання структурних елементів екомережі є першим етапом перебудови структури народного господарства. Поступові зміни в моделі сучасного землекористування сприятимуть загальному оздоровленню навколишнього природного середовища. Назріла необхідність нового науково та економічно обґрунтованого підходу до питання використання земельних ресурсів із урахуванням екологічних та соціальних чинників розвитку людства. Порушення організації території через встановлення меж новоутворених господарств потребує комплексного підходу до організації території «по-новому». З метою збереження природної цілісності території

проектування і планування використання земель повинно здійснюватися на ландшафтному принципі, а отже, кожен суб'єкт господарювання має дотримуватися певних екологічних вимог, встановлених для регіону (району, округу чи водозабору)[2].

Формування екологічної мережі передбачає зміни в структурі земельного фонду області шляхом віднесення (на підставі обґрунтування екологічної необхідності (безпеки) та економічної доцільності) частини земель господарського використання до категорій, що підлягають особливій охороні з відновленням властивого їм різноманіття природних ландшафтів.

Фактично йдеться про загальнодержавний механізм досягнення гармонійного співіснування суспільства і природи в її територіальному і біотичному різноманітті.

З огляду на актуальність питання, метою роботи було дослідити ефективність функціонування екологічної мережі області та визначити перспективні напрями її розвитку.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Згідно із Законом України «Про екологічну мережу» [3] до складових структурних елементів екологічної мережі належать: території та об'єкти природно-заповідного фонду; землі водного фонду, водно-болотні угіддя, водоохоронні зони; землі лісового фонду; поєзакисні лісові смуги та інші захисні насадження, які не віднесено до земель лісового фонду; землі оздоровчого призначення з їх природними ресурсами; землі рекреаційного призначення, що використовуються для організації масового відпочинку населення і туризму та проведення спортивних заходів; інші природні території та об'єкти (ділянки степової рослинності, пасовища, сіножати, кам'яні росипи, піски, солончаки, земельні ділянки, в межах яких є природні об'єкти, що мають особливу природну цінність); земельні ділянки, на яких зростають природні рослинні угруповання, занесені до Зеленої книги України; території, які є місцями перебування чи зростання видів тваринного і рослинного світу, занесених

до Червоної книги України; частково землі сільськогосподарського призначення екстенсивного використання, що підлягають охороні як природні регіони з особливим статусом.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Регіональна екологічна мережа Черкаської обл. відповідає основним ландшафтознавчим принципам і є складовою національної екологічної мережі. Схему екологічної мережі області розроблено з урахуванням принципів формування, збереження, використання екологічної мережі та результатів дослідження особливостей ландшафтних комплексів, певного локалітету раритетних видів біоти, рідкісних біотопів, міграційних шляхів тварин як природного каркасу перспективної регіональної екологічної мережі.

Для забезпечення ефективного функціонування геопросторової моделі регіональної екологічної мережі виділено оптимальну кількість структурних елементів, а саме: 25 ландшафтних екоядер різного ієрархічного рівня (з них 6 — національного, 8 — регіонального, 13 — локального значень); 38 екокоридорів (з них 2 — пан'європей-

ського, 3 — регіонального, 32 — локального значень) та їхні буферні зони [4].

З метою збереження та відтворення типових та унікальних природних комплексів, біотичного і ландшафтного різноманіття, формування національної екологічної мережі в області продовжується робота зі створення нових і розширення меж існуючих заповідних об'єктів (табл. 1).

Нині природно-заповідний фонд Черкаської обл. налічує 540 об'єктів природно-заповідного фонду, загальною площею 75,239 тис. га (фактична площа становить 64,041 тис. га), з них: 22 — загальнодержавного та 518 — місцевого значень. Показник заповідності (питома вага площі територій та об'єктів природно-заповідного фонду до площі області) доведено до 3,1% на тлі середнього в Україні — 6,3, в Європі — 15% [5].

Формування, збереження та використання екомережі здійснюється відповідно до таких основних принципів:

- а) забезпечення цілісності екосистемних функцій складових елементів екомережі;
- б) збереження та екологічно збалансоване використання природних ресурсів на території екомережі;

Таблиця 1

### Складові структурних елементів екологічної мережі

Одиниці адміністративно-територіального устрою	Загальна площа, тис. га	Загальна площа екомережі, тис. га	Площа, тис. га*									
			Об'єкти ПЗФ**	Водно-болотні угіддя	Відкриті заболочені землі	Водоохоронні зони, винесені в натуру	ПЗС	Ліси та інші лісовкриті площі	Курортні та лікувально-оздоровчі території	Рекреаційні території	Відкриті землі без рослинного покриву або з незначним рослинним покривом	Пасовища, сіножаті
Черкаська область	2091,6	776,2	64,0	135,7	30,45	0,59	46,6	338,6	0,16	1,5	15,45	143,15

Примітка (до табл. 1, 2): \* за інформацією Головного управління Держгеокадастру у Черкаській області; \*\* природно-заповідний фонд.

в) зупинення втрат природних та напів-природних територій (зайнятих рослинними угрупованнями природного походження та комплексами, зміненими в процесі людської діяльності), розширення площі території екомережі;

г) забезпечення державної підтримки, стимулювання суб'єктів господарювання під час створення на їх землях територій та об'єктів природно-заповідного фонду, інших територій, що підлягають особливій охороні, розвитку екомережі;

г) забезпечення участі громадян та їх об'єднань у розробленні пропозицій і прийнятті рішень щодо формування, збереження та використання екомережі;

д) забезпечення поєднання національної екомережі з екомережами суміжних країн, що входять до Всеєвропейської екомережі, всебічний розвиток міжнародної співпраці у цій сфері;

е) удосконалення структурного складу земель шляхом забезпечення науково обґрунтованого співвідношення між їх різними категоріями;

е) системне врахування екологічних, соціальних та економічних інтересів суспільства [6].

Слід зауважити, що природні комплекси, які перебувають під охороною в межах територій природно-заповідного фонду, є найбільш захищеними, зокрема і в Черкаській обл.

Аналіз даних (табл. 1, 2) засвідчив, що найбільшу частку у структурі формування екомережі становлять ліси та лісовкриті площі (близько 50%). Їх площа у межах області впродовж 10 років залишається незмінною. Однак площа об'єктів та територій природно-заповідного фонду за цей період збільшилася на 19,8 тис. га. Площа екомережі загалом за досліджуваний пе-

Таблиця 2

**Динаміка площі земельних угідь — складових регіональної екологічної мережі Черкаської обл. за роками, тис. га\***

Категорії землекористування	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Землі природного призначення (ПЗФ)**	44,327	53,7742	60,664	60,911	63,087	63,095	63,115	63,117	63,940	64,041
Сіножаті та пасовища	143,5	143,8	143,9	143,6	143,6	143,6	143,1	143,2	143,2	143,2
Землі водного господарства (рибні ставки)	12,9	12,9	12,9	12,9	12,9	12,9	12,9	12,9	12,9	12,9
Землі водного фонду	166,5	166,3	166,3	166,3	166,3	166,3	166,3	166,3	166,2	166,2
Землі оздоровчого призначення	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,16	0,1	0,2	0,2
Землі рекреаційного призначення	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Землі історико-культурного призначення	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Ліси	338,4	338,5	338,6	338,5	338,7	338,6	338,6	338,7	338,6	338,6

ріод збільшилася майже на 20 тис. га, або на 0,2%.

Негативний вплив антропогенних чинників на довкілля й досі залишається доволі інтенсивним, серед основних чинників збіднення біорізноманіття є:

- забруднення навколишнього природного середовища (викиди в атмосферне повітря, забруднення поверхневих та підземних вод);
- денатуралізація природних ландшафтів (грунтова та повітряна ерозія, підтоплення територій, збільшення площ агроландшафтів, нерівномірна забудова території);
- монокультурні способи ведення лісового та сільського господарства.

Основними чинниками, що можуть впливати на чисельність рослин, занесених до Червоної книги України, є зривання квітів на букети та деградація місцезростань (для лучних і болотних видів – надмірне спасування, викошування, випал трави, осушення; для лісових – здійснення лісогосподарських робіт).

Загрозами для лісової рослинності області є: випалювання сухої рослинності у весняний період, що спричиняє виникнення лісових пожеж; погіршення технології заготівлі та трелювання деревини; всихання соснових лісів; самовільні рубки.

Значних втрат генофонду рідкісних видів лікарських та декоративних рослин завдає неконтрольована експлуатація їх ресурсів. Браконьєрство є одним із чинників зниження популяції мисливських звірів і птахів. Перешкодою для природного розселення видів флори й фауни є розгалужена мережа доріг різного призначення, надмірна розораність у деяких районах [7].

Отже, згадані чинники зниження біорізноманіття необхідно брати за основу під час обґрунтування диференційованих заходів з його охорони.

## ВИСНОВКИ

Здійснювати охорону біорізноманіття можливо лише у повних, структурно збалансованих природних комплексах. Тому

необхідно створювати належні умови для узгодженого міжсекторального формування оптимальної структурно-функціональної організації ландшафтів на засадах збалансованого розвитку, суть яких полягає у гармонізації всіх планів економічного, соціального і природоохоронного розвитку території.

Роль екологічної мережі для території, що зазнали руйнівного антропогенного впливу і екологічну ємність яких значною мірою виснажено, є особливо значущою. Це нова форма охорони навколишнього природного середовища, що дає можливість врахувати потреби як дикої природи, так і людини. Ця форма є важливим механізмом забезпечення збереження біорізноманіття та збалансованого розвитку регіонів і країни загалом завдяки взаємній інтеграції охорони природи й використання її ресурсів з урахуванням природоохоронних обмежень. Екологічна мережа дає можливість гармонійно поєднати розвиток людства і сталий розвиток природи.

Створення в Черкаській обл., як і загалом в Україні, природних ядер, буферних зон та коридорів має супроводжуватися впровадженням природоохоронних норм діяльності в сектори економіки та інтеграцією природокористувачів на засадах соціальних, економічних, екологічних складових збалансованого розвитку. Необхідно досягти міжвідомчої узгодженої взаємодії в екологізації аграрного сектора, лісового і водного господарств, промисловості, розвитку населених пунктів, транспортних комунікацій тощо, загалом у плануванні розвитку територій з урахуванням програм діяльності природоохоронних інституцій.

Перспективними напрямками підвищення екологічної свідомості населення є розвиток сільськогосподарського та «зеленого» туризму, що враховує інтереси населення певної місцевості, її природні й культурні цінності [7].

Успіх у виконанні цих завдань залежить від належного нормативно-правового, ресурсного та організаційного забезпечення діяльності відповідних структур.

ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України від 21 вересня 2000 р. № 1989-III «Про Загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000–2015 роки» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.menr.gov.ua>
2. Гончар О.Ф. Проблеми збереження ландшафтного різноманіття екосистем Черкащини / О. Гончар, О. Бойко // The international research and practical conference The development of natures sciences problems and solutions (Brno, April, 27–28, 2018). – BRNO, Czech Republic: Mendel University. – P. 47–51.
3. Закон України від 24.06.2004 р. № 2362-VIII «Про екологічну мережу України» [Електронний ресурс] / Відомості Верховної Ради України (ВВР). – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/go>
4. Башченко М.І. Біорізноманіття екомережі Черкащини та оптимізація співвідношення угідь / М.І. Башченко, О.Ф. Гончар, А.А. Білушенко. – Черкаси, 2010. – 8 с.
5. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Черкаській області у 2017 році. – Черкаси, 2018. – 264 с.
6. Гончар О.Ф. Збереження та відтворення агробіорізноманіття в умовах сучасного сільськогосподарського виробництва / О.Ф. Гончар, Т.Ф. Коноваленко, О.М. Гавриш // Історія освіти, науки і техніки в Україні. До 100-річчя з дня заснування інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва УААН: Матеріали IV Конференції молодих учених та спеціалістів (Київ, 2 січня 2008 р.). – К., 2008. – С. 95–97.
7. Башченко М.І. Екологічна мережа Центрально-Придніпров'я: монограф. / [М.І. Башченко, О.Ф. Гончар, В.В. Лавров, С.І. Дерій]. – К.: Центр екологічної освіти та інформації, 2009. – 386 с.

REFERENCES

1. Zakon Ukrainy vid 21 veresnia 2000 roku N 1989-III «Pro Zahalnodержavnu prohramu formuvannya natsionalnoi ekolohichnoi merezhi Ukrainy na 2000–2015 roku» [The Law of Ukraine of September 21, 2000 N 1989-III «On the National Program of Formation of the National Ecological Network of Ukraine for 2000–2015»] (2000). [www.menr.gov.ua](http://www.menr.gov.ua). Retrieved from <http://www.menr.gov.ua> [in Ukrainian].
2. Honchar, O.F. & Boiko, O.V. (2018). *Problemy zberezhennia landshaftnoho riznomanittia ekosystem Cherkashchyny [Biodiversity of the Cherkasy region eco-network and optimization of land ratios]*. – BRNO, Czech Republic: Mendel University [in English].
3. Zakon Ukrainy vid 24.06.2004 r. № 2362-VIII «Pro ekolohichnu merezhu Ukrainy» [Law of Ukraine dated 24.06.2004 No.2362-VIII «On the Ecological Network of Ukraine»]. (2004). [zakon.rada.gov.ua](https://zakon.rada.gov.ua). Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/go> [in Ukrainian].
4. Bashchenko, M.I., Honchar, O.F. & Bilushenko, A.A. (2010). *Bioriznomanittia ekomerezhi Cherkashchyny ta optymizatsiia spivvidnoshennia uhid [Biodiversity of the Cherkasy region eco-network and optimization of land ratios]*. Cherkasy [in Ukrainian].
5. *Rehionalna dopovid prostanna vokolshnohopyrodnohoseredovyscha v Cherkaskii oblasti u 2017 rotsi [Regional report on the state of the environment in Cherkasy region in 2017]*. (2018). Cherkasy [in Ukrainian].
6. Honchar, O.F. (2008). *Zberezhennia ta vidtvorennia ahrobyoriznomanittia v umovakh suchasnoho silskohospodarskoho vyrobnytstva [Conservation and reproduction of agrobiodiversity in modern agricultural production]*. History of education, science and technology in Ukraine. To the 100th anniversary of the founding of the Institute of Plant Growing, V.Ya. Yuriev UAAN '08: *Materialy IV konferentsii molodykh uchenykh ta spetsialistiv (Kyiv, 2 sichnia 2008) – Proceedings of the IV Conference of Young Scientists and Specialists* (pp. 95–97). Kyiv [in Ukrainian].
7. Bashchenko, M.I., Honchar, O.F. (2009). *Ekolohichna merezha Tsentralnoho Prydniprovia [Ecological network of the Central Dnieper region]*. Kyiv: Tsentr ekolohichnoi osvity ta informatsii [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 30.07.2019

## ЕКОЛОГІЧНА РОЛЬ СПОЛУЧНИХ ТЕРИТОРІЙ У ФОРМУВАННІ ЕКОМЕРЕЖІ СХІДНОГО ПОДІЛЛЯ

Є.Д. Ткач, В.І. Шавріна

*Інститут агроекології і природокористування НААН*

*Проведено систематичний, біоморфологічний та еколого-ценотичний аналізи видо-вого різноманіття Південнобузького, Дністровського, Лядівського, Немийського еко-коридорів. Розроблено роботу класифікаційну схему сполучних територій екомережі. Встановлено поширення 580 видів вищих судинних рослин, які належать до 292 родів, 77 родин. Переважаючим у систематичній структурі досліджуваної флори є від-діл Magnoliophyta — 546 видів (з них 81,1% — Magnoliopsida та 12,6% — Liliopsida). Спектр провідних родин налічує: Asteraceae Dumort. (12%), Brassicaceae Burnett. (12), Poaceae Barnhart (8,8), Fabaceae Lindl. (6,7), Ranunculaceae Juss. (6,4) Caryophyllaceae Juss. (5,7), Rosaceae Juss. (4,5), Lamiaceae (2,2), Violaceae Batsch (2,1), Chenopodiaceae Vet. та Superaceae Juss. (1,9%). Встановлено, що за гідроморфою провідне місце посіда-ють представники ксеромезофітної групи — 37,1% видів, мезоксерофіти — 25, мезофі-ти — 22,6, ксерофіти — 7,1, гігрофіти — 6 та гідрофіти — 2,2% видів. За відношен-ням до реакції ґрунту переважають (%): нейтрофіти — 46 та субацидофіти — 40,5; семіевтрофи — 53,7 та евтрофи — 25,6; за відношенням до вмісту сполук азоту (%): гемінітрофіти — 47,5 та нітрофіти — 32,1. Визначено, що за екологічного структурою фіторізноманіття досліджуваних територій є перехідним — від мезоксерофітної до ксеромезофітної групи, що свідчить про посилення антропогенного впливу.*

**Ключові слова:** екомережа, сполучні території, фітоценози.

Однією з актуальних проблем сього-дення є надмірне використання природних ресурсів, що порушує екологічну стійкість та призводить до зменшення чисельності багатьох видів рослин і тварин, а подеку-ди — до повного їх знищення. Унаслідок цього порушується екологічна стабіль-ність екосистем, що зумовлює деградацію природних ландшафтів, посилення експ-луатаційного навантаження і, зрештою, поступове виснаження та порушення при-родного зрівноваження фітоценозів. Нині антропогенний ландшафт стає панівним і майже витіснив природний, який зберігся лише у вигляді деяких територій та земель природно-заповідного фонду, що переваж-но є ізольованими між собою. Ці ізольовані території з часом втрачають біологічне та ландшафтне різноманіття і не можуть за-безпечити його збереження у майбутньому. Відтак практичним утіленням реалізації міжнародної стратегії збалансованого роз-витку є формування екологічних мереж

різного рівня. Концепція формування еко-мережі ґрунтується на комплексних еко-системних знаннях [1].

Вихідні концептуальні основи фор-мування екомереж було сформульовано та розглянуто у працях Р. Мак-Артура та Е. Вілсона, Дж. Даймонда і Р. Мея, а також Р. Формена [2]. Так, першу концептуальну схему екологічної мережі України створив Я.І. Мовчан [3], де обґрунтував, що вона має інтегральний характер і охоплює май-же всі галузі господарської та культурної сфери життя людини. Вчені Ю. Шеляг-Со-сонко, В. Ткаченко, Т. Андрієнко, Я. Мов-чан [4] запропонували одну з перших ге-неральних схем формування національної екологічної мережі України, розробивши наукові пропозиції щодо вдосконалення схеми формування її природних територій з різним ступенем антропогенного впливу.

Особливу вагу мають регіональні екоме-режі, які доповнюють відповідні структури національного та міжнародного рівнів. Роз-глядаючи досвід створення екомереж регіо-нального рівня в Україні, слід наголосити,



що розробки їхнього формування здійснювалися на рівні адміністративних областей. Зокрема, проблемами створення екомережі Східного Поділля у різні роки займалися провідні вчені, як-от: Ю.В. Яценюк (2014), Г.І. Денисик (1996–2007), Я.П. Дідух (2000–2004), А.В. Гудзевич (2002–2007), В.А. Соломаха (2005), О.В. Мудрак (2012) та ін. [1, 5]. Регіональна схема екомережі Східного Поділля (Вінницька обл.) налічує 22 природні коридори, зокрема: три національних (Бузький, Дністровський, Південноукраїнський), 19 – регіональних, 41 ключову територію (національні природні ядра – 3, регіональні – 38) та 31 відновлювану (рис. 1) [6].

За історичний період відбулось скорочення лісистості Східного Поділля з 70 до 14,3%, площа боліт зменшилась до 1,2%. Саме біотичні міграції в умовах антропогенно трансформованих ділянок вважаються основним та цілком реальним дієвим природним чинником збереження біологічного та ландшафтного різноманіття. Межі між основними класами антропогенних ландшафтів, що мають якісні відмінності, часто формуються у вигляді перехідних смуг. На місці лучних степів, лісів і боліт нині сформувались антропогенні ландшафти, що становлять близько 80% території області. Особливо значного впливу, з огляду на фрагментацію ландшафтів, зазнали



**Рис. 1.** Регіональна схема формування екомережі Східного Поділля: 1 – Галицько-Слобожанський національний субширотний екокоридор, 2 – національні субмеридіональні екокоридори, 3 – національні природні парки, 4 – регіональні центри біорізноманіття, 5 – регіональні екокоридори, 6 – зони потенційної ренатуралізації, 7 – буферні зони

орні землі. Показник розораності земель варіює у межах 54–77,7%, у середньому – 66,2% [7]. Частка забудованих земель – це 4% території області, ліси і лісовкриті площі – 14,3, водні об’єкти – 1,9, відкриті заболочені землі – 1,1, багаторічні насадження – 1,9% [8]. Територія області за історичний період зазнавала значного антропогенного навантаження. Найвищі рівні такого впливу спостерігалися впродовж кількох останніх століть [9].

Мега роботи – обґрунтувати екологічну роль сполучних територій регіональної екомережі Східного Поділля у збереженні фіторізноманіття.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для аналізу фіторізноманіття використовували класичні методи досліджень. Латинські назви видів наведено з урахуванням контрольного списку видів рослин [10] та Міжнародного кодексу ботанічної номенклатури [11]. Біоморфологічну структуру видів вищих судинних рослин наведено за лінійною системою життєвих форм В.М. Голубєва (1972 р.) та К. Раункієра (1934 р.). Екологічну структуру рослинних угруповань визначали за Н.І. Базілевич

(1986 р.), еколого-фітоценотичну структуру – за А.Д. Бельгардом (1950 р.) [9]. Виділено напівприродні фітоценози з різним ступенем трансформованості рослинного покриву відповідно до екосистемної класифікації природних фітоценозів High Nature Value grasslands Міжнародної системи IRENA (IFS 26 – природоцінні території) згідно з існуючими критеріями вибору ділянок для сполучних територій.

У ході польових досліджень керувалися робочою класифікаційною схемою сполучних територій (рис. 2).

Також для аналізу структури фітоценозів сполучних територій екомережі використовували відповідні методики [5, 12].

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Було встановлено, що видове різноманіття досліджуваних фітоценозів налічує 580 видів, 292 роди, які відносяться до 77 родин. За роки досліджень простежується динаміка змін загальної чисельності видів сполучних територій. Також було визначено, що найбільшим видовим багатством характеризуються екокоридори національного рівня (Південнобузький – 93,1%, Дністровський – 92,2%) порівня-



Рис. 2. Робоча класифікаційна схема досліджуваних сполучних територій екомережі Східного Поділля



но із екокоридорами регіонального рівня (Лядівський – 82,8%, Немийський – 90%) (табл. 1).

Поряд із видовим різноманіттям флори важливими є флористичні пропорції, співвідношення яких для досліджуваних фітоценозів за нашими даними має становити 1:3,8:7,5. Загалом, подібні пропорції спостерігаються і для флори лісостепових та степових районів [5].

Переважаючим у систематичній структурі флори є відділ *Magnoliophyta* – 546 видів (з них 81,1% – *Magnoliopsida* та 12,6% – *Liliopsida*).

Види відділів *Lycopodiophyta*, *Equisetophyta*, *Polypodiophyta* та *Pinophyta* відіграють незначну роль у формуванні рослинності сполучних територій – 33 види (5,8% від загальної кількості). Для фітоценозів сполучних територій екомережі Східного Поділля родовий коефіцієнт становить 1:2. Такий низький показник є характерним для територій із значним антропогенним порушенням, що пояснюється високою часткою родів, які представлені одним-двома видами. Також показник родового коефіцієнта залежить і від площі території з відповідною флорою і її видовим багатством. Поряд із тим низькі пропорції вказують на відсутність процесів видоутворення у флорі. Провідними родинками у досліджуваних фітоценозах є *Asteraceae* Dumort. (12%),

*Brassicaceae* Burnett. (12), *Poaceae* Barnhart (8,8), *Fabaceae* Lindl. (6,7), *Ranunculaceae* Juss. (6,4) *Caryophyllaceae* Juss. (5,7), *Rosaceae* Juss. (4,5), *Lamiaceae* (2,2), *Violaceae* Batsch (2,1), *Chenopodiaceae* Vet. та *Cyperaceae* Juss. (1,9%). Чисельність видів, що входять до складу провідних родин, доволі чітко демонструє її структуру (табл. 2).

Це свідчить, що територія дослідження за родинним спектром видів належить до рослинності Лісостепу.

Слід наголосити, що разом із флористичним багатством важливим якісним показником рослинності вважається її систематична структура. До 11 провідних родин належить 61% усіх родів та 63,1% усіх видів.

Результати досліджень свідчать, що у спектрі біоморф за загальним габітусом та тривалістю життєвого циклу домінують трав'янисті полікарпіки – 51,9% від загальної кількості видів. Види із цієї групи є широко представленими у всіх флоро-комплексах сполучних територій екомережі Східного Поділля. Доволі значна участь у структурі фітоценозів сполучних територій належить монокарпікам, частка яких становить 24,5%. Їх значна частка пояснюється прискоренням впливу антропогенних чинників, унаслідок чого відбувається поступове розселення широкоареальних однорічників – бур'янів, насамперед

Таблиця 1

**Систематична структура видів вищих судинних рослин Східного Поділля**

Відділ, клас	Родини		Роди		Види		Пропорції	Родовий коефіцієнт
	1	2	1	2	1	2		
<i>Lycopodiophyta</i>	1	1,3	1	0,3	1	0,3	1:1:1	1,0
<i>Equisetophyta</i>	1	1,3	1	0,3	6	1,0	1:1:6	6,0
<i>Polypodiophyta</i>	2	11,7	13	4,5	19	3,3	1:1:9,5	1,5
<i>Pinophyta</i>	3	3,9	4	1,4	7	1,2	1:1:2,3	1,8
<i>Magnoliophyta</i> , у т.ч.:	63	81,8	273	93,5	546	94,1	1:4:3:8,6	2,0
<i>Magnoliopsida</i>	67	74,0	234	80,1	473	81,6	1:3:4:7,0	2,0
<i>Liliopsida</i>	6	7,8	39	13,4	73	12,6	1:6:5:12,1	2,5
Всього	77	100	292	100	580	100	1:3:8:7,5	2,0

## Провідні родини фітоценозів сполучних територій екомережі Східного Поділля

Родина	Рід	Вид
	загальна чисельність	загальна чисельність
<i>Asteraceae</i>	35	68
<i>Brassicaceae</i>	35	66
<i>Poaceae</i>	29	51
<i>Fabaceae</i>	13	39
<i>Ranunculaceae</i>	19	37
<i>Caryophyllaceae</i>	17	33
<i>Rosaceae</i>	13	26
<i>Lamiaceae</i>	7	13
<i>Violaceae</i>	1	12
<i>Chenopodiaceae</i>	3	11
<i>Cyperaceae</i>	2	11
Всього	292	580

адвентивних. Малорічники налічують 13,1% видів. Певним чином розкриває характер рослинності сполучних територій співвідношення у її складі поширення деревних форм. Так, встановлено, що дерева становлять 5%, частка чагарників є незначною – 3,3%. Найменшу кількість видів становлять чагарнички – 2,2%.

Еколого-ценотична структура фітобіоти відображає кількісне співвідношення видів рослинності, що належать до певних груп фітоценозів.

Наразі фіторізноманіття проаналізовано за типами екоморф, як-от: гідроморфи, геліоморфи, трофоморфи та кліматоморфи; у кожній екоморфі нами виділено екологічні групи залежно від норми реакції організму на певний чинник.

Так, у спектрі гідроморф провідне місце посідають представники ксеромезофітної групи, частка якої становить 37,1% видів, мезоксерофіти – 25, мезофіти – 22,6, ксерофіти – 7,1, гігрофіти – 6 та гідрофіти – 2,2% видів. До типових ксеромезофітів належать *Achalillea ochroleuka* Ehrh., *Taraxacum officinale* L., *Antennaria dioica*

(L.) Gaerth., *Cicorium intybus* L., *Equisetum sylvaticum* L. та ін. До представників мезоксерофітної групи належать *Aconitum variegatum* L., *Clematis intergrifolia* L., *Viola canina* L., *Erodium cicutarium* (L.) L. Her., *Vicia sativa* L.

За толерантністю до умов освітлення в ценозах домінують геліофіти – 38,3%, сціогеліофіти – 31,5, частка геліосціофітів становить 26 і сціофітів – 4,2%. Геліофіти налічують види: *Lepidium campestre* (L.) R. Br., *L. ruderale* L., *Sinapis alba* L., *S. arvensis* L., *Dianthus campestris* M. Bieb., *Holosteum umbellatum* L., *Silene dichotoma* Ehrh., *Raphanus raohanistrum* L.

Типовими представниками сціогеліофітів у флорі сполучних територій екомережі Вінницької обл. є: *Poa pratensis* L., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Festuca pratensis* Huds., геліосціофітів – *Poa versicolor* Besser, *Anthemis cotula* L., *Calendula arvensis* L., *Senecio vulgaris* L., *Spergula arvensis* L.

За відношенням до реакції субстрату переважають (%): нейтрофіти – 46 та субацидофіти – 40,5; багатства ґрунтів (%): семіевтрофи – 53,7 та евтрофи – 25,6; вмісту



Рис. 3. Еколого-ценотична структура фітоценозів сполучних територій Східного Поділля

сполук азоту (%): гемінітрофіти – 47,5 та нітрофіти – 32,1.

В еколого-ценотичному спектрі переважають види (%): синантропної – 21,8, лучної – 17,6, лісової неморальної – 13,6, лучно-степової – 13,4 груп; менше лісової бореальної – 5,2, узлісної – 5, петрофітної – 3, водної – 2, псамофітної – 1,6, прибережно-водної – 1,2 груп. Види із широкою екологічною амплітудою становлять 3% (рис. 3).

Типовими представниками синантропної рослинності є види: *Centaurea cyanus* L., *Consolida regalis* Grey., *Stachys annua* (L.) L., *Urtica urens* L., *Veronica arvensis* L., *Bromus arvensis* L., *Xanthoxalis stricta* (L.) Smal.

Найпоширенішими видами лучної рослинності є: *Dianthus campestris* M. Bieb., *Euphorbia helioskopia* L., *Trifolium pratense* L.; лісової неморальної: *Corylus avellana* L., *Quercus robur* L., *Hepatica nobilis* Mill., *Galium odoratum* (L.) Scop. До лучно-степової належать: *Lathyrus tuberosus* L., *Astragalus onobrychis* L., *Stachys annua* (L.) L.; лісової бореальної: *Neottia nidus-avis* (L.) Rich., *Epipactis helleborine* (L.) Crantz (*E. latifolia* (L.) All.); узлісної: *Hypericum perforatum* L., *Geranium phaeum* L., *Crataegus oxyacantha* L.; петрофітної: *Silene longiflora* Ehrh., *Viola*

*rupestris* F.W. Schmidt; водної: *Nuphar lutea* (L.) Smith, *Nymphaea alba* L., *Batrachium fluitans* (Lam.) Wimmer; псамофітної: *Silene longiflora* Ehrh., *Myosotis micrantha* Pall. Ex Lehm.; прибережно-водної: *Galium rivale* (Sibth. et Smith) Griseb., *Sagittaria sagittifolia* L., *Bidens tripartita* L. Евритопну групу (види з широкою екологічною амплітудою) представлено видами: *Betula pendula* Roth, *Bryonia dioica* Jacq, *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Agrimonia eupatoria* L.

## ВИСНОВКИ

З огляду на надмірну трансформованість рослинного покриву Правобережного Лісостепу, особливої актуальності набуває розроблення конкретних схем мережі екокоридорів та сполучних територій як осередків цінного у флористичному аспекті біорізноманіття. Значна фрагментація природних ядер зумовлює ізоляцію видів фітобіоти, спричиняє порушення обміну на генетичному, видовому та ценотичному рівнях.

За результатами таксономічного аналізу рослинності встановлено, що у фітоценозах сполучних територій екомережі Вінницької обл. налічується 580 видів вищих судинних рослин, які відносяться до 292 родів та 77

родин. Це свідчить про значне видове різноманіття фітоценозів саме сполучних територій екомережі Східного Поділля, адже майже 44,6% видів, що зростають у межах адміністративних регіонів зосереджено саме на цих територіях.

Було встановлено, що за екологічною приналежністю рослинність напівприродних фітоценозів сполучних територій належить до лучної, лучно-степової, лісової неморальної з переважанням синантропної, що є результатом антропогенного впливу та значної розореності територій. Крім

того, досліджувана фітобіота характеризується як перехідна від мезоксерофітної до ксеромезофітної, що засвідчує приналежність вказаних територій до зони Лісостепу.

Також слід зауважити, що територія Східного Поділля має потенціал для розвитку та функціонування сполучних територій як складових елементів екомережі. Це, своєю чергою, забезпечить шляхи поширення видів вищих судинних рослин між біоцентрами та сприятиме збереженню біорізноманіття.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Шеляг-Сосонко Ю.Р. Концепція, методи и критерии создания экосети Украины / Ю.Р. Шеляг-Сосонко, М.Д. Гродзинский, В.Д. Романенко. — К., 2004. — 144 с.
2. Мудрак О.В. Збалансований розвиток екомережі Поділля: стан, проблеми, перспективи / О.В. Мудрак. — Вінниця, 2012. — 914 с.
3. Мовчан Я.І. Екомережа України: обґрунтування структури та шляхів втілення / Я.І. Мовчан // Конвенція про біологічне різноманіття: громадська обізнаність та участь. — К., 1997. — С. 98–110.
4. Екомережа України та її природні ядра / [Ю.Р. Шеляг-Сосонко, В.С. Ткаченко, Т.Л. Андрієнко, Я.І. Мовчан] // Укр. ботан. журн. — 2005. — Т. 62, № 2. — С. 142–158.
5. Фітобіотичне різноманіття природних фітоценозів агроландшафтів України: монографія / [Є.Д. Ткач, О.В. Шерстобоева, В.І. Шаврина та ін.]. — К., 2015. — 231 с.
6. Екологічний паспорт Вінницької області за 2018 рік [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [http:// www.vin.gov.ua](http://www.vin.gov.ua) (дата звернення: 05.08.2019).
7. Проблеми збереження та відновлення біорізноманіття в Україні / [М.Д. Гродзинський, Ю.Р. Шеляг-Сосонко, Т.М. Черевченко та ін.]. — К., 2001. — 104 с.
8. Домаранський А.О. Ландшафтне різноманіття: сутність, значення, метризація, збереження / А.О. Домаранський. — Кіровоград, 2006. — 146 с.
9. Tkach Ye. Taxonomic structure of agricultural landscapes of connected areas in Vinnytsia region econetwork / Ye. Tkach , V. Shavrina, V. Starodub // Агроекологічний журнал. — 2016. — № 4. — С. 127–132.
10. Mosyakin S. Vascular plants of Ukraine: a nomenclatural checklist / S. Mosyakin, M. Fedoronchuk. — Kiev, 1999. — 345 p.
11. The International Plant Names Index. Published on the Internet (IPNI) [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.ipni.org> (дата звернення 15.08.2019).
12. Юрцев Б.А. Мониторинг биоразнообразия на уровне локальных флор / Б.А. Юрцев // Бот. журн. — 1997. — Т. 82, № 6. — С. 60–69.

## REFERENCES

1. Sheliakh-Sosonko, Yu.R., Hrodzynskiy, M.D., Romanenko, V.D. (2004). *Kontseptsyia, metody i kriterii sozdaniya ekosety Ukrainy* [Concept, methods and criteria for creating an ecoset of Ukraine]. Kyiv [in Ukrainian].
2. Mudrak, O.V. (2012). *Zbalansovanyi rozvytok ekomerezhi Podillia: stan, problemy, perspektyvy* [The balanced development of Podillia ecological network: status, problems, prospects]. Vinnytsia: «SPD Hlavatska R.V.» [in Ukrainian].
3. Movchan, Ya.I. (1997). *Ekomezha Ukrainy: obgruntuvannya struktury ta shlyahiv vtilemya. Konvenciya pro biologichne riznomanittya: gromadska obiznaniest ta uchast* [The eco-network of Ukraine: justification of the structure and ways of implementation. The Convention on Biological Diversity: Public Awareness and Participation]. Kyiv [in Ukrainian].
4. Sheliakh-Sosonko, Yu.R., Tkachenko, V.S., Andriienko, T.L., Movchan, Ya.I. (2005). *Ekomezha Ukrainy ta yii pryrodni yadra* [The ecological network of Ukraine and its natural nuclei]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal — Ukrainian Botanical Journal*, 62 (2), 142–158 [in Ukrainian].
5. Tkach, E.D., Sherstoboeva, O.V., Shavrina, V.I. et al (2015). *Fitobiotychnne riznomanittia pryrodnykh fitotsenoziv ahrolandshaftu Ukrainy* [Phytobiotic diversity of natural phytocoenoses of Ukraine's agricultural landscapes]. Kyiv [in Ukrainian].
6. *Ekologichnyj pasport Vinnyczkoyi oblasti za 2018 rik*. [Ecological passport of Vinnitsa region for 2018] Retrieved from: [http:// www.vin.gov.ua](http://www.vin.gov.ua) [in Ukrainian]
7. Hrodzynskiy, Yu.R. Sheliakh-Sosonko, T.M. Cherevchenko et al. (2001). *Problemy zberezhennia ta*

- vidnovlennia bioriznomanittia v Ukraini [Problems of conservation and restoration of biodiversity in Ukraine]*. Kyiv [in Ukrainian].
8. Domaranskyi, A.O. (2006). *Landshaftne riznomanittia: sutnist, znachennia, metryzatsiia, zberezhenia [Landscape diversity: essence, meaning, metrization, conservation]*. Kirovograd [in Ukrainian].
  9. Tkach, Ye., Shavrina, V., Starodub, V. (2016). Taxonomic structure of agricultural landscapes of connected areas in Vinnytsia region econetwork. *Ahroekologichnyi zhurnal – Agroecological journal*, 4, 127–132 [in English].
  10. Mosyakin, S.L. & Fedoronchuk, M.M. (1999). *Vascular plants of Ukraine: A nomenclatural checklist*. Kyiv [in English].
  11. The International Plant Names Index. Published on the Internet (IPNI). [www.ipni.org](http://www.ipni.org). Retrieved from <http://www.ipni.org> [in English].
  12. Yurcev, B.A. (1997) Monitoring bioraznoobrazzia na urovne lokalnykh flor [Local biodiversity monitoring]. *Botanichnyi zhurnal – Botanical zhurnal*, 82, 6, 60–69 [in Russian].

Стаття надійшла до редакції журналу 30.07.2019

УДК 574.2:581.5(477.41)

DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2019.183466>

## ЕКОЛОГО-ЦЕНОТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТОВАНОГО ЛАНДШАФТНОГО ЗАКАЗНИКА «УЛЯНИКІВСЬКІ ДЖЕРЕЛА»

В.Л. Шевчик<sup>1</sup>, І.В. Соломаха<sup>2</sup>, В.А. Соломаха<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ННЦ «Інститут біології та медицини» КНУ імені Тараса Шевченка

<sup>2</sup> Інститут агроекології і природокористування НААН

Наведено фізико-географічну характеристику полого-горбистої рівнини з яскраво вираженими долинно-балковими зниженнями. Типові для цієї території елементи розлогого балкового рельєфу, вкриті зовні вилугуваними чорноземами та сірими лісовими ґрунтами, є поверхнею стоку, що дрениється системою балок, безіменні водотоки яких впадають у мало проточне озеро, розташоване в північній частині с. Уляники. Біля підніжжя схилів балок дрениються ефективні підземні водоносні горизонти і джерела. Встановлено 12 Смарагдових оселищ та наведено їхню характеристику. Здійснено загальну оцінку ботанічної складової різноманіття типів рослинності та наведено перелік рідкісних рослин цієї території. На основі проведених досліджень виявлено два види орхідей, занесених до Червоної книги України (*Epiractis palustris* (L.) Crantz, *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soo) та встановлено еколого-ценотичні особливості їхнього зростання.

**Ключові слова:** ландшафтний заказник, долинно-балкові зниження, Правобережне Придніпров'я, оселища, рідкісні рослини.

Головною ідеєю формування і розширення мережі природоохоронних територій є збереження залишків природних комплексів, у яких зафіксовано як рідкісні, так і характерні для регіону види біоти та біотопи [1, 2]. Важливим завданням є своєчасне визначення тих територіальних об'єктів, що мають слугувати «опорними та комунікаційними» елементами майбутньої

екологічної мережі. Такими у досліджуваному регіоні, насамперед, є оружно-балкові системи та долини малих річок, що тривалий час не розорювались через небезпеку активної ерозії ґрунтів.

Відповідно до схеми землевпорядкування, ці різноманітні щодо попереднього господарського використання ділянки відносяться до землеволодінгів Балико-Щучинської та частково Піївської сільських рад (відповідно Кагарлицький та Миро-



нівський р-ни Київської обл.). Землекористувачами у межах цієї ділянки є приватні особи та ДП «Ржищівський лісгосп» (60 та 61 квартали Ржищівського лісництва). Контури ділянки, оточеної масивами орних земель, мають форму багатокутника неправильної форми із координатами крайніх точок за Google maps: крайня пн.-сх. точка — 49.924842/31.134246; пн.-зах. — 49.919123/31.119501; пд.-зах. — 49.908455/31.141002; пд.-сх. — 49.916134/31.155035. Загальна площа ділянки — близько 150 га, за винятком ділянок земель приватної форми власності.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Перспективна територія для створення ландшафтного заказника місцевого значення розкинулася на південно-східній околиці с. Уляники Кагарлицького р-ну Київської обл. Рекогносциувальні дослідження проводили маршрутним методом. Назви таксонів наведено згідно із чеклистом [3]. Збір гербарію та його опрацювання здійснювали за стандартною методикою. Описи ділянок рослинності, до складу якої входять рідкісні види, здійснювали згідно із загальноприйнятими методиками. Пробні площі закладали в природних межах фітоценозів. Для лісових угруповань вибирали ділянки площею 25×25 м, для лучно-степових, лучних та болотних — 5×5 м. Типи біотопів визначали за відповідними сучасними літературними джерелами [4, 5].

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Згідно із фізико-географічним районуванням України досліджувана територія розміщується у межах Київської височинної області Подільсько-Придніпровського лісостепового краю лісостепової зони Східноєвропейської рівнини [6]. Щодо геоботанічного районування — у межах Північного Правобережнопридніпровського округу грабово-дубових, дубових лісів, остепнених лук та лучних степів Української лісостепової підпровінції Східноєвропейської лісостепової провінції дубових лісів, остепнених лук та лучних степів Лісостепової

підобласті (зони) Євразійської степової області [7].

У геоморфологічному відношенні територія є полого-горбистою рівниною з яскраво вираженими долинно-балковими зниженнями; репрезентує типові для вказаної частини фізико-географічного району елементи розлогого балкового рельєфу, вкриті з поверхні вилугуваними чорноземи та сірими лісовими ґрунтами. Вся територія є поверхнею стоку, що дреноється системою балок, безіменні водотоки яких впадають у мало проточне озеро, розташоване в північній частині с. Уляники. Зауважимо, що вздовж усього підніжжя схилів балок дреноються підземні водоносні горизонти й джерела, які впродовж останніх десятиліть не пересихають та мають високий дебіт водотоку. Крайні східні відроги цих балок доходять до вододільного плато на межі Кагарлицького і Миронівського р-нів Київської обл. Абсолютні висоти поверхні сягають рівнів ізопісів 124–195 м над рівнем моря (рис.). Поверхню крутосхилів формують відклади пролювію та делювію, що утворилися внаслідок змиву й перевідкладення палеоген-неогенових глин та лесовидних суглинків антропогенного періоду. Кути нахилу поверхні схилів та їхні форми на значних площах обумовлено впливом штучного терасування. Ґрунтовий покрив у найнижчих (тальвегових) ділянках балок представлено переважно мулистоболотними, зрідка торф'янистими ґрунтами. Деякі вище вздовж профілю формуються смуги із переважанням гігморфних відмінностей дернових ґрунтів. Найвищі ділянки поверхні профілю схилів, де відсутні впливи надмірного зволоження, вкриваються дерновими, а також значною мірою змитими та окультуреними чорноземними та сірими лісовими ґрунтами.

Завдяки залісенню та задернованості території формування молодих ярів не спостерігається, що сприяє збереженню унікальних ландшафтно-рослинних комплексів.

Нижче наводимо перелік рослинних угруповань водного, прибережно-водного, лісового, лісо-болотного, лучно-болотного,



Схема проектного ландшафтного заказника місцевого значення «Уляниківські джерела»

лучного та лучно-степового типів (*примітка*: числами при назвах видів вказано частку проективного покриття відповідного виду).

На розширених ділянках дна балок із мокрими вологими ґрунтами, зволуженими водами джерельних струмків, подекуди невеликі площі заселяють домінуючі угруповання *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. та *Typha angustifolia* L. Доволі значні площі заросли гігрофільним широколистяним різнотрав'ям. Повсюдно трапляються розрізнені особини *Cicuta virosa* L., *Ranunculus sceleratus* L. Зарості утворюють *Lycopus exaltatus* L. f., *Solanum dulcamara* L., *Cirsium oleraceum* (L.) Scop. На поверхні води невеликих (у кілька десятків квадратних метрів) плес уздовж водотоків зафіксовано угруповання з домінуванням *Lemna minor* L., *L. trisulca* L. та *Spirodela polyrrhiza* (L.)

Schleid. У заглибленнях таких водотоків із постійно обводненими озерцями трапляються зарості прикріплено-донних гідрофітів, зокрема: *Ceratophyllum demersum* L. та *Potamogeton pectinatus* L.

Смугою шириною 30–70 (100) м у тальвегах, де існують водотоки, ростуть вільхові ліси. Уздовж струмків джерельної води, що протікають у затінку крон вільхи й верби, формуються специфічні для таких екопотів угруповання, а саме: *Siella erecta* Huds. M. Pimen. (60%), *Ranunculus repens* L. (5%), *Festuca gigantea* (L.) Vill., *Eupatorium cannabinum* L., *Aegopodium podagraria* L., *Cardamine amara* L., *Persicaria hydropiper* (L.) Delarb. На поверхні мулистого дна сформувалися монодомінантні зарості гідрофітів та гігрофітів, зокрема: *Typha latifolia* L., *Alisma plantago-aquatica* L., *Oenanthe aquatica* (L.) Poir., *Alopecurus geniculatus* L.,

*Juncus effusus* L., *J. inflexus* L., *Scrophularia umbrosa* Dumort. На протяжних зниженнях тальвегів балок з вологими та мокрими ґрунтами повсюдно спостерігаються угруповання болотистих лук. Найбільші площі з них заселяють угруповання класу *Phragmito-Magnocaricetea* Klika in Klika et Novak 1941, де домінують *Carex acuta* L. та *Carex acutiformis* Ehrh. У їхніх межах зростають такі види: *Sonchus palustris* L., *Epilobium roseum* Schreb., *Lythrum salicaria* L., *Scirpus sylvaticus* L., *Scutellaria galericulata* L. Тут також зафіксовано чисельні популяції інших видів, як-от: *Eupatorium cannabinum*, *Symphytum officinale* L., *Valeriana officinalis* L., *Mentha longifolia* (L.) Huds., *Inula helenium* L. Останній вид іноді утворює значні за площею зарості (у кілька десятків квадратних метрів).

Нами виявлено популяції двох видів орхідних, занесених до Червоної книги України [8]. Зокрема, *Epipactis palustris* зростає (координати 49.912600N 31.125018E) у нижній частині схилу з лучно-болотною рослинністю, де ймовірно дренуються водоносні горизонти. Відзначено понад 300 генеративних пагонів, на кожному з яких налічується 20–30 добре сформованих і зрілих коробочок, життєвість особин є доброю, наявні пагони мають догенеративний вік. Загальна площа з локалізацією пагонів становить 30–50 м<sup>2</sup>. Поряд у подібних біотопах виявлено п'ять генеративних пагонів *Dactylorhiza incarnata* висотою 60 см, з 20–30 коробочками.

У вигляді смуги, що облямовує болотисті луки, або на підвищеннях серед них на свіжих та вологих ґрунтах значні площі заселяють угруповання з домінуванням *Equisetum arvense* L. Як асектатори тут зростають такі види: *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm., *Ranunculus acris* L., *Veronica chamaedrys* L., *Agrostis gigantea* Roth, *Vicia cracca* L., *Origanum vulgare* L., *Campanula rapunculus* L., *Convolvulus arvensis* L., *Betonica officinalis* L. На розширеннях тальвегів балок та на похилисто-хвилястих зниженнях уздовж підніжжя схилів із свіжими багатими лучно-дерновими ґрунтами, що утворились на потужних делювіально-про-

лювіальних відкладах, формуються луки з доволі чисельними видами різнотрав'я. Покриття травостою — до 100%. Домінують та співдомінують *Lathyrus sylvestris* L. (30%), *Agrimonia eupatoria* L. (20), *Carex praecox* Schreb. (20), *Geranium pratense* L. (20), *Carex hirta* L. (10), *Galium verum* L. (6), *Festuca pratensis* Huds. (2), *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub (5), *Teucrium chamaedrys* L. (2), *Origanum vulgare* (5%). З високою постійністю як асектатори також зростають *Torilis japonica* (Houtt.) DC., *Cirsium vulgare* (Savi) Ten., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Equisetum arvense* L., *Artemisia vulgaris* L., *Phalacrolooma annuum* (L.) Dumort., *Falcaria vulgaris* Bernh., *Asclepias syriaca* L., *Pimpinella saxifraga* L., *Phleum pratense* L., *Angelica sylvestris* L., *Clinopodium vulgare* L., *Betonica officinalis*. У діапазоні висот профілю, де зростають вказані угруповання трав'янистих рослин, фрагментарно трапляються ділянки, що репрезентують чагарникову та лісову рослинність краю. Зокрема, розрізнено повсюдно трапляються чагарникові ценози з домінуванням *Salix cinerea* L. Фрагментарно вкrapлюються ліси класу *Salicetea purpureae* Moog 1958.

Схили балок з чорноземним ґрунтовим покриттям заселяють угруповання лучно-степової рослинності. У приверхівкових частинах схилів південної експозиції (нахил 30–45°) формуються ділянки лучних степів, де у травостоях з покриттям близько 100% співдомінують *Poa angustifolia* L. (10%), *Medicago falcata* L. aggr (10), *Origanum vulgare* (10), *Galium verum* (10), *Chamaecytisus austriacus* (L.) Link (25), *Centaurea substitute* Czerep. (5), *Veronica chamaedrys* (5), *Agrimonia eupatoria* (5), *Botriochloa ischaemum* L. Keng (3), *Picris hieracioides* L. (3), *Veronica verna* L. (2), *Achillea setacea* Waldst. & Kit (2), *Achillea submillefolium* Klokov & Krytzka (2%). Часто також зростають *Asparagus officinalis* L., *Falcaria vulgaris* Bernh., *Euphorbia virgata* Waldst. & Kit, *Succisa pratensis* Moench, *Pimpinella saxifraga*, *Asperula cynanchica* L., *Bromopsis inermis*, *Seseli annuum* L., *Dactylis glomerata* L., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth. Основними домінантами на різних ділянках та-



кого типу виступають *Elytrigia intermedia* (Host) Nevski, *Calamagrostis epigeios*, *Festuca valesiaca* Gaudin, *F. rupicola* Heuff., *Poa angustifolia*, *Carex praecoх*. Особливістю цих угруповань є доволі висока частка у їх складі лучно-степового широкотрав'я та бобових. Так, повсюдно у верхньому ярусі спостерігаються *Galium verum*, *Trifolium montanum* L. та *T. medium* L., *Hieracium robustum* Fr., *H. umbellatum* L., *Hypericum perforatum* L., *Dianthus armeria* L., *D. membranaceus* Borbas, *D. deltoides* L., *Knautia arvensis* (L.) Coult., *Campanula persicifolia* L., *Pimpinella saxifraga*, *Agrimonia eupatoria*, *Medicago falcata*, *Euphorbia kaleniczenkoi* Czern., *Filipendula vulgaris* Moench, *Nonea pulla* DC., *Salvia pratensis* L., *S. nemorosa* L. aggr., *Stachys germanica* L., *Pulmonaria angustifolia* L., *Inula salicina* L.

Значною є група видів («перекотиполе»), пристосованих до розносу насіння вітром в умовах відкритих просторів. Зокрема, часто трапляються *Eryngium campestre* L., *Falcaria vulgaris*, *Centaurea scabiosa* L., *Chondrila latifolia* M. Bieb., *Asperula cynanchica*, *Asparagus officinalis*, *Phlomis tuberosa* L. Характерними для цих лучних степів є також група розеткових та сланких низькорослих видів, що зростають у нижніх ярусах травостою, а подекуди утворюють олігодомінантні зарості, як от: *Thymus marschallianus* Willd., *Veronica chamaedrys*, *Potentilla argentea* L., *Fragaria viridis* Duchesne, *Plantago urvillei* Opiz, *Pilosella officinarum* F.Schult. & Sch. Bip. На ділянках, де спостерігаються ознаки діяльності риучих тварин (кротовини та нори мишоподібних гризунів), формуються локуси популяцій малолітніх рослин, зокрема *Cerinthe minor* L., *Echium vulgare* L., *Anchusa officinalis* L., *Campanula rapunculus*, *Senecio jakobaea* L.

На деяких ділянках чималі площі зайнято заростями адвентивного виду — *Asclepias syriaca*. Деякі з них мають характер чагарникових заростей із домінуванням низькорослих дерев та чагарників: *Crataegus monogyna* Jacq., *Prunus spinosa* L.

На крутих, часто терасованих схилах у 40–45° зростають штучні насадження *Pinus sylvestris* L. (70%). Серед підросту пооди-

нок ростуть *Acer platanoides* L., *A. campestre* L., *Cerasus avium* (L.) Moench; зокрема види трав: *Allium oleraceum* L., *Pilosella echinoides* (Lumn.) F. Schult. & Sch. Bip., *Trifolium montanum*, *Picris hieracioides* L., *Campanula persicifolia*, *Dactylis glomerata*, *Solidago virgaurea* L., *Clinopodium vulgare*. Ці насадження були створені для запобігання водній і вітровій ерозії вершин і схилів яружно-балкової системи.

На терасованих ділянках схилів південної експозиції з нахилом 20–35° зростають змішані та однопородні посадки клена звичайного, робінії псевдоакації, сосни звичайної, берези повислої. Ширина міжрядь — 3 м, вік дерев — 25–30 років висотою 10–12 м, діаметр (на рівні 1,3 м) — 10–20 см. Верхній ярус дерев має зімкненість 0,9, кущі — 0,4, густина травостою залежно від умов зростання може бути від незначного до 80% покриття поверхні. У деревному ярусі трапляються: *Acer platanoides* (50%), *Robinia pseudoacacia* L. (10), *Quercus robur* L. (5%). У чагарниковому ярусі зростає *Swida sanguinea* (L.) Opiz (10%). Серед трав поширеними є поодинокі стебла *Asparagus officinalis* L., *Poa nemoralis* L., *Succisa pratensis*, сіянці дерев *Acer tataricum* L., *A. platanoides*. На гребенеподібних схилах у напрямі тальвегів балок із монодомінантними насадженнями *Robinia pseudoacacia* (30%) віком 15–20 років, висотою 12–15 м і товщиною стовбура 10–20 см формуються ліси із підліском та густим травостоем. У ярусі чагарників співдомінують *Swida sanguinea*, *Crataegus pseudokyrtostyla* Клоков, *Quercus robur*, *Pyrus communis* L., *Acer negundo* L., *Ulmus minor* Mill. У ярусі трав із різною участю зростають *Poa angustifolia* (60%), *Origanum vulgare* (2), *Phalacrolooma annua* (5), *Elytrigia repens* (5), *Hypericum perforatum* (3%). Незначним вкрапленням трапляються *Agrimonia eupatoria*, *Chenopodium album* L., *Ajuga genevensis* L., *Artemisia absinthium* L.

Подібними властивостями характеризується чагарниковий та трав'яний ярус і в штучних насадженнях на ділянках схилів із берези повислої та сосни звичайної. В ярусі трав таких лісів здебільшого переважають

злаки, зокрема *Elytrigia repens*. Також на схилах невеликими окремими масивами зростають широколистяні ліси із *Carpinus betulus* L. та *Tilia cordata* L. Підлісок та ярус трав є доволі розрідженими, але до їх складу входить значний спектр флори широколистяних лісів регіону, що свідчить про автохтонний характер походження цих ділянок лісового масиву. Зокрема, виявлено фрагменти трав'яного ярусу із зростанням *Carex pilosa* Scop., *Viola odorata* L., *Polygonatum multiflorum* (L.) All., *Pulmonaria obscura* Dumort., *Glechoma hirsuta* Waldst. & Kit., *Asarum europaeum* L., *Milium effusum* L., *Lamium galeobdolon* (L.) L., *Mercurialis perennis* L., *Aegopodium podagraria*, *Stellaria holostea* L., *Convallaria majalis* L., *Dactylis glomerata*, *Cystopteris fragilis* (L.) Bernh., *Gallium odoratum* (L.) Scop.

На галявинах та узліссях цього лісового масиву зростають угруповання трав із участю видів: *Vicia pisiformis* L., *Vincetoxicum hirundinaria* Medik., *Veronica teucrium* L., *Carex pallescens* L., *C. echinata* Murray, *Hypericum hirsutum* L., *Allium oleraceum*, *A. rotundum* L.

Отже, територія досліджуваного об'єкта є доволі цінною з природоохоронного погляду завдяки своєму унікальному природному комплексу, зокрема:

- чисельним популяціям багатьох видів судинних рослин автохтонної флори регіону, що стали рідкісними внаслідок інтенсивного використання земель у сільськогосподарському виробництві. Вони є основою підтримання фауністичної компоненти вказаної місцевості;

- значним площам важливих для підтримання біогеоценотичного різноманіття регіону типів біотопів, що необхідно охороняти згідно з Директивою ЄС 92/43 та переглянутим у 2010 р. Додатком I Резолюції № 4 Бернської конвенції (від 1996 р.) [4, 5], як-от: С1.32 – вільноплаваюча рослинність мезотрофних та евтрофних водойм з домінуванням ряски малої та спіродели багатокореневої, С1.33 – вкорінена занурена рослинність евтрофних водойм; С2.34 – евтрофна рослинність повільно текучих річок; D4.1 – багаті болота, у т.ч.

евтрофні високотравні карбонатні болота; D5.2 – зарості крупних осок, переважно без застою води; E1.2 – багаторічні трав'яні угруповання на вапняках та степах; E3.4 – свіжі евтрофні та вологі мезотрофні луки на дернових глейових ґрунтах з домінуванням лисохвосту лучного, тонконога лучного, осоки ранньої, куничника наземного, хвоща польового; F9.1 – прирічкові чагарники; G1.11 + G1.41 – приборежно-заплавні ліси із домінуванням верби білої і заростей верби попелясто-сірої та заболочені вільхові ліси на некісломому торфї; G1.A4 – яружні та схилові ліси; G3.4232 – сарматські ліси степової зони із сосною звичайною (коди угруповань наведено за класифікацією EUNIS);

- багатим за чисельністю особин популяціям двох видів рослин – *Epipactis palustris* та *Dactylorhiza incarnata*, занесеним у Червону книгу України [8];

- комплексу сформованих умов, що за припинення подальшого освоєння нових ділянок під ріллю, може сприяти спонтанному відновленню автентичних типів рослинного покриву, збереженню нині існуючих ландшафтів із своєрідними гідрогеологічними явищами та забезпечити захист цих територій від можливості різноманітних проявів поверхневої ерозії.

На цій ділянці, що перебуває в адміністративних межах Кагарлицького та Миронівського р-нів Київської обл., доцільно створити природно-заповідний об'єкт, загальною площею близько 150 га.

Для ефективної охорони охарактеризованого природно-територіального комплексу під час розробки режиму його охорони необхідно запобігти заростанню лучно-степових схилів чагарниками й лісом, передбачити можливість як сінокосіння, помірного випасання, так і періодичних (один раз на кілька років) обмежених контрольованих пізньоосінніх палів на ділянках з лучною та лучно-степовою рослинністю, не допускати засмічення території «неорганізованими туристами», заборонити проведення рубок суцільним методом, а також капітальне будівництво у межах вказаної території.

З огляду на обґрунтованість та необхідність застосування перелічених видів впливу, найбільш відповідною згідно з чинним Законом України «Про природно-заповідний фонд» природоохоронною категорією для цього об'єкта є його визнання як ландшафтного заказника місцевого значення [9]. За представленістю важливих у природоохоронному аспекті компонентів (рідкісні види рослин, охоронювані типи біоценозів) та за різноманіттям елементів ландшафту краю (різноманітні фації долинно-балкової місцевості) цей природно-заповідний об'єкт буде істотним доповненням екологічної мережі Правобережного Придніпров'я.

У природоохоронному зобов'язанні для цієї території слід передбачити врахування низки вимог та вжиття заходів, що забезпечать зменшення можливих негативних антропогенних впливів, збалансованість елементів природного комплексу території та сприятиме більш швидкому та ефективному відновленню рослинних угруповань природного характеру, зокрема:

а) заборонити будь-які види капітального будівництва, за винятком приватних територій;

б) визначити можливим прогінний випас худоби із заборною надмірного випасання;

в) у межах мисливських угідь визначити за цією територією роль відтворювальної дільниці;

г) за можливості, відновити сінокісний режим на деяких ділянках, особливо на перелогових із розростанням ваточника сірійського;

д) заборонити розорювання похилих поверхонь з кутом нахилу понад 5° у бік крутих схилів балок та ділянок орних земель, де спостерігаються ознаки лінійної ерозії;

ж) для запобігання масовому відпаду деревного ярусу в штучних одновікових насадженнях сосни звичайної на схилах необхідно здійснити підсадку дуба звичайного та інших широколистяних порід;

з) заборонити осушення заболочених ділянок та штучне спрямлення водотоків.

## ВИСНОВКИ

У положенні про ландшафтний заказник місцевого значення «Уляниківські джерела» основним напрямом його цільового використання доцільно визначити природоохоронний. Основним пріоритетом цієї природоохоронної території має стати охорона ландшафтних комплексів із своєрідними елементами заболочених знижень на місцях виходу на денну поверхню водоносних горизонтів джерелами із високим дебітом води та різноманітною рослинністю і мальовничими ландшафтами.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Соломаха І.В. Еколого-ценотична та оселищна характеристика долини р. Сліпорід як перспективного об'єкта Смарагдової мережі України / І.В. Соломаха, В.Л. Шевчик, О.В. Шевчик // Агро-екологічний журнал. — 2019. — № 2. — С. 22–30.
2. Коніщук В.В. Онтологія становлення екосоціологічного та інвайронментологічного напрямів / В.В. Коніщук // Агро-екологічний журнал. — 2017. — № 2. — С. 49–58.
3. Mosyakin S.L. Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist / S.L. Mosyakin, M.M. Fedoronchuk. — К., 1999. — 345 p.
4. Куземко А. Тлумачний посібник оселищ Резолюції № 4 Бернської конвенції, що знаходяться під загрозою і потребують спеціальних заходів охорони. Перша версія адаптованого неофіційного перекладу з англійської (третього проекту офіційної версії 2015 року) / А. Куземко, С. Садогурська, О. Василюк. — К., 2017. — 124 с.
5. Національний каталог біотопів України / за ред. А.А. Куземко, Я.П. Дідуха, В.А. Онищенко, Я. Шеффера. — К.: ФОП Клименко Ю.Я., 2018. — 442 с.
6. Екологічна енциклопедія / за ред. А.В. Толстоухова. — К.: Центр екологічної освіти та інформації, 2006. — Т. 1. — 432 с.
7. Національний атлас України / за ред. Л.Г. Руденка. — К.: ДНВП «Картографія», 2008. — 440 с.
8. Червона книга України. Рослинний світ / за ред. Я.П. Дідуха. — К.: Глобалконсалтинг, 2009. — 900 с.
9. Закон України «Про природно-заповідний фонд України» [Електронний ресурс] // Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1992, № 34, ст. 502 (із змінами включно до 22.03.2018 (ВВР, 2018, № 17, ст. 152)). — Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-12>

## REFERENCES

1. Solomakha, I.V., Shevchyk, V.L. & Shevchyk, O.V. (2019). Ekolooho-tsenotychna ta oselyshchna kharakterystyka dolyny r. Sliporid yak perspektyvnoho obiekta Smarahdovoi merezhi Ukrainy [Ecological, coenotical and habitats characteristics of the Sliporid River valley as a perspective object of the Ukrainian Emerald Network]. *Agroekologichnyj zhurnal – Agroecological journal*, 2, 22–30 [in Ukrainian].
2. Konishchuk, V.V. (2017). Ontologija stanovlenja ekosozologichnogo ta invajronmentologichnogo naprjamiv [Ontology of formation the directions of ecosozology and environmentology in the department of landscape, biodiversity and nature reserve]. *Agroekologichnyj zhurnal – Agroecological journal*, 2, 49–58 [in Ukrainian].
3. Mosyakin, S.L. & Fedoronchuk, M.M. (1999). *Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist*. Kyiv [in English].
4. Kuzemko, A., Sadogurskaya, S. & Vasylyuk, O. (2017). *Tlumachnyj posibnyk oselyshh Rezoljucii No. 4 Berns'koi konvencii, shho znahodjat'sja pid zagrozoju i potrebujut' special'nyh zahodiv ohorony. Persha versija adaptovanogo neoficijnogo perekladu z anglijs'koi (tret'ogo proektu oficijnoi versii 2015 roku)* [Explanatory text of the Berne Convention Resolution No. 4 settlements, which are threatened and require special protection measures. The first version of the adapted informal translation from English (the third draft of the official version of 2015)]. Kyiv [in Ukrainian].
5. Kuzemko, A.A., Didukh, Ya.P., Onishchenko, V.A. & Scheffer, Ya. (Eds.). (2018). *Nacional'nyj katalog biotopiv Ukrainy* [National biotope catalog of Ukraine]. Kyiv: FOP Klimentko Yu.Ya. [in Ukrainian].
6. Tolstoukhov, A.V. (Ed.) (2006). *Ekologichna encyklopedija* [Environmental Encyclopedia]. Kyiv: Centr ekologichnoi osvity ta informacii [in Ukrainian].
7. Rudenko, L.H. (Ed.) (2008). *Nacional'nyj atlas Ukrainy* [National atlas of Ukraine]. Kyiv: DNVP «Kartografija» [in Ukrainian].
8. Didukh, Ya.P. (Ed.) (2009). *Chervona knyha Ukrainy. Roslynnyj svit* [The Red Book of Ukraine. Plant World]. Kyiv: Global consulting [in Ukrainian].
9. Zakon Ukrainy «Pro pryrodno-zapovidnyi fond Ukrainy». Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy (VVR), 1992, № 34, st. 502, iz zminamy vkluchno po 22.03.2018 (VVR, 2018, № 17, st. 152) [Law of Ukraine «On the Nature Reserve Fund of Ukraine». Information of the Verkhovna Rada of Ukraine (IVR), 1992, No. 34, Art. 502, with changes, inclusive of March 22, 2018 (IVR, 2018, No. 17, Art. 152)]. (n.d.). *zakon.rada.gov.ua*. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-12> [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 30.07.2019

---

# РОДЮЧІСТЬ І ОХОРОНА ҐРУНТІВ

УДК 631.415.1

DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2019.183469>

## ДИНАМІКА РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ ПЕРЕЯСЛАВ-ХМЕЛЬНИЦЬКОГО РАЙОНУ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

О.М. Грищенко, В.С. Запасний, Є.В. Ярмоленко, Л.Г. Шило

*Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України»*

*Висвітлено результати агрохімічного стану ґрунтів Переяслав-Хмельницького р-ну Київської обл. та наведено динаміку зміни обмінної кислотності, вмісту гумусу, рухомих сполук фосфору і калію за останні 15 років агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення. Наведено еколого-агрохімічну оцінку ґрунтів та оцінку нинішнього рівня їх забезпеченості основними елементами живлення. Для збереження та підвищення агроекологічного стану ґрунтів Переяслав-Хмельницького р-ну необхідно повністю компенсувати дефіцит органічної речовини та елементів живлення у ґрунті за допомогою внесення оптимальних норм мінеральних та органічних добрив, використання побічної продукції, збільшення площ посіву сидеральних і бобових культур та багаторічних трав, проведення у відповідних обсягах хімічної меліорації ґрунтів.*

**Ключові слова:** ґрунт, агрохімічна паспортизація, обмінна кислотність, гумус, уміст рухомих сполук фосфору, рухомих сполук калію, еколого-агрохімічний бал, динаміка.

Родючість ґрунтів завжди була і є вирішальним чинником у життєдіяльності людини. Однак, як свідчать наукові дослідження та практичний досвід, родючість ґрунтів не є сталою величиною, адже змінюється залежно від господарської діяльності та системи землеробства.

Ігнорування наукових підходів, відсутність стимулюючих програм на державному рівні, а здебільшого просто споживацьке ставлення до землі, спричиняє виснаження ґрунтів, зниження їх потенційної родючості та деградацію.

Саме тому для здійснення державного контролю за зміною показників родючості та екологічної безпеки ґрунтів, раціонального використання земель сільськогосподарського призначення в Україні здійснюється агрохімічна паспортизація земель сільськогосподарського призначення з періодичністю один раз на 5 років. Такі наукові дослідження проводить Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України» (ДУ «Держґрунтоохорона») вже по-

над 50 років. Достовірна інформація про динаміку родючості ґрунтів у просторі та часі є основою ефективного використання земельних ресурсів та отримання високих, стабільних та екологічно безпечних урожаїв сільськогосподарських культур.

Мета дослідження — моніторинг агрохімічних показників ґрунтів Переяслав-Хмельницького р-ну Київської обл. за результатами останніх трьох турів агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення (2001–2015 рр.) [1–3].

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Агрохімічну паспортизацію сільськогосподарських угідь здійснювали згідно з методикою проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення [4]. Для оцінки стану земель використовували результати досліджень, проведених відповідно до вимог ДСТУ та ГОСТ.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Станом на 01.01.2017 р. загальна площа земель Переяслав-Хмельницького р-ну

© О.М. Грищенко, В.С. Запасний, Є.В. Ярмоленко, Л.Г. Шило, 2019



становила 148,7 тис. га. Із них на сільськогосподарські угіддя припадає 97,0 тис. га (65,2%), з яких 81,3 тис. га – орні землі [5].

У структурі ґрунтового покриву орних земель району переважають чорноземи типові (78,5%), лучні і чорноземно-лучні ґрунти (12,5%), які є найбільш потенційно родючими на рівні району, області та України загалом (рисунок).

Важливим чинником родючості ґрунтів, що безпосередньо впливає на формування врожайності сільськогосподарських культур, є їх кислотність.

За результатами проведених досліджень встановлено, що середньозважений показник кислотності ґрунтів району за останні 15 років обстежень (2001–2015) майже не змінювався і був наближеним до нейтрального рівня (табл. 1).

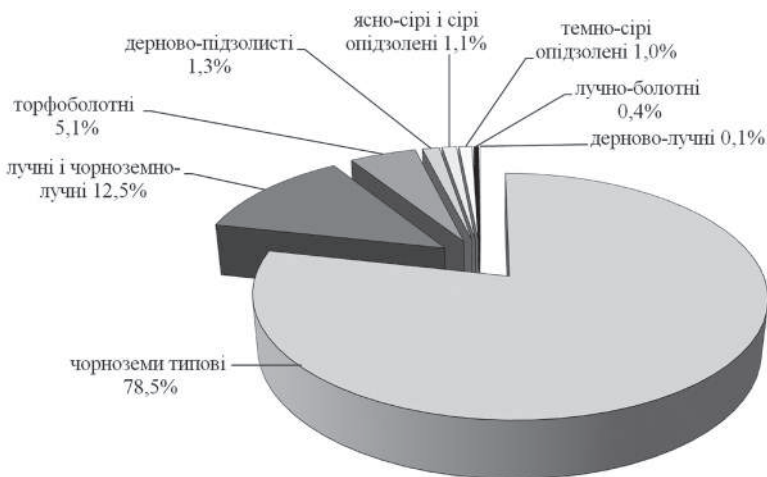
Збільшення площ кислих ґрунтів було зафіксовано у ІХ турі обстеження – 33,6%, що більше порівняно з попереднім туром обстеження майже на 4%. У Х турі підкислення відбувалося інтенсивніше. Так, упродовж останніх п'яти років площа кислих ґрунтів збільшилася на 5,6 тис. га (8,5%). Також було зафіксовано зменшення площ ґрунтів з близькою до нейтральної та нейтральною реакцією ґрунтового розчину, натомість дещо збільшилися площі із слабо-

та середньолужною реакцією. Основна частина ґрунтів району характеризується слабкислою та близькою до нейтральної реакцією ґрунтового розчину, що становить 31,5 і 27,9% від обстеженої площі відповідно.

Динаміка реакції ґрунтового розчину за останні три тури агрохімічної паспортизації свідчить, що за стабільного середньозваженого показника кислотності ґрунту (5,84–5,90) у районі відбувається збільшення площ кислих ґрунтів, що є наслідком істотного зменшення площ провапнованих ґрунтів району та переважного внесення фізіологічно кислих добрив.

Гумус (органічна речовина) – найважливіша складова ґрунту, а її кількісний і якісний склад є інтегральним показником родючості. Він є резервуаром елементів живлення, від його рівня залежить природна родючість ґрунтів і, зрештою, величина врожайності сільськогосподарських культур. Від запасів гумусу залежить структурний стан ґрунту, водні та фізичні властивості, поглинальна здатність і ферментативна активність. Гумусний стан є матрицею, яка продукує всі інші властивості, а також корелює з усіма режимами ґрунту, передусім – з поживним [6, 7].

Інформація ДУ «Держґрунтохорона», накопичена у процесі обстеження сільсько-



Структура орних земель Переяслав-Хмельницького р-ну Київської обл. за типом ґрунту

Таблиця 1

**Структура площ обстежених ґрунтів Переяслав-Хмельницького р-ну Київської обл.  
за реакцією ґрунтового розчину (2001–2015 рр.)**

Тур обстеження/роки	Обстежена площа, тис. га	Площі ґрунтів за реакцією ґрунтового розчину, %									Середньозважений показник рН <sub>KCl</sub>
		дуже сильно- та сильнокислі (≤4,5)	середньокислі (4,6–5,0)	слабокислі (5,1–5,5)	Усього кислих (≤5,5)	близькі до нейтральних (5,6–6,0)	нейтральні (6,1–7,0)	слаболужні (7,1–7,5)	середньо- та дуже сильнолужні (>8,0)		
VIII (2001–2005)	41,0	1,0	4,1	24,6	29,8	38,3	22,4	4,4	4,4	0,7	5,90
IX (2006–2010)	46,4		5,2	28,3	33,6	32,8	23,7	4,0	4,9	1,1	5,84
X (2011–2015)	50,4	0,6	10,0	31,5	42,1	27,9	15,7	6,2	7,3	0,8	5,87

господарських угідь, дає змогу прослідкувати зміни вмісту гумусу, що відбулися впродовж 2001–2015 рр. у господарствах Переяслав-Хмельницького р-ну.

Середньозважений вміст гумусу в ґрунтах на обстежених угіддях району у 2004 р. становив 2,85%, що відповідає середньому рівню забезпечення. Зменшення обсягів внесення у ґрунт органічних добрив та не виправдане насичення сівозмін культурами інтенсивного мінерального живлення і, як наслідок, мінералізація органічної речовини (гумусу), спричинили зниження його вмісту на час проведення IX та X турів аг-

рохімічної паспортизації – до 2,66 та 2,61% відповідно (табл. 2).

Нині у районі переважають ґрунти із середнім, підвищеним та низьким умістом гумусу, їхня частка становить 54,5, 21,0 та 18,0% від загальної кількості обстежених угідь відповідно. Частка площ з високим рівнем становить 3,1%, дуже високим та дуже низьким – 1,7 та 1,4% відповідно. Згідно з отриманими даними можна стверджувати, що вміст гумусу в районі за останні 10 років стабілізувався.

Одним із найважливіших елементів родючості ґрунту та мінерального живлення

Таблиця 2

**Структура площ обстежених ґрунтів Переяслав-Хмельницького р-ну Київської обл.  
за вмістом гумусу (2001–2015 рр.)**

Тур обстеження/роки	Обстежена площа, тис. га	Площі ґрунтів за вмістом гумусу, %						Середньозважений показник, %
		дуже низький (<1,1)	низький (1,1–2,0)	середній (2,1–3,0)	Підвищений (3,1–4,0)	високий (4,1–5,0)	дуже високий (>5,0)	
VIII (2001–2005)	40,0	0,8	8,0	57,3	32,3	1,3	0,5	2,85
IX (2006–2010)	46,4	0,2	10,9	62,2	23,7	1,0	2,2	2,66
X (2011–2015)	47,9	1,6	18,0	54,5	21,0	3,1	1,7	2,61

рослин є рухомі сполуки фосфору. Саме від рівня засвоєння елемента та метаболізму залежать важливі етапи онтогенезу рослин та формування продуктивності. Фосфор бере участь у всіх фізіологічних процесах та забезпечує ефективне використання інших елементів живлення [8, 9].

За результатами VIII туру (2001–2005 рр.) агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення вміст рухомих сполук фосфору у ґрунтах Переяслав-Хмельницького р-ну становить 117 мг/кг, що відповідає підвищеному рівню (табл. 3).

У VIII і IX турах обстеження земель сільськогосподарського призначення вміст рухомих сполук фосфору підвищувався і становив: у VIII (2006 р.) – 112 мг/кг, у IX (2011 р.) – 138 мг/кг ґрунту. Зростання показника відбулося завдяки збільшенню норм внесення фосфорних добрив упродовж вказаного періоду. У IX турі було внесено 2015,6 тис. поживних речовин, що у 4,3 раза більше, ніж у VIII турі.

Порівняно з IX туром, показник умісту рухомих сполук фосфору за X тур зменшився на 21 мг/кг ґрунту на тлі збільшення внесення фосфорних добрив (удвічі порівняно з IX туром). Слід наголосити, що за вказаний період питома вага ґрунтів із високим та дуже високим умістом фосфору зменшилася на 16% унаслідок збільшення угідь із середнім та підвищеним рівнями умісту цього елемента. Зниження середньозваженого показника спричинено зміною структури посівних площ, а саме на-

сиченням їх технічними культурами (ріпак, соняшник, соя тощо), що своєю чергою зумовило різке збільшення виносу фосфору з орного шару ґрунтів [10].

За вмістом рухомих сполук фосфору, згідно з даними X туру, ґрунти району розподілилися так: 42,1% усіх обстежених площ характеризуються підвищеним умістом, 36,6 – середнім, 20,0 – високим і дуже високим, 1,3% – низьким рівнем забезпечення.

Одним із найактивніших та незамінних елементів для розвитку рослин і беззаперечним чинником підвищення врожайності сільськогосподарських культур є калій. Елемент позитивно впливає на стійкість рослин до посухи, низьких температур, шкідників та захворювань, дає змогу рослинам продуктивно використовувати воду та поліпшує обмін поживних речовин. Калій впливає на накопичення в рослинному організмі крохмалю, цукру, бере участь в азотному обміні і синтезі білка, підвищує використання сонячної енергії та відтік асимілянтів [11].

За матеріалами X туру обстеження сільськогосподарських угідь Переяслав-Хмельницького р-ну ґрунти з підвищеним ступенем забезпечення калієм становлять 21,8 тис. га (43,2%); високим умістом – 16,2 (34,1); середнім – 6,4 тис. га (12,7%). Дуже високий уміст рухомих сполук калію мають ґрунти, загальна площа яких становить 1,1 тис. га (2,3%), низький та дуже низький – 2,9 (5,8) та 1,0 тис. га (1,9%) відповідно (табл. 4).

Таблиця 3

**Структура площ обстежених ґрунтів Переяслав-Хмельницького р-ну Київської обл. за вмістом рухомих сполук фосфору (2001–2015 рр.)**

Тур обстеження/роки	Обстежена площа, тис. га	Площі ґрунтів за вмістом рухомих сполук фосфору, %						Середньозважений показник, мг/кг
		дуже низький (<21)	низький (21–50)	середній (51–100)	підвищений (101–150)	високий (151–200)	дуже високий (>200)	
VIII (2001–2005)	41,0	–	2,7	44,2	34,4	13,9	4,9	112
IX (2006–2010)	46,4	–	0,9	21,0	42,1	29,4	6,6	138
X (2011–2015)	50,4	–	1,3	36,6	42,1	17,5	2,5	117



Таблиця 4

**Структура площ обстежених ґрунтів Переяслав-Хмельницького р-ну Київської обл.  
за вмістом рухомих сполук калію (2001–2015 рр.)**

Тур обстеження/роки	Обстежена площа, тис. га	Площі ґрунтів за вмістом рухомих сполук калію, %						Середньо-зважений показник, мг/кг
		дуже низький (<21)	низький (21–40)	середній (41–80)	підвищений (81–120)	високий (121–180)	дуже високий (>180)	
VIII (2001–2005)	41,0	1,7	2,9	28,3	42,9	19,3	4,9	97
IX (2006–2010)	46,4	0,04	0,7	29,2	43,0	23,9	3,3	104
X (2011–2015)	50,4	1,9	5,8	12,7	43,2	34,1	2,3	106

Упродовж VIII–X турів обстеження показник умісту рухомих сполук калію в ґрунтах досліджуваного регіону був майже стабільним – 97–106 мг/кг, що відповідає підвищеному рівню забезпечення. Зауважимо, що порівняно з VIII туром обстеження спостерігалось деяке його зростання – на 7 мг/кг у IX та на 9 мг/кг ґрунту у X турі. Це можна обґрунтувати збільшенням норм внесення калійних добрив упродовж вказаного періоду. Так, у IX турі було внесено 2345,6 тис. т поживних речовин, що у 5,6 раза більше, ніж у VIII турі. У X турі агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення було внесено 4665,1 тис. т поживних речовин, що у 2,0 рази більше, ніж у IX турі.

Нинішній кризовий стан земельних ресурсів України, погіршення їх екологічного стану, падіння родючості ґрунтів та масштабне поширення їх деградаційних процесів потребує істотних змін у господарській

діяльності людини та природокористуванні. Тому раціональне використання земельних угідь у сільськогосподарському виробництві, розроблення і ефективне життя комплексу заходів з регулювання та управління родючістю ґрунтів є неможливим без відомостей про їх еколого-агрохімічний стан, який визначається сукупністю агрофізичних, фізико-хімічних, агрохімічних і біологічних властивостей, а також враховує забрудненість ґрунтового покриву важкими металами, радіонуклідами та пестицидами [12, 13].

На основі даних агрохімічного обстеження здійснено якісну оцінку ґрунтів сільськогосподарських угідь Переяслав-Хмельницького р-ну та встановлено, що вона, загалом, відповідає середньому рівню якості – 47 балів (VI клас) (табл. 5). Натепер у районі переважають ґрунти середньої якості, їхня частка становить 92,21% від загальної кількості обстежених угідь.

Таблиця 5

**Структура площ обстежених ґрунтів Переяслав-Хмельницького р-ну Київської обл.  
за їх придатністю для сільськогосподарського виробництва**

Тур обстеження/роки	Обстежена площа, тис. га	Середній бал, %	Оптимальні землі		Землі високої якості		Землі середньої якості		Землі низької якості	
			I* (91–100)**	II (81–90)	III (71–80)	IV (61–70)	V (51–60)	VI (41–50)	VII (31–40)	VIII (21–30)
IX (2006–2010)	46,4	55	–	–	2,86	14,72	69,06	13,32	0,04	–
X (2011–2015)	50,4	47	–	–	–	–	26,81	65,40	7,79	–

Примітка: \* – клас; \*\* – бал, %.

У X турі обстеження сільськогосподарських угідь на території Переяслав-Хмельницького р-ну ґрунтів III та IV класів (землі високої якості) не виявлено, натомість значно збільшилися площі ґрунтів середньої якості (V та VI клас). Крім того, мусимо констатувати, на 7,75% збільшилися площі ґрунтів низької якості. Порівняно з попереднім туром, середньозважений показник якості ґрунтів зменшився на 8 одиниць (14,5%), що свідчить про зниження деяких показників їх родючості.

### ВИСНОВКИ

Підвищення культури землеробства, а отже, родючості ґрунтів та збільшення врожайності сільськогосподарських культур у районі повинне базуватися, насамперед, на впровадженні науково обґрунтованих сівозмін як основи для системи удобрення, механічного обробітку ґрунту, захисту посівів від бур'янів, шкідників та збудників хвороб, регулювання кругообігу елементів живлення рослин.

Порівняно з попередніми турами агрохімічного обстеження земель сільськогосподарського призначення, середньозважений показник умісту гумусу в X турі (2011–2015 рр.) дещо знизився, проте залишився у межах середнього рівня забезпеченості.

За результатами проведених досліджень встановлено, що середньозважений показник кислотності ґрунтів району за останні

15 років (2001–2015) майже не змінився і вимірювався у близьких до нейтрального рівня значеннях. Проте зафіксовано, що на тлі стабільного середньозваженого показника кислотності ґрунту у районі відбувається збільшення площ кислих ґрунтів, що є наслідком припинення їх вапнування та внесення фізіологічно кислих добрив. Калійний та фосфорний режим ґрунтів є стабільним і відповідає підвищеному рівню забезпеченості, що сприяє формуванню високої врожайності сільськогосподарських культур.

Натепер у структурі орних земель району переважають ґрунти середньої якості, частка яких становить 92,2% від загальної кількості обстежених угідь. Порівняно з попереднім туром (IX) обстеження, спостерігається збільшення площ земель низької якості та відсутність земель високої якості, що спричиняє зниження середньозваженого показника якості ґрунтів.

Для збереження та підвищення агро-екологічного стану ґрунтів Переяслав-Хмельницького р-ну необхідно повністю компенсувати дефіцит органічної речовини та елементів живлення у ґрунті за допомогою внесення оптимальних норм мінеральних та органічних добрив, використання побічної продукції, збільшення площ посіву сидеральних і бобових культур та багаторічних трав, проведення у відповідних обсягах хімічної меліорації ґрунтів.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Науковий звіт Київського обласного державного проектно-технологічного центру охорони родючості ґрунтів і якості продукції про виконання проектно-технологічних та науково-дослідних робіт у 2006 році (заключний) / Київський ОДПТЦ охорони родючості ґрунтів і якості продукції. — К., 2006. — 261 с.
2. Звіт Київського обласного державного проектно-технологічного центру охорони родючості ґрунтів і якості продукції про виконання проектно-технологічних та науково-дослідних робіт у 2010 році (заключний) / Київський ОДПТЦ охорони родючості ґрунтів і якості продукції. — К., 2011. — 245 с.
3. Звіт про виконання проектно-технологічних та науково-дослідних робіт у 2015 році (заключний) / ДУ «Держґрунтоохорона». — К., 2016. — 255 с.
4. Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення / за ред. І.П. Яцука, С.А. Балюка. — К., 2013. — 99 с.
5. Фондові дані Головного управління Держземгентства у Київській області: форма № 6-зем, державна статистична звітність з кількісного обліку земель [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://kyivoblzem.gov.ua>.
6. Сучасний стан забезпеченості ґрунтів Полтавської області гумусом (органічною речовиною) / [В.В. Коваль, В.О. Наталочка, С.К. Ткаченко, О.В. Міненко] // Вісник Полтавської державної аграрної академії. — 2013. — Вип. 3. — С. 84–88. — (Серія: Сільське господарство. Рослинництво).
7. Семенов В.А. Гумус как фактор плодородия почв / В.А. Семенов // Вестник сельскохозяйственной науки. — 1991. — № 2. — С. 62–69.

8. Носко Б.С. Фосфатний режим ґрунтів і ефективність добрив / Б.С. Носко. — К.: Урожай, 1990. — 224 с.
9. Козир С.В. Вплив природних та антропогенних чинників на вміст фосфору в ґрунтах Харківської області / В.С. Козир, Т.С. Глушко // Агроекологічний журнал. — 2008. — № 4. — С. 58–61.
10. Зміна вмісту рухомого фосфору в генетичних горизонтах чорнозему звичайного / [С.М. Крамарьов, О.С. Крамарьов, А.О. Христенко та ін.] // Вісник Полтавської державної аграрної академії. — 2015. — Вип. 3. — С. 13–28. — (Серія: Сільське господарство. Рослинництво).
11. Орник Б.І. Динаміка вмісту обмінного калію в ґрунтах Тернопільщини / Ю.І. Орник, Б.Є. Черній, Л. М. Фурик // Охорона родючості ґрунтів. — 2010. — Вип. 6. — С. 133–141.
12. Агроекологічний стан орних земель Київщини: комплексна оцінка та заходи поліпшення: Методичні рекомендації / За ред. акад. УААН О.І. Фурдичка. — К., 2005. — 54 с.
13. Панас Р. Бонітування ґрунтів як важлива складова Державного земельного кадастру / Р. Панас // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. — 2011. — Вип. I (21). — С. 199–203. — (Серія: Кадастр та землеустрій).

## REFERENCES

1. *Naukovyi zvit Kyivskoho oblasnoho derzhavnogo proektno-tehnolohichnoho tsentru okhorony rodiuchosti gruntiv i yakosti produktii pro vykonannya proektno-tehnolohichnykh ta naukovo-doslidnykh robot u 2006 rotsi (zakliuchnyi)* [Scientific report of the Kyiv Regional State Design and Technology Center for soil fertility and product quality on the implementation of design-technological and research work in 2006 (final)]. ODPPTs okhorony rodiuchosti gruntiv i yakosti produktii. Kyiv [in Ukrainian].
2. *Zvit Kyivskoho oblasnoho derzhavnogo proektno-tehnolohichnoho tsentru okhorony rodiuchosti gruntiv i yakosti produktii pro vykonannya proektno-tehnolohichnykh ta naukovo-doslidnykh robot u 2010 rotsi (zakliuchnyi)* [Report of the Kyiv Regional State Design and Technology Center for soil fertility and product quality on the implementation of design-technological and research work in 2010 (final)]. (2006). Kyiv [in Ukrainian].
3. *Zvit pro vykonannya proektno-tehnolohichnykh ta naukovo-doslidnykh robot u 2015 rotsi (zakliuchnyi)* [Report for on the implementation of design-technological and research work in 2015 (final)]. (2015). Kyiv [in Ukrainian].
4. Yatsuk, I. & Baliuk, S. (Eds.). (2013). *Metodyka provedennia ahrokhimichnoi pasportyzatsii zemel silskohospodarskoho pryznachennia* [The method of agrochemical certification of agricultural land]. Kyiv [in Ukrainian].
5. Fondovi dani Holovnoho upravlinnia Derzhzema-hentstva u Kyivskii oblasti: forma №6-zem. derzhavna statystychna zvitnist z kilksnoho obliku zemel [Fund data of the Main Department of the State Land Agency in the Kyiv region: form №6-earth. state statistical reporting on quantitative land registration]. *kyivoblzem.gov.ua*. Retrieved from <http://kyivoblzem.gov.ua> [in Ukrainian].
6. Koval, V.V., Natalochka, V.O., Tkachenko, S.K., & Minenko, O.V. (2013). Suchasnyi stan zabezpechenosti ґрунтів Poltavskoi oblasti humusom (orhanichnoi rehovynoiu) [The current state of soil provision in the Poltava region by humus (organic matter)]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrar-noi akademii — Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 3, 84–88 [in Ukrainian].
7. Semenov, V.A. (1991). Humus kak faktor plodorodya pochv [Humus as a factor of soil fertility]. *Vestnyk selskokhoziaistvennoi nauky — Bulletin of Agricultural Science*, 2, 62–69 [in Russian].
8. Nosko, B.S. (1990). *Fosfatnyi rezhym gruntiv i efektyvnist dobrov* [Phosphatium regime of soils and fertilizer efficienc]. Kyiv: Urozhai [in Ukrainian].
9. Kozyr, V.S., & Hlushko, T.S. (2008). Vplyv pryrodnykh ta antropohennykh chynnykiv na vmist fosforu v gruntakh Kharkivskoi oblasti [The influence of natural and anthropogenic factors on the phosphorus content in the soils of the Kharkiv region]. *Ahroekolohichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 4, 58–61 [in Ukrainian].
10. Kramarov, S.M., Kramarov, O.S., & Khrystenko A.O. et al. (2015). Zmina vmistu rukhomoho fosforu v henetychnykh horizontakh chornozemu vyzhainoho [Changes in the content of mobile phosphorus in the genetic horizons of common black earth]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrar-noi akademii — Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 3, 13–28 [in Ukrainian].
11. Orynyk, B.I., Chernii, B.Ye., & Furyk, L.M. (2010). Dynamika vmistu obminnoho kaliiu v gruntakh Ternopilshchyny [The dynamics of the content of exchangeable potassium in the soils of Ternopil region]. *Okhorona rodiuchosti gruntiv — Protection of soil fertility*, 6, 133–141 [in Ukrainian].
12. Furdychko, O. (Ed.). (2005). *Ahroekolohichnyi stan ornykh zemel Kyivshchyny: kompleksna otsinka ta zakhody polipshennia. Metodychni rekomendatsii* [Agroecological state of arable land of Kyiv region: comprehensive assessment and improvement measures. Guidelines]. Kyiv [in Ukrainian].
13. Panas, R. (2011). Bonituvannia ґрунтів yak vazhlyva skladova Derzhavnogo zemelnogo kadastru [Ground leveling as an important component of the State Land Cadastre]. *Suchasni dosiahnennia heodezychnoi nauky ta vyrobnytstva — Modern achievements in geodetic science and production*, 1 (21), 199–203 [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 24.04.2019

## ЗВ'ЯЗОК ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТІВ З ЇХ ЕРОДОВАНІСТЮ

А.О. Зубов<sup>1</sup>, О.Р. Зубов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Інститут агроєкології і природокористування НААН

<sup>2</sup> Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г.М. Висоцького

*Проаналізовано вплив різних чинників та властивостей ґрунтів на їх еродованість. Представлено методику побудови багатofакторних математичних моделей з використанням апарату програми Excel. Розроблено мультиплікативну модель еродованості орних земель, провідним чинником якої є їх відносна за площею частина, розташована на ухилах понад 1°. Визначено, що частка впливу вказаного чинника становить 50% від усіх можливих. Іншими чинниками, що впливають на еродованість, є частка ґрунтів з солонцюватим комплексом; кам'янистих; сумарна частка ґрунтів середньо-, легкосуглинкових та супіщаних; частка важкосуглинкових ґрунтів. Сумарний вплив досліджених чинників на еродованість становить 80%. Ступінь розораності угідь впливає на еродованість орних земель опосередковано — лише за збільшення її частини на схилах крутизною понад 1°. Запропоновано методику перевірки вихідних даних та якості отриманої за ними моделі. Встановлено, що для прогнозування просторового розподілу еродованості орних земель певної території необхідно враховувати, зокрема, ознаки засолення та солонцюватості, показники механічного складу та кам'янистості ґрунтів. Інструментом оцінки сумарної ролі цих або інших чинників є розрахунок математичних моделей еродованості з використанням програми Faktor або Excel за методикою, наведеною у статті.*

**Ключові слова:** деградація, ґрунти, ерозія, орні землі, крутизна схилів, математична модель.

Еродованість ґрунтів, тобто ступінь втрати певної частини їх гумусового або й перехідних горизонтів, є найвагомим чинником зниження продуктивності сільськогосподарських угідь. Сумарні щорічні економічні збитки від ерозії в Україні за В.Ф. Сайко [1] становлять 12,76 млрд грн, до того ж площа еродованих ґрунтів щорічно збільшується на 80 тис. га.

Відомо, що на слабо-, середньо- та сильноеродованих схилових землях Степу пшениця озима демонструє нижчу врожайність на 10, 25 та 40%; ячмінь — на 12–15, 30–36 та 50%; соняшник — на 22, 42 та 65%; кукурудза (зерно) — на 25, 48 та 68%, а багаторічні трави лише на 3, 10 та 12% відповідно [2]. Тобто розміщення сільськогосподарських культур з урахуванням ступеня еродованості ґрунтів є найпростішим засобом запобігання зниженню їх урожайності. Еродовані ґрунти мають

погіршені водно-фізичні властивості, тому стік талих і дощових вод з них збільшується, що призводить до значних, у масштабах країни, втрат вологи опадів, які могли б забезпечити формування 16 млн т зерна [1]. Тому знання закономірностей просторового розподілу еродованих ґрунтів є доволі важливим. Так, еродованість є одним з критеріїв розподілу угідь за еколого-технологічними групами під час впровадження ґрунтозахисної контурно-меліоративної системи землекористування [3].

Масштабам посилення різних видів деградації ґрунту, встановленню рівня заподіяної шкоди від ерозійних процесів, аналізу порушення ними збалансованості землеробства присвячено праці В.Ф. Камінського, І.П. Шевченка, Л.П. Коломієць [4], а також дослідження науковців низки установ України за ред. С.А. Балюка та Л.Л. Тованянського [5]. Класифікацію еродованих земель та детальний опис чинників ерозії, різні види деградації ґрунтів та їх поширен-

ня в Україні розглянуто у низці наукових праць [6–8]. Були досліджені просторові особливості яружної деградації в Луганській обл. [9]. Картографування ерозійних процесів та діагностики деградованих ґрунтів з використанням ГІС-технологій також було завданням багатьох досліджень [3, 10–12].

Поряд із тим слід зауважити, що порівняльну роль чинників, які визначають безпосередньо результат ерозії — еродовані ґрунти, зокрема в Донбаському регіоні, розкрито ще не всебічно.

Мета роботи — проаналізувати вплив різних чинників та властивостей ґрунтів на їх еродованість.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили за даними Луганського обласного управління земельних ресурсів для різних районів області. Основними методами досліджень були математико-статистичний та кореляційно-регресійний аналізи [13], інструментом розрахунків — програма Excel та алгоритм програми Faktor, розробленої в колишньому Інституті охорони ґрунтів УААН (м. Луганськ) Ф.Д. Зеленським та В.П. Голубцовим.

Так, Луганська обл. характеризується найвищою в Україні еродованістю орних земель — 66,5%. Територія області вирізняється і значним різноманіттям ґрунтів, що обумовлено особливостями рельєфу, клімату, ґрунтоутворювальних порід. Згідно із районуванням України [14], область належить до підзони чорноземів звичайних Північного Степу у межах Донецької та Закарпатської провінцій. Серед різноманіття ґрунтів здебільшого переважають, по-перше, чорноземи звичайні мало- і середньогумусні потужні; середньо- та малогумусні і малогумусні малопотужні на лесових породах; по-друге, чорноземи та дернові ґрунти щebenясті на елювії щільних порід — піщаники і сланці та карбонатні породи — мергелі, крейда, вапняки. На головному плато Донецького кряжа поширеними є чорноземи потужні вилугувані та звичайні перехідні до потужних, на лесоподібних по-

родах важко-, середньо- і легкосуглинкові. На схилах кряжа переважають чорноземи на елювії щільних порід. Гранулометричний склад ґрунтів на елювії пісковиків — легко- і середньоглинистий; на елювії сланців — важко- та легкоглинистий [15]. Значно поширеними є галогенні ґрунти. У річкових долинах залягають гідро- та галоморфні ґрунти. Ґрунтовий покрив борових терас утворюють дернові ґрунти на стародавніх піщаних відкладеннях.

У рельєфі Луганської обл. переважають схилі землі. Тільки від 15,1 до 40,1% орних земель за різними районами мають крутизну до 1°.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Для досягнення поставленої мети здійснено аналіз еродованості орних земель Луганської обл. та впливу на її прояв розораності угідь, деяких геоморфологічних чинників (частка орних земель на схилах крутизною понад 1–3°), механічного складу ґрунтів (частка важко-, середньо- і легкоглинистих, важко-, середньо- і легкосуглинкових, супіщаних, піщаних ґрунтів; засолених, солонцюватих, із солонцюватим комплексом, кам'янистих) (табл. 1).

Спочатку було здійснено стандартну статистичну обробку рядів даних згідно з методикою, викладеною у відповідному посібнику [13]. Для кожного із чинників розраховано прості статистичні показники: середню арифметичну  $X_{cp} = (\sum X_i)/n$ , (де  $\sum X_i$  — сума усіх  $n = 18$  значень величини, що вивчається); дисперсію  $S^2 = [\sum (X_i - X_{cp})^2]/(n - 1)$ ; стандартне (середнє квадратичне) відхилення  $S = \sqrt{S^2}$ ; коефіцієнт варіації  $V = 100 \cdot S/X_{cp}$  (%). Ці дані є необхідними для подальших розрахунків.

Візуальна оцінка рядів засвідчила наявність даних, які помітно відрізняються від інших. Щоб з'ясувати правомірність їх використання, перевірено однорідність даних за критерієм Стьюдента [13]. Критерій розраховано за формулою:  $t_{\phi} = (X_{екстр} - X_{cp})/S$ , де  $X_{екстр}$  — максимальне або мінімальне значення, що перевіряється на необхідність видалення. Теоретичне значення критерію  $t_t$  визначили за табл. 1.

Таблиця 1

Характеристика угід та ґрунтів Луганської обл. (%)

Район	Характеристика угід			Заселені ґрунти			Кам'янисті			Механічний склад ґрунтів									
	Продованість	Позораність	Орні землі на схилах понад:	сильно-, середньо-, слабо-	солонцюват,	з солонцюватим комплексом	важко-, середньо-, легко-			важко-, середньо-, легко-			важко-, середньо-, легко-			Суглинкові	Супщанні	Зв'язано-пщанні	Пщанні
			1°																
У	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
Антрацитівський	60,3	65,1	73,9	37,5	9,4	2,24	0,42	0,05	4,58	1,14	57,4	34,1	6,24	1,11					
Біловодський	79,5	71,5	81,7	54,9	19,7	2,46	3,30	0,84	0,11	83,8	13,6	1,82	0,52	0,2					
Білоукраїнський	72,3	68,5	79,7	62,0	27,8	3,76	2,80	1,08	0,014	3,26	51,5	38,1	4,2	2,13	0,86				
Краснодонський	76,6	70,7	77,8	42,8	12,8	2,07	1,72	1,78	9,32*	1,55	34,4	48,1	12,8	2,65	0,37	0,19			
Кремінський	52,9	76,6	67,5	35,8	16,1	2,66	2,19	0,22	0,09	15,9	71,9	7,28	2,17	2,31					
Лутугинський	83,8	69,7	84,6	52,5	11,8	2,55	2,70	0,54	11,48*	0,01	21,0	55,9	19,6	2,68	0,83				
Марківський	76,7	69,2	80,0	49,4	18,2	2,20	3,32	1,02	0,393	0,53	71,2	23,1	3,43	1,37	0,36				
Міловський	77,0	74,3	78,4	47,0	19,5	4,81	7,03	2,23	0,05	72,4	22,1	3,74	1,45	0,24					
Новоайдарський	66,4	71,6	64,1	30,7	9,7	2,63	1,71	0,08	0,175	0,07	39,9	47,0	6,71	3,34	2,96	0,06	0		
Новопсковський	66,2	74,7	70,6	39,5	16,8	1,35	4,28	0,33	0,012	0,53	56,6	35,5	5,31	1,3	0,69	0,10	0,01		
Перевальський	63,5	67,0	84,9	54,0	19,9	2,35	2,22	0,11	4,43	0,01	20,7	51,3	25,5*	2,6					
Попаснянський	76,8	64,7	76,8	41,8	13,6	5,15	6,69	0,63	1,37	1,23	40,9	33,2	18,0	4,25	2,34				
Сватівський	59,6	75,0	74,3	45,1	20,5	2,76	2,84	0,15	0,16	50,1	46,7	2,04	0,64	0,45	0,01				
Свердловський	53,7	76,4	59,9	22,5	4,7	1,67	1,39	0,51	1,51	17,6	56,0	21,9	4,34	0,24					
Слов'яносербський	68,2	76,7	72,5	34,4	8,4	12,22*	6,11	0,59	3,45	0,55	37,1	48,3	9,87	2,5	1,44	0,06	0,14		
Ст.-Луганський	65,3	73,1	66,1	32,4	9,8	4,46	2,78	0,17	0,667	0,38	55,5	35,7	4,32	1,51	2,27	0,29	0,08		
Старобільський	62,7	78,8	66,8	32,6	11,4	1,05	3,70	0,33	0,96	27,9	67,1	2,36	0,78	0,85	0,02				
Троїцький	67,2	72,7	72,8	46,9	23,4	1,50	1,69	0,38	0,014	5,33	74,8	16,6	2,12	0,78	0,29				

Номери досліджуваних чинників

Примітка: \* видалені за t-критерієм дані.



при  $n - 1$  ступенях вільності та рівні значущості 5%.

Розрахунок деяких із рядів засвідчив справедливість нульової гіпотези ( $H_0$ ), тобто однорідність ряду даних змінної  $Y$ , рядів незалежних змінних № 1–4, 6, 8, 10, 11 (табл. 1, 2).

Видалення даних, з одного боку, є формальною необхідною дією, а з іншого, — знижує можливість дослідника з виявлення певних закономірностей, оскільки відмінність чинників часто зумовлено не помилкою вимірювань або природним варіюванням величини зразків, наприклад, рослинних — під час облікування врожайності, а якимись прихованими чинниками, які доцільно виявити.

Сумнівні (за  $t$ -критерієм) дані були перевірені методом спрямлених діаграм [13]. Це дало змогу зберегти деякі з них, а деякі видалити (табл. 1).

Виявлення залежності еродованості від досліджуваних чинників виконано за допомогою кореляційно-регресійного аналізу. Спочатку була перевірена кореляція еродованості з усіма чинниками. Для цього

в Excel отримували лінії тренду кожної залежності, їх рівняння та коефіцієнти детермінації  $R^2$ , визначали коефіцієнти кореляції  $r$  як  $\sqrt{R^2}$  (табл. 3). Знак мінус при  $r$  у залежностях  $Y$  від чинників № 1, 8, 11, 14 свідчить про зворотний зв'язок еродованості орних земель з ними.

Оскільки чинники часто бувають взаємозв'язаними, за видимим впливом одного з них насправді може стояти прихований вплив іншого, тому важливою є перевірка взаємної кореляції між самими чинниками.

За коефіцієнтом кореляції  $r$  оцінено ступінь щільності зв'язку вибіркової сукупності ( $Y$  з  $X_j$ ). Якщо  $r \leq 0,3$ , зв'язок слабкий; при  $0,3 < r \leq 0,7$  — середній, а якщо  $r > 0,7$  — сильний [13]. Квадрат  $r$  — коефіцієнт детермінації  $R^2$  — засвідчує відносну частку впливу кожного із чинників  $X_j$  на залежну змінну  $Y$ .

Порівняння даних першої стрічки ( $Y$ , табл. 3) засвідчило, що найщільніший зв'язок еродованість має з часткою орних земель на схилах крутизною понад  $1^\circ$ , ( $R^2 = 0,50$ ). Частка орних земель на схи-

Таблиця 2

Перевірка однорідності даних за  $t$ -критерієм Стьюдента

Показники	Чинники, що перевіряються, зміна показників та $n$ за етапами розрахунку						
	У	1 — розораність	8 — кам'янистість			5 — засоленість	
	$n = 18$	$n = 18$	$n = 18$	$n = 17$	$n = 16$	$n = 18$	$n = 17$
$X_{\text{ср.}}$	68,26	72,02	2,88	2,16	1,51	3,22	2,69
$S$	8,85	4,10	3,75	2,83	1,79	2,53	1,19
$X_n$ (max)	83,8	78,8	11,48	9,32	4,58	12,22	4,81
Критерій Стьюдента							
$t_\phi$	1,76	1,65	2,3	2,53	1,71	3,56	1,78
$t_T$	2,11	2,11	2,11	2,12	2,13	2,11	2,12
Висновок (вид гіпотези)	$H_0$	$H_0$	$H_1$	$H_1$	$H_0$	$H_1$	$H_0$
$X_1$ (min)	52,9	64,7	0	64,7	59,9	1,05	1,05
Критерій Стьюдента							
$t_\phi$	-1,74	-1,79	-0,55	-0,54	-0,84	-0,86	-0,86
$t_T$	2,11	2,11	2,11	2,12	2,13	2,11	2,12
Висновок (вид гіпотези)	$H_0$	$H_0$	$H_0$	$H_0$	$H_0$	$H_0$	$H_0$

Таблиця 3

**Зміна коефіцієнтів детермінації (чисельник) та кореляції (знаменник) за етапами розрахунку**

		Залежні змінні та номери незалежних*														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
У	0,18 -0,42	<b>0,50</b> <b>0,71</b>	0,30 0,55	0,12 0,35	0,11 0,33	0,17 0,41	0,38 0,61	0,08 -0,28	0,000	0,06 0,24	0,09 -0,30	0,06 0,24	0,06 0,24	0,12 0,35	0,144 -0,38	0,17 0,41
K <sub>1</sub>					0,072 0,27	0,164 0,4	0,27 0,52	0,22 -0,47	0,001 0,03	0,13 0,36	0,10 -0,31	0,19 0,43	0,19 0,43	0,08 0,28	0,006 0,08	0,18 0,42
K <sub>2</sub>					0,031 0,18	0,016 0,13		0,074 -0,27	0,004 -0,06	0,02 0,15	0,03 -0,16	0,07 0,26	0,07 0,26	0,09 0,31	0,189 0,43	0,18 <b>0,42</b>
K <sub>3</sub>					0,001 0,02	0,002 0,04		0,086 <b>0,29</b>	0,000	0,23 0,48	0,12 -0,35	0,04 -0,19	0,04 -0,19	0,001 0,032	0,034 0,18	
K <sub>4</sub>					0,000	0,000			0,003 -0,06	0,19 0,44	0,13 <b>0,35</b>	0,01 -0,09	0,01 -0,09	0,001 0,032	0,062 0,25	

Примітка: \* легенда до таблиці:

		Умовні номери та назви чинників														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	розораність угідь:						6		солонцюваті			11				важкосуглинкові
2	на схилах >1°						7		із солонцюватим комплексом			12				середньосуглинкові
3	на схилах >2°						8		кам'яністі			13				легкосуглинкові
4	на схилах >3°						9		важко- і середньоглинністі			14				супіщані ґрунти
5	засолені ґрунти						10		легкоглинністі			15				сума X <sub>12</sub> - X <sub>14</sub>

лах  $>2^\circ$  і  $>3^\circ$  має менший вплив на рівень еродованості ( $R^2 = 0,30$  і  $0,12$ ).

Так, зростання розораності має зворотний вплив на еродованість ( $r = -0,42$ ) (табл. 3, рис. 1-а). Це обумовлено зворотним зв'язком розораності та важливих чинників, що напряму впливають на еродованість, як-от часткою схиливих земель крутизною понад  $1-3^\circ$  (рис. 1-б). Тобто збільшення ступеня розораності сільськогосподарських угідь за районами, загалом, не супроводжується збільшенням частки схиливих земель крутизною понад  $1-3^\circ$  у складі орних земель. Але на їх еродованість та деградацію, безперечно, розорювання впливає.

У деяких районах – в інтервалі розораності  $65-70\%$  – зв'язок еродованості з указаним чинником має пряму залежність, і це є наслідком більшого розорювання схиливих земель та дії інших чинників (рис. 1-б). Для їх виявлення необхідно розробити багатофакторну математичну модель еродованості.

Оскільки програмою Excel не передбачено автоматичну побудову таких моделей, нами запропоновано сумісне використання Excel та алгоритму зручної програми Faktor. В основі алгоритму останньої лежить метод послідовного видалення значущих чинників (метод Брандона) [16].

Послідовність розрахунку наведено в табл. 4, що є аналогом таблиці, яку необхідно сформулювати в Excel. Згідно з даними остан-

ньої, обравши найвагомійший чинник, визначаємо вид залежності еродованості  $U$  від нього (рис. 2-а). У нашому дослідженні – це орні землі на схилах понад  $1^\circ$  (табл. 3), позначаємо його як  $X_1$  (колонка 3, табл. 4).

Рівняння залежності  $Y\%$  від  $X_1$  має вигляд:  $Y = f_1(X_1) = 0,873X_1 + 3,6$  (рис. 2-а). За ним розраховано теоретичні значення  $Y_i$  від  $X_{1i} - Y_{p1i}$  (колонка 4).

Результатом ділення значень  $Y_i$  на  $Y_{p1i}$  є ряд безрозмірних значень коефіцієнта  $K_{ф/р1i}$  (колонка 6), що демонструє, якою мірою у кожному районі, з властивим йому набором інших ознак ґрунтового покриву, розрахункове значення  $Y_i$ , тобто  $Y_{p1i}$ , відрізняється від фактичного значення еродованості  $Y_i$ .

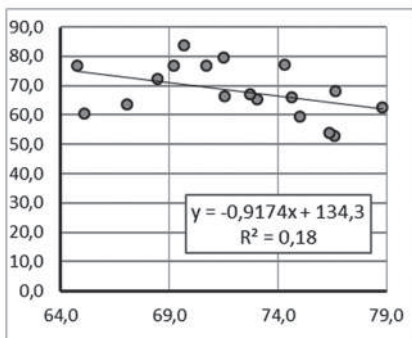
Потім виконується розрахунок парних залежностей – наразі значень  $K_{ф/р1i}$  від усіх чинників, окрім  $X_1$ ; обирається найвпливовіший (умовно  $X_2$ ).

Таким виявився чинник № 7 – частка ґрунтів з солонцюватим комплексом (табл. 3).

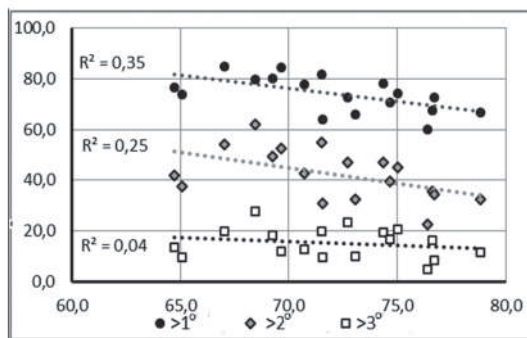
Графік залежності  $K_{ф/р1i}$  від  $X_2$  наведено на рис. 2-б, за яким рівняння залежності має вигляд:  $K_{ф/р1i} = f_2(X_2) = 1,041X_2^{0,0457}$ .

За цим рівнянням для кожного із значень чинника  $X_2$  визначаються розрахункові (теоретичні) значення коефіцієнта  $K_{ф/р1}$ , позначені як  $Y_{p2}$  (колонка 7):

$Y_{p2i} = 1,041X_{2i}^{0,0457}$ . Визначаються коефіцієнти  $K_{ф/р2i} = K_{ф/р1i}/Y_{p2i}$  (колонка 9).



а



б

**Рис. 1.** Зв'язок еродованості земель районів Луганської обл. (%): з розораністю угідь (а); часткою орних земель на схилах крутизною  $>1-3^\circ$  (б)

Таблиця 4

Порядок розрахунку багатфакторної математичної моделі еродованості орних земель в програмі Excel

Пор. № району	Розрахункові чинники, проміжні та фінальні результати розрахунку																			
	Еродованість ґрунтів (V)	X1 – орні землі на схилах > 1°	$Y^p_1 = 0,873X_1 + 3,6$	X2 – із солонч. комплексом	$K_{\Phi/p}^1 = Y/Y^p_1$	$Y^p_2 = 1,041X_2^{0,457}$	X3 – сума трьох часток середньо-, легкоуглинистих та суглинистих ґрунтів	$K_{\Phi/p}^2 = K_{\Phi/p}^1/Y^p_2$	$Y^p_3 = 0,911X_3^{0,0474}$	X4 – кам'яністі ґрунти	$K_{\Phi/p}^3 = K_{\Phi/p}^2/Y^p_3$	$Y^p_4 = 1,016 \cdot 0,0167X_4$	X5 – важкосуглинисті	$K_{\Phi/p}^4 = K_{\Phi/p}^3/Y^p_4$	$Y^p_5 = 1,060 \cdot 0,0015X_5$	$Y^{PE3}1 = Y^p_1$	$Y^{PE3}2 = Y^{PE3}1 \cdot Y^p_2$	$Y^{PE3}3 = Y^{PE3}2 \cdot Y^p_3$	$Y^{PE3}4 = Y^{PE3}3 \cdot Y^p_4$	$Y^{PE3}5 = Y^{PE3}4 \cdot Y^p_5$
1	60,3	73,9	68,2	0,05	0,885	0,907	69,1	0,42	1,002	4,575	0,974	0,940	34,1	1,04	1,009	68,2	61,9	62,0	58,2	58,8
2	79,5	81,7	74,9	0,84	1,061	1,032	75,9	3,30	0,952	0,001	1,079	1,016	13,6	1,06	1,040	74,9	77,3	73,6	74,8	77,8
3	72,3	79,7	73,3	1,08	0,986	1,044	74,3	2,80	1,001	0,014	0,943	1,016	38,1	0,93	1,003	73,3	76,5	76,6	77,8	78,1
4	76,6	77,8	71,6	1,78	1,071	1,069	72,7	1,72	1,039	0,001	0,965	1,016	48,1	0,95	0,988	71,6	76,5	79,5	80,8	79,9
5	52,9	67,5	62,6	0,22	0,845	0,972	63,6	2,19	1,024	0,001	0,85	1,016	71,9	0,84	0,953	62,6	60,8	62,3	63,3	60,3
6	83,8	84,6	77,5	0,54	1,082	1,012	78,5	2,70	1,058	0,001	1,011	1,016	55,9	1,00	0,977	77,5	78,4	83,0	84,3	82,3
7	76,7	80,0	73,5	1,02	1,044	1,042	74,5	3,32	0,985	0,390	1,017	1,010	23,1	1,01	1,026	73,5	76,6	75,4	76,2	78,1
8	77,0	78,4	72,0	2,23	1,069	1,079	73,1	7,03	0,987	0,001	1,003	1,016	22,1	0,99	1,027	72,0	77,7	76,7	77,9	80,0
9	66,4	64,1	59,6	0,08	1,114	0,926	60,5	1,71	1,029	0,175	1,169	1,013	47,0	1,15	0,990	59,6	55,2	56,8	57,5	57,0
10	66,2	70,6	65,2	0,33	1,015	0,989	66,2	4,28	1,001	0,012	1,026	1,016	35,5	1,01	1,007	65,2	64,5	64,5	65,6	66,0
11	63,5	84,9	77,8	0,11	0,816	0,939	78,7	2,22	0,954	4,430	0,911	0,942	51,3	0,97	0,984	77,8	73,1	69,7	65,7	64,6
12	76,8	76,8	70,6	0,63	1,087	1,019	71,6	6,69	1,061	1,374	1,006	0,993	33,2	1,01	1,011	70,6	71,9	76,3	75,8	76,6
13	59,6	74,3	68,5	0,15	0,869	0,953	69,5	2,84	0,962	0,001	0,947	1,016	46,7	0,93	0,990	68,5	65,3	62,8	63,8	63,2
14	53,7	59,9	55,9	0,51	0,962	1,009	56,9	1,39	0,979	1,514	0,973	0,991	21,9	0,98	1,028	55,9	56,4	55,2	54,7	56,2
15	68,2	72,5	66,9	0,59	1,019	1,015	67,9	6,11	1,032	3,453	0,973	0,958	48,3	1,02	0,988	66,9	67,9	70,1	67,2	66,4
16	65,3	66,1	61,3	0,17	1,066	0,958	62,3	2,78	1,006	0,667	1,105	1,005	35,7	1,10	1,007	61,3	58,7	59,1	59,4	59,8
17	62,7	66,8	62	0,33	1,011	0,989	63,0	3,70	0,973	0,001	1,05	1,016	67,1	1,03	0,960	62	61,3	59,7	60,6	58,2
18	67,2	72,8	67,2	0,38	1,000	0,995	68,2	1,69	0,963	0,014	1,044	1,016	16,6	1,03	1,035	68,2	61,9	62,0	58,2	67,7

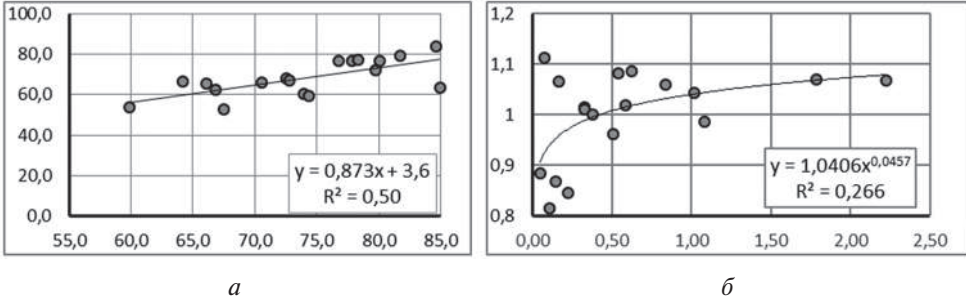


Рис. 2. Графіки залежності чинника  $У$  від частки орних земель на схилах  $>1^\circ$  (а) та коефіцієнта  $K_{ф/р1}$  (б) від чинника  $X_1$

Далі виконується розрахунок парних залежностей – наразі коефіцієнта  $K_{ф/р2}$  від усіх чинників, крім  $X_1$  та  $X_2$ . Результатом є графік (рис. 3-а) та рівняння залежності  $K_{ф/р2}$  від третього за ступенем впливу чинника  $X_3$  (сума часток середньо- і легкосуглинкових та супіщаних ґрунтів:  $K_{ф/р2} = f_3(X_{3i}) = 0,911X_3^{0,0474}$ ).

Потім розраховуються значення  $У_{р3}$  (колонка 10). Аналогічно розраховуються рівняння та значення  $У_{р4}$  як функції від чинника  $X_4$  (частка кам'янистих ґрунтів):  $У_{р4} = f_4(X_4) = 1,016 - 0,0167X_4$  (рис. 3-б) та значення  $У_{р5}$  як функції від чинника  $X_5$  (частка важкосуглинкових ґрунтів):  $У_{р5} = f_5(X_5) = 1,06 - 0,0015X_5$  (рис. 4).

Перемножуючи рівняння  $f_1(X_1), f_2(X_2), f_3(X_3), f_4(X_4), f_5(X_5)$ , отримуємо мультиплікативну 5-факторну модель:  $У_{РЕЗ} = f_1(X_1) \cdot f_2(X_2) \cdot f_3(X_3) \cdot f_4(X_4) \cdot f_5(X_5)$ , або:  $У_{РЕЗ} = (0,873X_1 + 3,6) \times (1,041X_2^{0,0457}) \times (0,911X_3^{0,0474}) \times (1,016 - 0,0167X_4) \times (1,06 - 0,0015X_5)$ .

А перемножуючи послідовно значення  $У_{р1i}, У_{р2i}, У_{р3i}, У_{р4i}, У_{р5i}$ , отримуємо результуючі (прогнозні) значення  $У_{РЕЗ1}, У_{РЕЗ2}, У_{РЕЗ3}, У_{РЕЗ4}, У_{РЕЗ5}$  відповідно за 1-, 2-, 3-, 4-, та 5-факторними моделями еродованості ґрунтів.

За значеннями  $У_{РЕЗ1} - У_{РЕЗ5}$  побудовано графіки відповідності прогнозних значень до фактичної еродованості орних земель (рис. 5), з яких видно, як поступово їх лінії наближаються до прямої лінії виду  $У_{РЕЗ} = a + bUx$ , де  $a = 1, b = 0$  ( $r = 1$ ).

Для наочності вигляд отриманих рівнянь  $У_{РЕЗ1-5}$  та зміну показників достовірності апроксимації  $R^2$  і  $r$  зведено у табл. 5. Так, з ускладненням моделі змінюються показники лінійного рівняння відповідності: кутовий коефіцієнт  $a$  при  $У$  поступово наближається до теоретичного (при  $r = 1$ ) значення  $a = 1$ , вільний член рівняння  $b$  – до нуля, а коефіцієнти  $R_2$  і  $r$  послідовно збільшуються з 0,50 та 0,70 до 0,80 та 0,90 відповідно.

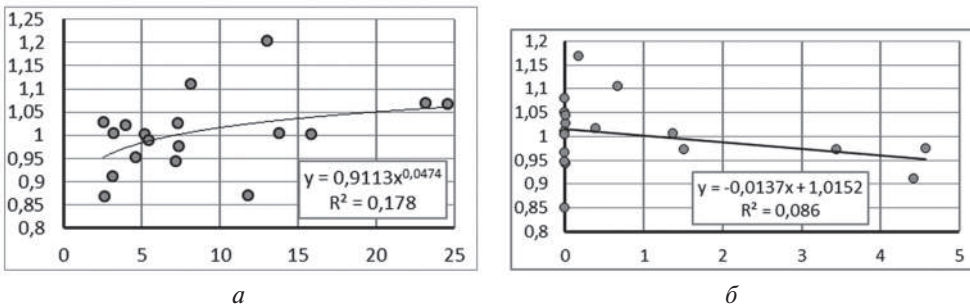


Рис. 3. Графіки залежності коефіцієнта  $K_{ф/р2}$  від чинника  $X_3$  (а) та коефіцієнта  $K_{ф/р3}$  від чинника  $X_4$  (б)

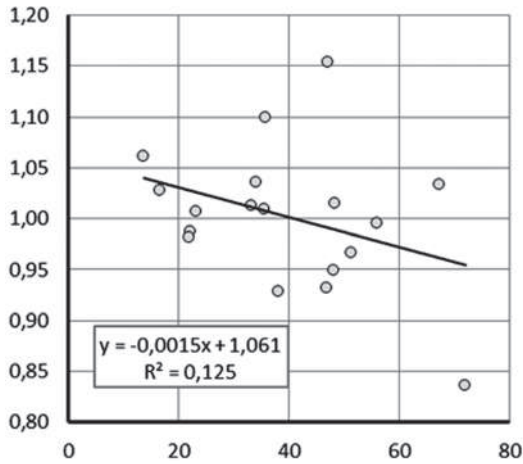


Рис. 4. Графік залежності  $K_{ф/р}^4$  від чинника  $X_5$

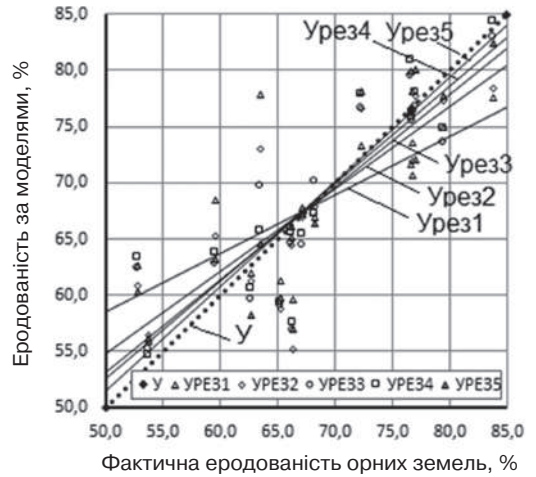


Рис. 5. Відповідність прогнозованої еродованості орних земель ( $Y_{РЕЗ1-5}$ ) фактичній ( $Y$ )

Таблиця 5

**Рівняння відповідності значень прогнозованої еродованості орних земель фактичним з урахуванням різної кількості чинників**

Кількість чинників у моделі	Показники достовірності апроксимації за порядком нарощування кількості чинників у моделі				
	Рівняння регресії	$R^2$	$r$	$S/\sigma$	Якість моделі
1	$Y_{РЕЗ1} = 0,496U + 34,4$	0,50	$0,60 < 0,70 < 0,87$	$0,475 < 0,693 < 0,76$	задовільна
2	$Y_{РЕЗ2} = 0,739U + 17,7$	0,67	$0,60 < 0,82 < 0,87$	$0,475 < 0,592 < 0,76$	задовільна
3	$Y_{РЕЗ3} = 0,824U + 12,0$	0,74	$0,60 < 0,86 < 0,87$	$0,475 < 0,531 < 0,76$	задовільна
4	$Y_{РЕЗ4} = 0,886U + 7,8$	0,77	$0,88 > 0,87$	$0,475 < 0,508 < 0,76$	задовільна
5	$Y_{РЕЗ5} = 0,931U + 4,9$	0,80	$0,90 > 0,87$	$0,468 < 0,475$	добра

Відхилення прогнозних значень від фактичних, що розраховані за моделлю зі збільшенням кількості чинників та виражені у відсотках, наведено на рис. 6. Якщо спочатку, за використання лише чинника  $X_1$ , тільки сім районів мали відхилення у межах  $\pm 5\%$ , то за введення у модель всіх п'яти чинників кількість таких районів збільшилася до дванадцяти. Найбільшим було відхилення в Перевальському (з 22,5 до 1,7%), Сватівському (з 14,9 до 6), Попаснянському районах (з -8,1 до -0,3%). Але в деяких, навпаки, збільшилося.

Так, кожна прогнозна методика (математична модель) має відповідати умовам точності та якості [17]. Критерієм якості є відношення середнього квадратичного відхилення ( $S$ ) змодельованих значень величини від фактичних значень до квадратичного відхилення ( $\sigma$ ) фактичних значень від їх середньої арифметичної, тобто  $S/\sigma$ . У програмі Faktor він означений як  $K_{rk}$ .

Використання моделі є виправданим у разі: а) якщо  $n \leq 15$  – при  $S/\sigma \leq 0,70$ ; б) якщо  $15 < n < 25$  – при  $S/\sigma \leq 0,75$ ; в) якщо  $n \geq 25$  – при  $S/\sigma \leq 0,80$ .



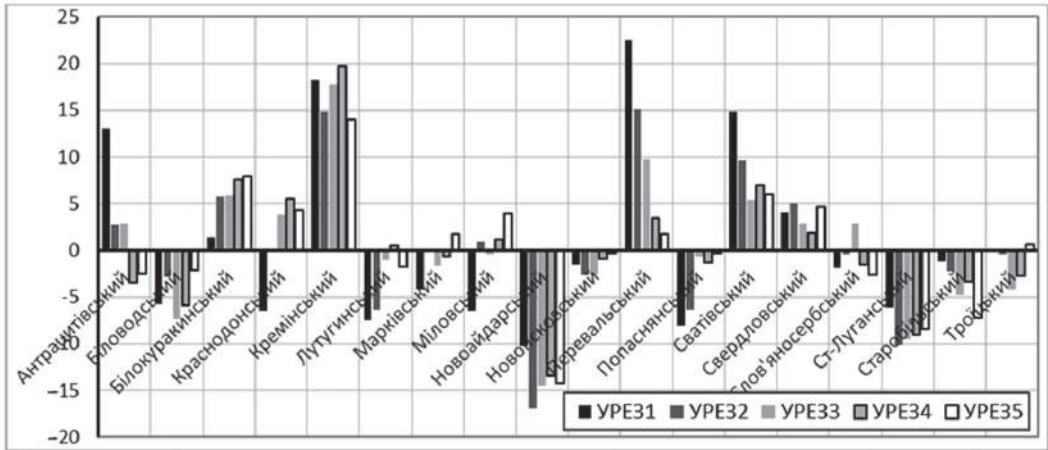


Рис. 6. Відхилення прогнозних значень еродованості орних земель за районами від фактичних за кількістю врахованих чинників від одного до п'яти (%)

Якість моделі оцінюється як добра, якщо коефіцієнт кореляції  $r \geq 0,87$ , а  $S/\sigma \leq 0,50$  (при  $n \geq 25$ ), або якщо  $S/\sigma \leq 0,475$  ( $15 < n < 25$ ) [17]. Якість моделі оцінюється як задовільна, якщо  $r = 0,86-0,60$ , а  $S/\sigma = 0,51-0,80$  (при  $n \geq 25$ ), або  $0,485-0,76$  (при  $15 < n < 25$ ). Елементи критерію якості  $S/\sigma$  були обчислені за формулами:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - Y_0)^2}{n-1}},$$

де  $Y_i$  — значення фактичної еродованості;  $Y_0$  — її норма (середня арифметична);  $n = 18$  — число членів ряду (районів);

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_{PE3V} - Y_i')^2}{n-1}},$$

де  $Y_{PE3i}$  и  $Y_j'$  — еродованість за моделлю та фактична.

Результати розрахунку критерію наведено в табл. 5. Отже, лише 5-факторна мо-

дель є доброю, всі інші характеризуються задовільною якістю.

## ВИСНОВКИ

Під час прогнозування просторового розподілу еродованості орних земель тієї чи іншої території необхідно щонайменше зважати на такі чинники або їх групи, як: частка схилових земель у складі орних земель, ознаки засолення та солонцюватості, показники механічного складу ґрунтів, їх кам'янистість. Інструментом оцінки сумарної ролі розглянутих вище або інших чинників є розрахунок математичних моделей еродованості з використанням програми Faktor та Excel за методикою, наведеною у статті.

Напрямами удосконалення розробленої моделі для використання в інших областях є врахування додаткових чинників, як-от: довжина схилів, вид материнської породи, кліматичні відмінності, більш ретельне врахування взаємної кореляції. Важливим є прогнозування не тільки частки еродованих ґрунтів, але й ступеня їх еродованості.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Сайко В.Ф. Наукові основи стійкого землеробства в Україні / В.Ф. Сайко // Збірн. наук. праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». — 2010. — № 3. — С. 3–17.
2. Медведєв Н.В. Нормативы для определения экономической эффективности защиты почв от эрозии: методические рекомендации / Н.В. Медведєв, В.Л. Дмитренко, А.В. Филимонов. — Ворошиловград: УНИИЗПЭ, 1985. — 206 с.
3. Формування збалансованих агроландшафтів на принципах ґрунтозахисної контурно-меліоративної системи землекористування / [О.Г. Тараріко,

- Т.В. Ільєнко, О.В. Сиротенко, Т.Л. Кучма] // Землеробство. — 2015. — № 1. — С. 13–18.
4. Камінський В.Ф. Екологічно збалансоване використання земель сільськогосподарського призначення в контексті децентралізації влади в Україні / В.Ф. Камінський, І.П. Шевченко, Л.П. Коломієць // Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». — 2015. — Вип. 4. — С. 3–12.
  5. Наукові та прикладні основи захисту ґрунтів від ерозії в Україні: монограф. / за ред. С.А. Балюка та Л.Л. Товажнянського. — Х.: НТУ «ХПІ», 2010. — 460 с.
  6. Лисецкий Ф.Н. Современные проблемы эрозии оледенения / Ф.Н. Лисецкий, А.А. Светличного, С.Г. Черный / под ред. А.А. Светличного. — Белгород: Константа, 2012. — 456 с.
  7. Медведев В.В. Критерії і нормативи фізичної деградації орних ґрунтів (пропозиції до вдосконалення нормативної бази) / В.В. Медведев, І.В. Плisko // Вісник аграрної науки. — 2017. — № 3. — С. 11–17.
  8. Балюк С.А. Сучасні проблеми деградації ґрунтів і заходи щодо досягнення нейтрального її рівня / С.А. Балюк, В.В. Медведев // Вісник аграрної науки. — 2017. — № 8. — С. 5–11.
  9. Тарасов В.І. Розвиток ружної ерозії в Степу Північному України / В.І. Тарасов // Вісник аграрної науки. — 2016. — № 5. — С. 60–63.
  10. Булигін С.Ю. Використання геоінформаційних технологій для ґрунтового картографування / С.Ю. Булигін, А.Б. Ачасов // Вісник аграрної науки. — 2012. — № 10. — С. 52–56.
  11. До проблеми картографування ерозійних процесів / [П.Г. Назарок, О.В. Круглов, М.В. Куценко та ін.] // Вісник аграрної науки. — 2015. — № 9. — С. 63–68.
  12. Методология изучения эрозионных процессов в лесоаграрных и техногенных ландшафтах: монограф. / [К.Н. Кулик, А.Р. Зубов, И.Г. Зыков, А.А. Зубов]. — Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН, 2018. — 252 с.
  13. Зубова Л. Г. Основы математической обработки экспериментальных данных: уч. пособ. [Електронний ресурс] / Л.Г. Зубова. — Луганск: Изд-во «Ноулідж», 2013. — 60 с. — Режим доступу: <https://www.twirpx.com/file/2271215/>
  14. Атлас почв Украинской ССР / под ред. Н.К. Кружского и Н.И. Полупана. — К.: Урожай, 1979. — 160 с.
  15. Вернадер Н.Б. Природа Украинской ССР. Почвы / Н.Б. Вернадер, И.Н. Гоголев, Д.И. Ковалишин. — К.: Наукова думка, 1986. — 216 с.
  16. Белолитский В.А. О методах изучения эрозионных процессов / В.А. Белолитский, Н.М. Шелякин, А.Ф. Игуменцев // Почвоведение. — 1985. — № 12. — С. 98–105.
  17. Бефани Н.Ф. Упражнения и методические разработки по гидрологическим прогнозам: учеб. пособ. / Н.Ф. Бефани, Г.П. Калинин. — Л.: Гидрометеоздат, 1965. — 440 с.

## REFERENCES

1. Saiko, V.F. (2010). Naukovi osnovy stiikoho zemlerobstva v Ukraini [The scientific basis of sustainable agriculture in Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats NNTS «Instytut zemlerobstva UAAN» — Collection of scientific works of the NSC «Institute of Agriculture»*, 3, 3–17 [in Ukrainian].
2. Medvedev, N.V., Dmitrenko, V.L., Filimonov, A.V. (1985). *Normativy dlya opredeleniya ekonomicheskoy effektivnosti zashchity pocho ot erozii: metodicheskiye rekomendatsii* [Standards for determining of the economic efficiency of soil protection from erosion: methodical recommendations]. Voroshilovgrad: UNIIZPE [in Russian].
3. Tarariko, O.H., Ilienکو, T.V., Syrotenko, O.V. & Kuchma, T.L. (2015). Formuvannya zbalansovanykh ahrolandshaftiv na pryntsyapkakh gruntozakhyshnoyi konturno-melioratyvnoi systemy zemlekorystuvannya [Formation of balanced agrolandscapes on the principles of soil-protective contour-land-reclamation land-use system]. *Zemlerobstvo — Agriculture*, 1, 13–18 [in Ukrainian].
4. Kaminskyi, V.F., Shevchenko, I.P. & Kolomyiets, L.P. (2015). Ekolohichno zbalansovane vykorystannya zemel silskohospodarskoho pryznachennia v konteksti detsentralizatsii vlady v Ukraini [Environmentally balanced use of agricultural land in the context of the decentralization of power in Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats NNTS «Instytut zemlerobstva NAAN» — Collection of scientific works of the NSC «Institute of Agriculture NAAS»*, 4, 3–12 [in Ukrainian].
5. Baliuk, S.A. & Tovazhnianskii, L.L. (Eds.). (2010). *Naukovi ta prykladni osnovy zakhystu gruntiv vid erozii v Ukraini: monografiya* [Scientific and applied fundamentals of soil protection from erosion in Ukraine: monograph]. Kharkiv: NTU «KHPI» [in Ukrainian].
6. Lisetskiy, F.N., Svetlichnyy, A.A. & Chernyy, S.G. (2012). *Sovremennyye problemy eroziyovedeniya: Monografiya* [Modern problems of erosion: Monograph]. A.A. Svetlichnyy (Eds). Belgorod: Konstanta [in Russian].
7. Medvediev, V.V. & Plisko, I.V. (2017). Kryterii i normatyvy fizychnoi dehradatsii ornnykh gruntiv (propozytzii do vdoskonalennia normatyvnoi bazy) [Criteria and standards for physical degradation of arable soil (suggestions for improving the regulatory framework)]. *Visnyk ahrarynoi nauky — Bulletin of Agrarian Science*, 3, 11–17 [in Ukrainian].
8. Baliuk, S.A. & Medvediev, V.V. (2017). Suchasni problemy dehradatsii gruntiv i zakhody shchodo dosiahnennyi neitralnoho yii rinvnia [Modern problems of soil degradation and measures to achieve its neutral level]. *Visnyk ahrarynoi nauky — Bulletin of Agrarian Science*, 8, 5–11 [in Ukrainian].

9. Tarasov, V.I. (2016). Rozvytok yaruzhnoyi erozii v Stepu Pivnichnomu Ukrainy [Development of gully erosion in the Northern Steppe of Ukraine]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of agrarian science*, 5, 60–63 [in Ukrainian].
10. Bulyhin, S.Yu. & Achasov, A.B. (2012). Vykorystannia heinformatsiinykh tekhnolohii dlia gruntovoho kartohrafuvannia [The use of geo-information technologies for soil mapping]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of agrarian science*, 10, 52–56 [in Ukrainian].
11. Nazarov, P.H., Kruhlov, O.V., Kutsenko, M.V., Menshov, O.I., Sukhorukova, A.V. (2015). Do problemy kartohrafuvannia eroziynykh protsesiv [To the problem of mapping erosion processes]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of agrarian science*, 9, 63–68 [in Ukrainian].
12. Kulik, K.N., Zubov, A.R., Zykov, I.G. & Zubov, A.A. (2018). *Metodologiya izucheniya eroziionnykh protsesov v lesoahramnykh i tekhnogenykh landshtakh: monohrafiya* [Methodology of studying erosion processes in forest and technogenic landscapes: monograph]. Volgograd: FNTs agroekologii RAN [in Russian].
13. Zubova, L.G. (2013). *Osnovy matematicheskoy obrabotki eksperimentalnykh dannykh: uchebnoye posobiye* [Fundamentals of mathematical processing of experimental data: tutorial]. Lugansk: Noulidzh [in Russian].
14. Kruzshkiy, N.K. & Polupan, N.I. (Eds.). (1979). *Atlas pochv Ukrainy SSR* [Atlas of Soils of the Ukrainian SSR]. Kyiv: Urozhay [in Russian].
15. Vernader, N.B., Gogolev, I.N., Kovalishin, D.I. (1986). *Priroda Ukrainy SSR. Pochvy* [Nature of the Ukrainian SSR. Soils]. Kyiv: Naukova dumka [in Ukrainian].
16. Belolipskiy, V.A., Shelyakin, N.M. & Igumentsev, A.F. (1985). *O metodakh izucheniya eroziionnykh protsesov* [On the methods of studying erosion processes]. *Pochvovedeniye – Soil Science*, 12, 98–105 [in Russian].
17. Befani, N.F. & Kalinin G.P. (1965). *Uprazhneniya i metodicheskiye razrabotki po gidrologicheskim prorochnam: uchebnoye posobiye* [Exercises and methodological development of hydrological forecasts: a tutorial]. Leningrad: Gidrometeoizdat [in Russian].

Стаття надійшла до редакції журналу 12.04.2019

UDC 631.95 (477.64)

DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2019.183472>

## PROBLEMS OF SOIL BONING IN ZAPORIZHZHIA REGION IN MODERN LAND RESOURCES ASSESSMENT

L. Datcenko<sup>1</sup>, S. Hryshko<sup>2</sup>, M. Ganchuk<sup>1</sup>, N. Tarusova<sup>1</sup>, Y. Chebanova<sup>1</sup>,  
V. Scherbina<sup>1</sup>, V. Skyba<sup>1</sup>, A. Anhelovska<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

<sup>2</sup> Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького

*Наведено короткий огляд робіт щодо бонітувального стану ґрунтів у незалежній Україні. Охарактеризовано методики Л.Я. Новаковського, А.І. Сірого, В.В. Медведєва та І.В. Пліско. Апробовано чинну методику бонітування ґрунтів, що була запропонована фахівцями науково-дослідних установ НААН та Національного аграрного університету, в умовах Запорізької обл. На основі власних польових досліджень, даних лабораторії моніторингу ґрунтів і якості продукції рослинництва Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного, матеріалів Запорізької філії ДУ «Інститут охорони ґрунтів України», а також аналізу ґрунтових карт, картограм агропромислових груп ґрунтів, даних фізико-хімічних властивостей і морфологічних ознак ґрунтів представлено якісну оцінку ґрунтів області за районами та здійснено класифікацію їх угруповань за вмістом гумусу, що дало можливість скласти відповідні карти.*

**Ключові слова:** бонітування ґрунтів, методика бонітування ґрунтів, родючість ґрунту, гумус, Запорізька обл.

The most alarming situation in the agricultural sphere of the state nowadays is a

steady decline of soil fertility. The state of land resources and soil quality of Ukraine worsen. The areas of technogenic pollution are growing, and the soils of Zaporizhzhia Re-

© L. Datcenko, S. Hryshko, M. Ganchuk, N. Tarusova, Y. Chebanova, V. Scherbina, V. Skyba, A. Anhelovska, 2019

gion are no exception. Under such conditions, particular relevance related to the determination of the qualitative composition of the land. The integrated natural characteristics of the soils are reflected by such an index as scales of soil evaluation.

According to the criterion of productive activities the main purpose of agricultural land is the production of crops with appropriate yields of agricultural crops. Generally, yield indicators depend on both the natural properties of soils and the natural and climatic conditions of land location and on the technologies of cultivation of the crops. There is a connection between land as an economic category, soil fertility, crop yields and assessment of land [1]. Evaluation of land resources remains to be the most relevant field of research in the assessment of natural resources. It should be mentioned that the lack of consensus among experts about the assessment of land as an element of national wealth requires the revision of traditional methods of assessment of land resources.

## MATERIAL AND METHODS

*Field trials.* The methods of field trial were fundamental and were used to study the soil varieties of the region under research. The profile method allowed exploring the soil from the surface to the depth of its thickness by genetic horizons to the maternal rock, which gave an opportunity to codify the basic types of soils. The morphological method is an effective way for examination of soil's properties by external features: color, structure, content, neoformations and inclusions, the depth and sequence of bedding of rocks, etc. The method was principal for conducting field soil trials and was the basis of field soil diagnostics. By using this method three types of morphological analysis were carried out: macro- — with the naked eye; mezo- — with the use of a magnifying glass and binoculars, micro- — with a microscope.

*Laboratory and Experimental Research.* Laboratory tests involved determining the content of humus in the selected soil samples on the territory of Melitopol District

(26 samples). Analysis of the samples was carried out on the basis of the laboratory of «Monitoring of Soils and Quality of Crop Production» TSATU by I.V. Turin's method of humus determination. This method is based on the oxidation of humus carbon to CO<sub>2</sub> with the solution of potassium bichromate in sulfuric acid, the excess of which is titrated with Mora salt. The research results showed that the content of humus on the territory of Melitopol District varies from 2 to 3% depending on the type of soil. Such an indicator of the content of humus is quite low, even compared with the contents of humus indicators in other soil types in Zaporizhzhia Region. The tendency can be explained by both natural (erosion, deflation, the prevalence of chestnut and dark chestnut soils in the region of various degrees of salinization, possessing naturally low indicators of the content of humus substances) and anthropogenic factors (erosion, insufficient injection of organic fertilizers, depletion of humus substances as a result of irrational land utilization).

*Data and Statistical Analysis.* In the research the statistical data of GE «Zaporizhzhia Regional State Project-technological Center of Guard of Soil Fertility and Quality of Products», on the content of humus in different types of soils in the Zaporizhzhia Region were used. Moreover, the available cartographic material on soils of the region was analyzed. The use of geoinformation and cartographic modeling allowed creating the map of soil fertility levels and the content of humus in them for administrative districts of Zaporizhzhia Region with the use of ArcGIS geoinformation program.

## RESULTS AND DISCUSSION

Soil evaluation is a comparative assessment of quality of soils according to their main natural properties that have a permanent character and substantially affect the yields of agricultural crops grown in specific climatic conditions. Soil evaluation is carried out on a 100-point scale. At the top of the scale is soil with the best properties which possesses the greatest natural productivity [1]. Soil evaluation is an integral part of the

state land cadaster, which ensures highly efficient use of land resources aimed at improving the soil fertility and crop yields. Being a logical completion of soil examination and a generalizing state in the study of soils, the data of soil evaluation are used in agriculture, land management and land evaluation.

Legal significance of soil evaluation resides in the fact that the information about the quality status of soils of a certain climatic zone is the source for the economic and monetary evaluation of plots of land for the calculation of compensation of diseconomies of agricultural and forestry production, as well as losses caused by the withdrawal of land plots for public purposes. Moreover, soil evaluation is the basis for the development of a set of measures related to the protection of agricultural land [2].

In the 90-ies of the twentieth century after Ukraine gained the independence before the economic evaluation of lands was conducted, the necessity for information about the comparative assessment of soil quality arose. Therefore, in 1993, a continuous soil quality evaluation of agricultural land of Ukraine was first held on the basis of «Methods of soil quality evaluation in Ukraine», which were developed in 1992 by experts of the research institutions of Ukrainian Academy of Agrarian Sciences (Institute of Land Utilization, Institute of Soil Science and Agrochemistry named after O.N. Sokolovskiy, Institute of horticulture) and National Agrarian University (hereinafter method 1) [3]. This method of soil evaluation is recognized at state level and has been used by us during research, but in parallel there are other methods of soil evaluation, in particular methods of A.I. Siryi (hereafter method 2) [4], V.V. Medvedev and I.V. Plisko (hereafter method 3) [5].

The essence of method 1 is that objects of soil evaluation are units of soil, which are highlighted on soil maps and united into soil agricultural enterprises according to the «Nomenclature List of Agro-industrial Soils of Ukraine» within the boundaries of natural and agricultural areas. In the process of highlighting the homogeneity of properties of soils and climatic conditions, peculiari-

ties of agricultural production, as well as the administrative-territorial division of Ukraine are taken into account [3]. According to method 2, the primary unit of soil evaluation is an elemental soil area, and according to method 3, the spatial unit of soil evaluation should be a type of soil.

The work on soil evaluation consists of several stages and is carried out in the following order:

- 1) clarification of natural-agricultural zoning of the land fund;
- 2) making a list of the agro-industrial groups of soils;
- 3) agroeconomic substantiation of placement of agricultural crops;
- 4) processing and collecting data about soil properties;
- 5) choice of reference soils for evaluation;
- 6) development of scales of soil evaluation;
- 7) calculation of the points of soil evaluation.

Areas of crops cultivation have been highlighted, within which separate soil evaluation of the main agricultural crops has been held. A.P. Kanash [6] notes that it can be considered as a specialized classification of natural properties of soils, characterizing their fertility in relation to different crops, and reflects the degree of correspondence of soil to the biological needs of specific crops.

According to method 2, the score of soil evaluation is established on the basis of objective natural properties and characteristics of soils, which act as criteria of soil evaluation. They are also divided into basic and modifying. However, the main criteria include those parameters, which directly characterize the ability of soils to meet the needs of plants in the factors of life (water and nutrients). Such parameters are the maximum possible reserves of productive moisture (range of active moisture), the reserves of humus, the content of active forms of nutrients (active phosphate and exchangeable potassium) [4, 7–9].

According to the developers of the method (3), 100 points should be given to the soil



with parameters that would meet the physiological requirements of the crops and would help the maximum realization of their potential of productiveness. The determination of soil evaluation points is carried out in the most permanent and objective natural properties of soils that correlate with crop capacity. These properties, which serve as the criteria for appraisal, are divided into two groups: basic and modifying. The main criteria include the depth of humus horizon, the content of humus and physical clay in the arable layer (or the index of agrophysical state of soils). Modifying criteria (or correction factors) are those figures that are inherent to certain groups of the soils, namely salinity, gritty consistency, acidity, solonetzicity, gleization, erosion [5, 10–13].

Comparing the methods, it can be emphasized that in method 1 the score of soil evaluation is determined by the indicators of soils correlating with crop capacity, while in method 2 – by indicators that characterize the ability of soils to fit to the needs of plants in the factors of life. Also, differences in determination of the modifying characters can be noted. If in the method 1 these are indicators, inherent to certain groups of soils, in the method 2 modifying criteria are determined by specific soil properties, which cause a particular need of plants to use nutrients and moisture [14].

According to the method of soil quality evaluation by V.V. Medvedev, I.V. Plisko (3) «soil evaluation is an assessment of the productive capacity of the soil» [5]. According to method 3, it is necessary to conduct soil evaluation on the basis of indicators that characterize the potential and effective soil fertility: the granulometric composition and humus content of the soil, its structure and the ratio of pores of various sizes; the depth and density of the root layer (the volume of soil available for the roots); pH and indicators that characterize water-thermal and nutrient regimes during the critical periods of plant development. The authors call these figures «the criterion basis of soil evaluation». Consequently, the figures to identify scores of soil evaluation according to method 3 fully reflect

the properties of the tested soil. But a question arises, how much time it is necessary in order to analyze the soils on the whole territory of Ukraine. At the same time, this poses a question of funding for such research.

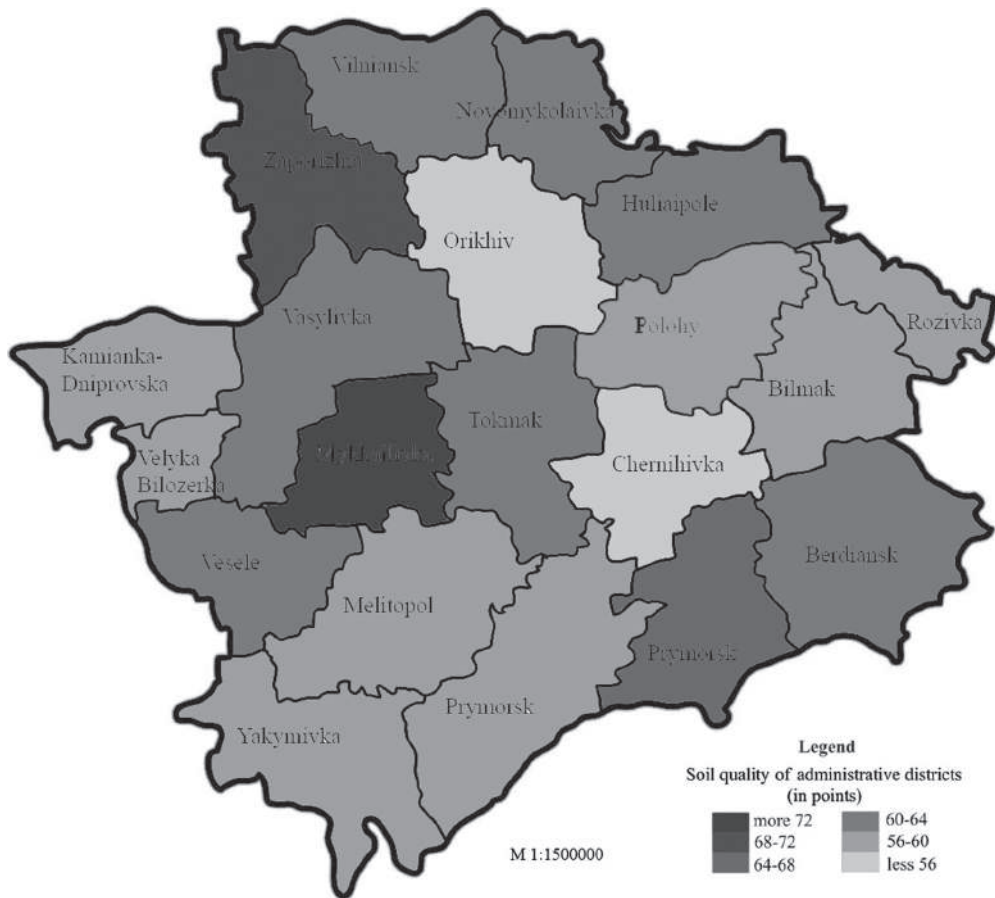
Having analyzed various methods of soil evaluation, it should be noted that each of these methods deserves attention because they are aimed at a comprehensive study of the qualitative assessment of soils. But according to the «soil evaluation» definition of article 99 of the Land Code of Ukraine [1], in our opinion, currently method 1 is the most acceptable, even though it needs some improvement.

On the basis of this method [3] a study of soils in Zaporizhzhia Region was conducted, using the soils map, cartograms of agro-industrial soil groups, data about the physical and chemical properties and morphological features of the soils. The object of soil evaluation was small taxonomic units, such as types and soil varieties. The assessment of the level of fertility of lands of Zaporizhzhia Region has been carried out by district, considering that the yield of crops due to soil differences is not conducted. The criterion for evaluation was the average long-term yield of grain crops in points (excluding expenditures). The value of one point is 0.41 h/ha. Taking into account the results of the research, a qualitative assessment of the soils of the region by administrative districts in points is presented (Fig. 1).

Group I. Soils fertility is over 72 points: ordinary low-humus chernozems on loess rocks, southern low-humus chernozems on loess rocks, meadow and chernozem-meadow solonetz-like soils on loess rocks and modern alluvium, meadow-chernozem gleyed solonetz-like soloded of the bottom, sod-sand and clay-sand soils. The productivity of the objects of area of economic significance increases during irrigation, and meadow-chernozem soil requires for continuous gypsuming with simultaneously deep ploughing (27–30 cm) without pulling out gleyic infertile horizon on the surface. This soil fertility is represented in Mikhailivka District.

Group II. Soils with assessment in 68–72 points: ordinary low-humus chernozems





**Fig. 1.** Level of Soil Fertility in Zaporizhzhia Region

on loess rocks, meadow-chnozem on deluvium and alluvium deposits, sod-sand and clay-sand soils. Besides irrigation on these soils, the fixed applying fertilizers are urgent. The soils with this point of fertility are represented in Zaporizhzhia Region.

Group III. Soils fertility with assessment in 64–68 points: ordinary low-humus chnozems on loess rocks southern low-humus chnozems on loess rocks, chnozems mainly break-stoned on eluvium of solid non-carbonate rocks, dark chestnut residual solonetz-like on loess rocks, meadow and chnozem-meadow solonetz-like on loess rocks and modern alluvium, sod-sand and clay-sand soils of spits and earthen banks of the Sea of Azov and lagoons, alcali soils; alcali soils in complex, salty

soils and saline ooze; salty soils in complex. It is useful to combine irrigation with using small doses of gypsum for preventing further salination as well as with the fixed applying of fertilizers. The soils with this point of fertility are located in Prymorsk District.

Group IV. Soils with assessment in 60–64 points: ordinary low-humus chnozems on loess rocks, southern low-humus chnozems on loess rocks, residual solonetz-like chnozems on solid clays, chnozems mainly break-stoned on the eluvium of solid non-carbonate rocks, ordinary residual solonetz-like chnozems on loess rocks, meadow chnozems solonetz-like soils on alluvium deposits chestnut residual solonetz-like soils on loess rocks, meadow and chnozem-

meadow solonetz-like soils on loess rocks and modern alluvium, chernozem-meadow gleyed solonetz-like solodded soils of the bottoms, sod-sand and clay-sand soils of spits and earthen banks of the Sea of Azov and lagoons. Irrigation, gypsuming, and applying of fertilizers are needed. The soils with this point of fertility are studied in Vilniansk, Novomykolaivka, Huliaipole, Tokmak, Vasilivka, Vesele and Berdyansk Districts.

Group V. Soils with fertility in 56–60 points: ordinary low-humus chernozems on loess rocks, southern low-humus chernozems on loess rocks, residual solonetz-like chernozems on solid clays, chernozems mainly break-stoned on the eluvium of solid non-carbonate rocks, chernozem and sod clay-sand and loamy sand soils on sandy alluvium, ordinary residual solonetz-like chernozems on loess rocks, meadow chernozem soil on deluvium and alluvium deposits, dark chestnut residual solonetz-like soils on loess rocks, chestnut solonetz-like soils on loess rocks, meadow chestnut solonetz-like soils on loess rocks, meadow and chernozem-meadow solonetz-like soil on loess rock and modern alluvium, meadow chernozem gleyed solonetz-like solodded soils of the bottoms, sod-sand and clay-sand soils of spits and earthen banks of the Sea of Azov and lagoons, alcali soils; alcali soils in complex, salty soils and saline ooze; salty soils in complex. Besides irrigation and applying fertilizers, gypsuming and specific meliorative measures are also needful. The soils with this point of assessment are located in Polohy, Bilmak, Rozivka, Kam'yanska-Dniprovska, Velyka Bilozerka, Melitopol, Yakymivka and Pryazovske Districts.

Group VI. Soils with fertility about 56 points: low-humus chernozems on loess rocks, southern low-humus chernozems on loess rocks, residual solonetz-like chernozems on solid clays, black earth mainly break stoned on the eluvium of solid non-carbonate rocks, chernozem and sod clay-sand and loamy sand soils on sandy alluvium, common residual solonetz-like chernozem on loess rocks. For increasing fertility on these soils irrigation applying fertilizers, gypsuming (on solonetz-

like soils) as well as special methods of cultivation practice (deep ploughing without the turn of the layer, harrowing etc.) can be recommended. The soils with such fertility are presented in Orikhiv and Chernihivka Districts.

The main indicator of soil fertility is the content of humus. According to GE «Zaporizhzhia Regional State Project-technological Center of Guard of Soil Fertility and Quality of Products» as of 01.01.2017, and the research of «Monitoring of Soil and Quality of Crop Production» TSATU, a map of humus content by the administrative districts of Zaporizhzhia Region has been compiled (Fig. 2). The highest content of humus is found in ordinary chernozem in Rozivka, Bilmak, Novomykolaiv and Huliaipole Districts – 3.93–4.41%. At least 2.40–2.99% of humus was found in dark chestnut soils in the Yakymivka, Priazovske, Melitopol Districts and ordinary chernozem with medium and loamy deposits in the Kam'yanska-Dniprovska, Vasilivka and Zaporizhzhia Districts. Especially large decrease of humus (by 0.11–0.15%) was detected in the Prymorsk, Berdyansk and Vilniansk Districts.

Humus is an important source of nutrients, but the dynamics of this indicator is unsatisfactory. In general, according to GE «Zaporizhzhia Regional State Project-technological Center of Guard of Soil Fertility and Quality of Products», the content of humus in the region decreased by 0.1%. In most districts there is a tendency to decrease in humus content. The main reason for the decrease of humus is extremely low application of organic fertilizers (0.5 t/ha) in recent years, insufficient supply of organic substances from nutrients and rest of roots, increased mineralization of organic substances as a result of intensive cultivation of tilled crops, wash-off of fertile humus layer of soil as a result of water erosion. The average content of humus in the region related to the reference (6.2%) accounts for only 3.35%. Consequently, all the soils in the region need preservation and increase of the amount of humus.

Thus, the specificity of the land resources of Zaporizhzhia Region is shown in the diver-

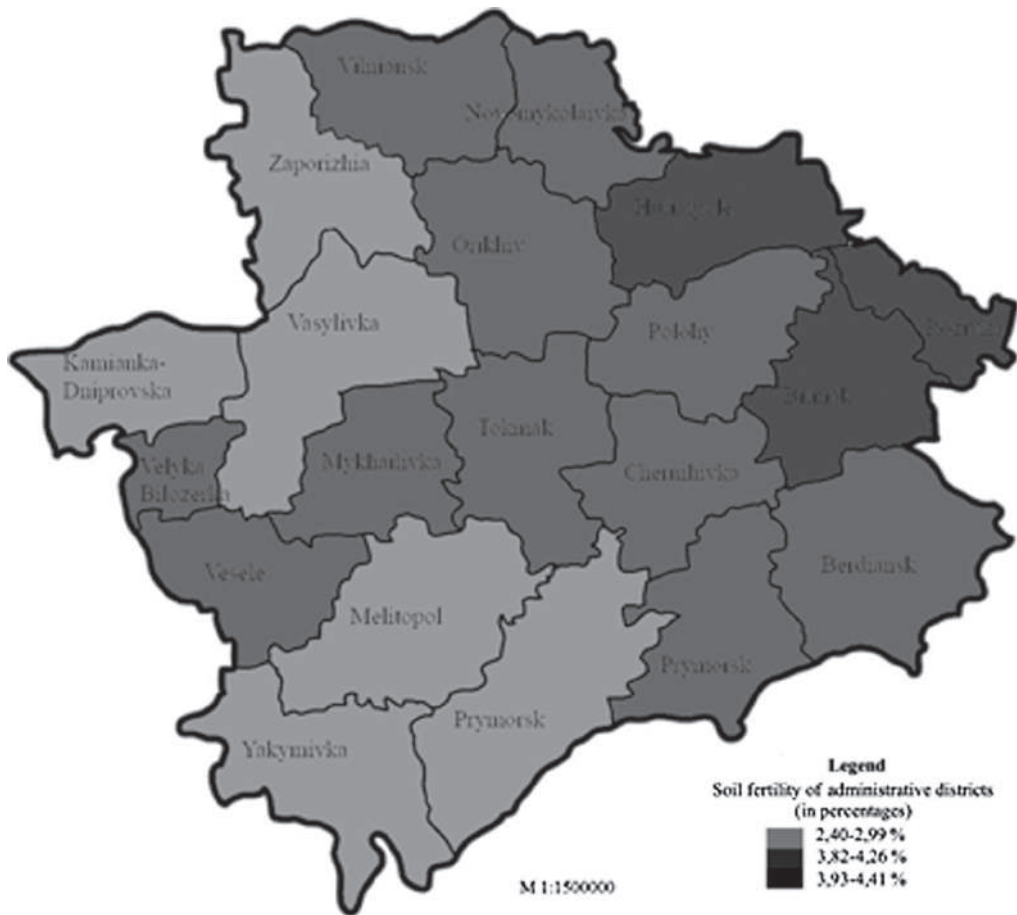


Fig. 2. Zoning of the Zaporizhzhia Region According to the Content of Humus

sity of soils, different levels of their fertility, high degree of development, the need to use reclamation measures that contribute to the natural and anthropogenic evolution of soil. At the same time, the productivity of various crops, even under the same edaphic conditions, is inadequate, since it depends on the characteristics of the cultivated plants, their needs from the environment.

**CONCLUSION**

Analysis of the most common methods of soil evaluation of Ukraine proves that the basic principle of soil evaluation is a comprehensive research of soil fertility, though the criteria of soil quality evaluation in various methods are

distinctly different. In our opinion, modern soil evaluation should consider integral indicators, the major ones being: properties of soil, crop yields, natural-climatic conditions, technological conditions of cultivation of agricultural crops. According to the «Assessment of Lands» [15] Act of soils evaluation should be held once in 7 years, but the first round was held in 1993 with the application of an imperfect method. The second round has not been conducted so far. Such a situation in the system of evaluation of land resources indicates that the state does not observe the laws, ordinances and regulations regarding the most important measures related to the protection and rational use of soil.

The research gives grounds to assume that the fertility of soils in Zaporizhzhia Region is decreasing from Northeast to Southwest and can be explained by physical and chemical properties and morphological signs of soils, as well as by yields of major agricultural crops. Every year the level of soil fertility of Zaporizhzhia Region has a tendency to decrease. The improvement of soil fertility should be carried out as a complex of measures of biological and economic influence, aimed at ensuring the optimum ratio between the moisture, aeration and necessary nutrients for plant.

Suggestions for improving soil fertility:

- to revise the existing and create new, more effective laws on the protection of soils and their fertility;
- to conduct the second round of soil evaluation with the use of an updated method, which will take into account the advanced world experience [16];
- to align the state of scientific maintenance of the problem of rational land utilization with

the requirements of the time, especially the problems of overcoming the soil degradation, specifically: to engage geoinformation, remote, automated computer and other modern technologies – to provide reasonable spatial solutions, identification of degradation phenomena, erosion in particular, anti-degradation organization of agricultural territory, new methods of information organization in the form of databases and expert automated systems with expanded capabilities of reference volume;

- to reduce the gap between science, authorities and society, precisely soil scientists who develop recommendations for the protection of soils, managers who must create the conditions for their implementation, and agroindustry, which must actively accept scientific advice;
- to intensify international cooperation in order to develop an effective strategy to protect soils from degradation;
- to raise the ranking of the problems of protection of soil in the community.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Земельний Кодекс України від 25 жовтня 2001 р., № 2768-III, ст. 199 [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/2768-14>
2. *Єрмоленко В.М.* Правове забезпечення охорони та раціонального використання земельних ресурсів / В.М. Єрмоленко, В.І. Курило, Т.С. Кичилюк. – К.: Магістр – XXI сторіччя, 2007. – 248 с.
3. Методические рекомендации по проведению бонитировки почв. – К.: УАНН, 1993. – 96 с.
4. Бонитировка почв. Методические рекомендации / А.И. Серый, Н.А. Дубровина, В.А. Лапанова и др. – К.: УСХА, 1986. – 75 с.
5. *Медведев В.В.* Бонитировка и качественная оценка пахотных земель Украины / В.В. Медведев, И.В. Плиско. – Х.: Изд. «13 типография», 2006. – 386 с.
6. *Канащ О.П.* Бонітування ґрунтів: пропонуються зміни, чого вони варті? / О.П. Канащ // Землепорядний вісник. – 2008. – № 5. – С. 46–50.
7. *Сірий А.І.* Якісна оцінка ґрунтів / А.І. Сірий. К.: Знання, 1974. – 47 с.
8. *Серый А.И.* К методике бонитировки почв на агроэкологической основе / А.И. Серый // Почвоведение. – 1981. – № 7. – С. 5–17.
9. *Серый А.И.* Современные методы бонитировки почв в УССР. Обзорная информация / А.И. Серый, Н.А. Оголенко. – К.: УкрНИИТИ, 1987. – 36 с.
10. До нової концепції бонітування ґрунтів / В.В. Медведев, І.В. Пліско, К.Б. Єршова, Д.М. Бенцеровський // Вісник аграрної науки. – 2002. – № 9. – С. 13–18.
11. *Медведев В.В.* Удосконалена концепція бонітування земель / В.В. Медведев, І.В. Пліско // Вісник ХНАУ. – 2005. – № 1. – С. 39–43.
12. *Медведев В.В.* Критерії, еталони і просторові одиниці в бонітуванні ґрунтів / В.В. Медведев, І.В. Пліско // Вісник аграрної науки. – 2008. – № 8. – С. 9–15.
13. *Медведев В.В.* Пропозиції до вдосконалення чинної методики бонітування ґрунтів / В.В. Медведев, І.В. Пліско // Вісник аграрної науки. – 2013. – № 5. – С. 14–18.
14. *Тихенко О.В.* Порівняльний аналіз методів бонітування ґрунтів України / О.В. Тихенко // Вісник Національного аграрного університету. – 2010. – № 6. – С. 33–39.
15. Закон України «Про оцінку земель» від 11.12.2003 р., № 1378-IV, ст. 16 [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1378-15>
16. International Valuation Standards: GN 10 Valuation of Agricultural Properties, GN 13 Mass Appraisal for Property Taxation [Електронний ресурс] / Australian Property Institute. – Australia and New Zealand: API, 2008. – 552 p. – Режим доступу: <https://www.google.com.ua/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=10&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi88svKyc-D1AhXOo4sKHU9aC48QF-jAJegQIBxAc&url=https%3A%2F%2Frososvet.ru%2Fcode%2Fcore%2Fdownload.php%3F1804&usg=AOvVaw11UYOqs5Vv1ANoXiA0AjUD>

## REFERENCES

- Zemelnyi Kodeks Ukrainy vid 25 zhovtnia 2001 r., № 2768-III, st. 199 [Land Code of Ukraine of October 25, 2001, No. 2768-III, Art. 199]. (2001). Retrieved from <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14> [in Ukrainian].
- Yermolenko, V.M., Kurylo, V.I. & Kychyliuk, T.S. (2007). *Pravove zabezpechennja ohorony ta racional'nogo vykorystannja zemel'nyh resursiv. [Legal protection of land protection and national use]*. Kyiv: Master – XXI Century [in Ukrainian].
- Metodycheskye rekomendacyi po provedeniju bonytyrovky pochv [Methodical recommendations for soil evaluation]*. (1993). Kiev: UAAS [in Russian].
- Seryi, A.I., Dubrovina, N.A., Lapanova, V.A., Kozlov, N.V. & Krikunov, V.G. (1986). *Bonytyrovka pochv. Metodycheskye rekomendacyi [Soil evaluation. Methodical recommendations.]* Kiev: UAA [in Russian].
- Medvedev, V.V. & Plisko, I.V. (2006). *Bonitirovka i kachestvennaja oценка pahotnyh zemel' Ukrainy [Soil evaluation of and qualitative assessment of the arable lands of Ukraine]*. Kharkov: Pub. «13 typography» [in Russian].
- Kanash, O.P. (2008). Bonituvannja g'runtiv: proponujut'sja zminy, chogo vony varti? [Soil evaluation: what changes are they offered?]. *Zemlevporiadnyi visnyk – Land management newsletter*, 5, 46–50 [in Ukrainian].
- Seryi, A.I. (1974). *Jakisna ocinka g'runtiv [Qualitative assessment of soils]*. Kyiv: Knowledge [in Ukrainian].
- Seryi, A.I. (1981). K metodike bonitirovki pochv na agrojekologicheskoy osnove [To the method of soil evaluation on agroecological basis]. *Pochvovedenie – Soil Science*, 7, 5–17 [in Russian].
- Seryi, A.I. & Oholenko, N.A. (1987). *Sovremennye metody bonitirovki pochv v USSR. [Modern methods of appraisal of soils in the USSR]*. Kiev: UkrSRIS-TITER [in Russian].
- Medvedev, V.V., Plisko, I.V., Yerzhova, K.B. & Bentserovskiy, D.M. (2002). Do novoi' koncepcii' bonituvannja g'runtiv [To the new concept of soil evaluation]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agrarian Science*, 9, 13–18 [in Ukrainian].
- Medvedev, V.V., Plisko, I.V. (2005). Udoskonalena koncepcija bonituvannja zemel' [Improved concept of land cultivation]. *Visnyk KhNAU – KhNUU Bulletin*, 1, 39–43 [in Ukrainian].
- Medvedev, V.V. & Plisko, I.V. (2008). Kryterii', etalony i prostorovi odynyci v bonituvanni g'runtiv [Criteria, benchmarks and spatial units in the soil evaluation]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agrarian Science*, 8, 9–15 [in Ukrainian].
- Medvedev, V.V. & Plisko, I.V. (2013). Propozycii' do vdoskonalennja chynnoi' metodyky bonituvannja g'runtiv [Proposals for the improvement of the current method of soil evaluation]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agrarian Science*, 5, 14–18 [in Ukrainian].
- Tykhenko, O.V. (2010). Porivnjal'nyj analiz metodiv bonituvannja g'runtiv Ukraïny. [Analysis of the methods of productivity evaluation of soils]. *Visnyk Natsionalnoho ahrarnoho universytetu – Bulletin of the National Agrarian University*, 6, 33–39 [in Ukrainian].
- Zakon Ukraïny «Pro ocinku zemel'» vid 11 gruden' 2003 r., № 1378-IV, st. 16 [The Law of Ukraine «On Land Assessment» dated December 11, 2003, no. 1378-IV, art. 16]*. (2003). [zakon2.rada.gov.ua](http://zakon2.rada.gov.ua). Retrieved from <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1378-15> [in Ukrainian].
- International Valuation Standards: GN 10 Valuation of Agricultural Properties, GN 13 Mass Appraisal for Property Taxation*. (2008). Australian Property Institute Australia and New Zealand: Australian Property Institute. [www.google.com.ua](http://www.google.com.ua). Retrieved from <https://www.google.com.ua/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=10&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi88svKycDIAhXOo4sKHU9aC48QFjAJegQIBxAC&url=https%3A%2F%2Fsovet.ru%2Fcode%2Fcore%2Fdownload.php%3F1804&usg=AOvVaw1UYOqs5Vv1ANoXiA0AjUD> [in English].

Стаття надійшла до редакції журналу 30.07.2019



## ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ НА ВМІСТ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ І ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У РОСЛИНАХ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Г.В. Давидюк, К.М. Олійник, І.І. Клименко

*ННЦ «Інститут землеробства НААН»*

*Проведено дослідження щодо впливу технологій вирощування різної інтенсивності на вміст мікроелементів і важких металів у зерні і соломі пшениці озимої та їх винос урожаєм. Визначено, що із зростанням внесених доз добрив підвищується вміст важких металів і мікроелементів у зерні і соломі. Експериментально доведено, що досліджувані технології вирощування не забезпечували значного накопичення зерном пшениці озимої сорту Слава і Царівна елементів: міді, цинку, кадмію, марганцю та заліза. Визначено величини вносу мікроелементів і важких металів урожаєм зерна і соломи досліджуваних сортів пшениці озимої залежно від технології вирощування. Встановлено, що відчуження мікроелементів і важких металів урожаєм зерна і соломи цієї культури визначалось ступенем інтенсивності технології вирощування, величиною врожаю та біологічними особливостями сорту.*

**Ключові слова:** мікроелементи, важкі метали, пшениця озима, сорт, технології вирощування, врожайність.

---

Сучасні технології вирощування зернових культур передбачають застосування мінеральних, органічних добрив, пестицидів і вапнякових матеріалів, які мають істотний вплив на мікроелементний склад ґрунтів і доступність поживних елементів для рослин. Накопичення мікроелементів і важких металів (ВМ) сільськогосподарськими культурами залежить від їх умісту в ґрунті, співвідношення, форм і обсягів унесених добрив, біологічних особливостей рослин, погодних умов вегетаційного періоду. Застосування азотних, фосфорних, калійних добрив поліпшує живлення рослин, але порушує природне співвідношення між макро- та мікроелементами у ґрунтовому середовищі екотопу. Високий рівень хімізації сприяє збільшенню врожайності сільськогосподарських культур, але й підвищує винос мікроелементів із ґрунту. Також існує небезпека забруднення ґрунту, продуктів харчування і кормів такими ВМ, як свинець, кадмій, нікель тощо.

Найпоширенішими ВМ, що можуть найчастіше мігрувати з ґрунту в організм, є свинець і кадмій [1–11].

Реакція зернових культур на забруднення ґрунтів ВМ є неоднаковою. Найбільш толерантними до них є пшениця та жито озимі, овес, ячмінь. Жито характеризується найвищим адаптивним потенціалом, а ячмінь — найнижчим. Екологічно безпечний урожай зернових колосових культур формується за вдвічі меншого вмісту ВМ у ґрунті від максимально допустимого рівня. Характерно, що найбільша їх кількість у цієї групи культур накопичується в кореневій системі та вегетативних органах [12].

Розробка технологій вирощування для оптимізації балансу мікроелементів і ВМ потребує обґрунтованого співвідношення органічних і мінеральних добрив. Доцільно широке використання у системі удобрення сільськогосподарських культур нетоварної продукції (соломи та сидератів) [13]. Рослинні рештки містять значну кількість елементів живлення, тому врахування їх маси і хімічного складу є особливо значущим для



відтворення родючості ґрунту [14]. Залежно від технології вирощування зернових культур може змінюватись інтенсивність надходження елементів до рослинного організму, а також їх винос урожаєм.

Мета роботи — визначення впливу технологій вирощування різної інтенсивності пшениці озимої сортів Славна та Царівна на вміст мікроелементів і ВМ у зерні і соломі.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили впродовж 2012–2015 рр. на базі стаціонарного багатофакторного дослідження відділу адаптивних інтенсивних технологій зернових колосових культур і кукурудзи Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН» у державному підприємстві «Дослідне господарство Чабани» (сmt Чабани Києво-Святошинського р-ну Київської обл., північна частина Правобережного Лісостепу України). Попередник пшениці озимої — горох. Досліджували сорти пшениці озимої Славна та Царівна. Сорт Славна високоінтенсивного типу належить до сильних пшениць, зареєстрований у Державному реєстрі сортів рослин України у 2010 р.; Сорт Царівна напівінтенсивного типу належить до сильних пшениць, зареєстрований там само у 2008 р. Уміст ВМ та мікроелементів у зерні та соломі пшениці озимої визначали методом сухого озолення з наступним аналізом розчину золи атомно-абсорбційним методом на спектрофотометрі ААС-3 (ГОСТ 30178-96) [15]. Математико-статистичний аналіз даних виконували за Б.О. Доспеховим з використанням комп'ютерних програм Microsoft Office Excel 2007, Statistica 5.0 [16].

Агротехніка вирощування пшениці озимої була типовою для зони Лісостепу. Ґрунт ділянки — темно-сірий опідзолений, грубопилувато-легкосуглинковий з умістом гумусу в орному шарі 1,7%,  $pH_{\text{сол.}}$  — 5,5, низьким умістом гідролізного азоту, високим — обмінного фосфору й підвищеним умістом обмінного калію. Вивчали моделі технологій вирощування, які відрізнялися за дозами внесених

мінеральних добрив на фоні заробляння побічної продукції попередника (солома гороху) та інтегрованого захисту рослин, що передбачав застосування засобів захисту посівів пшениці від бур'янів, хвороб та шкідників відповідно до економічного порогу їх шкідливості (ЕПШ). Схема удобрення у технологіях вирощування пшениці озимої: вар. 1 (енергоощадна) — фон +  $P_{45}K_{45} + N_{30(II)} + N_{30(IV)}$ ; вар. 2 (інтенсивна) — фон +  $P_{90}K_{90} + N_{30(II)} + N_{60(IV)} + N_{30(VII)}$ ; вар. 3 (інтенсивна енергонасичена 1) — фон +  $P_{80}K_{100} + N_{80(II)} + N_{100(IV)} + N_{60(VIII)}$ ; вар. 5 (інтенсивна енергонасичена 2) — фон +  $P_{135}K_{135} + N_{60(II)} + N_{75(IV)} + N_{45(VII)}$ ; вар. 10 — заробляння побічної продукції — фон (альтернативна); вар. 12 (контроль) — без добрив. Фосфорні та калійні добрива вносили під основний обробіток ґрунту, азотні — як підживлення на основних етапах органогенезу за Ф.М. Куперман.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Під час визначення наявності мікроелементів і ВМ у зерні пшениці озимої встановлено, що вміст міді варіював у межах 2,2–2,8 мг/кг і був значно нижчим від граничнодопустимієї концентрації (ГДК) (табл. 1). Залежно від сорту і технологій вирощування вміст цього елемента у зерні змінювався мало через низький уміст доступних сполук міді у ґрунті. Не перевищував ГДК і вміст цинку в зерні, де його кількість була в межах 10,1–12,5 мг/кг. Прослідковувалась залежність вмісту елемента в зерні від технологій вирощування і сорту. Зерно сорту Царівна містило 11,1–12,3 мг/кг цинку залежно від технологій вирощування і перевищувало його вміст у зерні сорту Славна.

Уміст свинцю в зерні пшениці озимої сорту Славна був на рівні ГДК, а в зерні сорту Царівна спостерігалось незначне його перевищення. Наші дослідження підтверджують попередні результати досліджень, проведені з іншими сортами пшениці, вирощеними за технологіями з меншим ступенем інтенсивності [8]. Уміст кадмію в зерні у кількості, що дорівнює ГДК, зафіксовано в зерні обох сортів за інтенсивних

Уміст мікроелементів і важких металів у зерні та соломі пшениці озимої залежно від технології вирощування, середнє за 2012–2015 рр., мг/кг

Варіант технології*	Cu		Zn		Pb		Cd		Ni		Mn		Fe	
	I**	II***	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
<i>Зерно</i>														
1	2,4	2,5	11,0	11,8	0,4	0,6	0,0	0,0	0,6	0,5	7,0	7,5	8,3	8,5
2	2,7	2,8	11,5	12,2	0,5	0,7	0,1	0,1	0,7	0,6	8,0	8,5	9,8	9,7
3	2,3	2,5	10,9	11,4	0,5	0,7	0,0	0,1	0,6	0,7	9,9	9,8	10,0	12,5
5	2,2	2,4	10,5	11,1	0,5	0,7	0,1	0,1	0,6	0,7	9,8	9,7	10,0	12,3
10	2,6	2,5	10,2	12,2	0,5	0,6	0,0	0,0	0,5	0,5	7,2	7,1	7,3	7,4
12	2,6	2,5	10,1	12,3	0,5	0,6	0,0	0,0	0,5	0,5	7,2	7,0	7,3	7,3
$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	2,4 $\pm$ 0,08	2,5 $\pm$ 0,06	10,7 $\pm$ 0,22	11,8 $\pm$ 0,20	0,4 $\pm$ 0,02	0,65 $\pm$ 0,02	0,03 $\pm$ 0,02	0,05 $\pm$ 0,02	0,58 $\pm$ 0,03	0,58 $\pm$ 0,04	8,18 $\pm$ 0,55	8,27 $\pm$ 0,52	8,78 $\pm$ 0,54	9,62 $\pm$ 0,95
V, %	7,9	5,3	4,9	4,1	8,4	8,4	154,9	109,5	12,9	16,8	16,3	15,3	14,9	24,19
НІР <sub>05</sub>	0,21	0,14	0,56	0,52	0,04	0,06	0,05	0,06	0,08	0,10	1,40	1,33	1,38	2,44
ГДК	10		50		0,5		0,1		0,5		–			50
<i>Солома</i>														
1	1,0	1,1	3,0	2,7	1,2	1,3	0,1	0,1	5,0	6,5	21,1	28,5	39,5	55,0
2	1,1	1,1	3,2	2,9	1,4	1,4	0,1	0,1	5,4	7,0	23,4	36,8	42,6	60,4
3	1,3	1,5	4,5	4,3	1,2	1,5	0,1	0,1	6,6	6,4	36,6	33,1	72,9	89,7
5	1,3	1,4	4,4	4,1	1,3	1,5	0,1	0,1	6,5	6,2	32,5	30,5	68,5	88,0
10	1,0	0,8	3,0	3,1	1,3	1,2	0,1	0,1	7,5	5,5	27,0	20,0	40,0	45,0
12	1,0	0,7	2,9	3,0	1,4	1,2	0,1	0,1	7,8	5,3	26,8	18,0	39,6	42,6
$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	1,1 $\pm$ 0,06	1,1 $\pm$ 0,13	3,50 $\pm$ 0,30	3,35 $\pm$ 0,28	1,30 $\pm$ 0,04	1,35 $\pm$ 0,06	0,10 $\pm$ 0,00	0,10 $\pm$ 0,00	6,47 $\pm$ 0,45	6,15 $\pm$ 0,26	27,9 $\pm$ 2,35	27,8 $\pm$ 3,02	50,5 $\pm$ 6,42	63,4 $\pm$ 8,46
V, %	13,2	28,7	21,2	20,1	6,9	10,2	0,0	0,0	17,1	10,4	20,6	26,6	31,3	32,7
НІР <sub>05</sub>	0,15	0,33	0,78	0,71	0,09	0,14	0,00	0,00	1,16	0,67	6,04	7,7	16,5	21,7

Примітки: \* 1 – енергоощадна технологія; 2 – інтенсивна; 3 – інтенсивна енергонасичена; 5 – інтенсивна енергонасичена 2; 10 – альтернативна; 12 – контроль; \*\* I – сорт Славна; \*\*\* II – сорт Царівна.

та інтенсивних енергонасичених технологій. За використання цих технологій спостерігалось незначне перевищення вмісту нікелю у зерні (на 0,1–0,2 мг/кг), тоді як за альтернативної технології вміст нікелю був на рівні ГДК. Уміст марганцю у зерні варіював: від 7,0–7,2 мг/кг на контролі та за альтернативної технології – до 9,8–9,9 мг/кг у зерні, отриманому за інтенсивних енергонасичених технологій. Подібна закономірність спостерігалась щодо вмісту заліза у зерні залежно від технологій вирощування. Його кількість змінювалася: від 7,3–7,4 мг/кг за альтернативної технології – до 9,7–9,8 за інтенсивної та до 12,3–12,5 мг/кг за енергонасиченої інтенсивної технології, але була значно нижчою від ГДК.

Отже, застосування досліджуваних технологій не призводило до значного накопичення зерном пшениці озимої сорту Славна і Царівна елементів міді, цинку, кадмію, марганцю та заліза. Відзначено лише незначне перевищення ГДК у зерні пшениці (мг/кг): за вмістом свинцю – на 0,1–0,2 (ГДК 0,5) та нікелю – на 0,1–0,2 (ГДК 0,5).

Невідповідність зерна пшениці озимої санітарно-гігієнічним нормативам за вмістом свинцю можна пояснити дефіцитом цинку та перевищенням фонового вмісту кислоторозчинних форм свинцю у ґрунті, вміст останнього становив 3,8–5,2 мг/кг (фон 3,0 мг/кг). Застосування мінеральних добрив за інтенсивних технологій вирощування пшениці озимої спричиняє підвищення кислотності ґрунту, що посилює рухомість ВМ, тобто може мати індириективну дію на підвищення вмісту свинцю в рослинах пшениці озимої. Також поліпшення поживного режиму ґрунту внаслідок застосування інтенсивних технологій підвищує вміст рухомих форм азоту, фосфору і калію сприяючи кращому розвитку рослин, що своєю чергою потребує необхідної кількості інших елементів. За дефіциту кальцію, магнію та мікроелементів їх можуть замінювати ВМ. Перевищення ГДК за вмістом нікелю у зерні також можна пояснити залученням цього елемента до біохімічних

процесів унаслідок дефіциту цинку, міді та марганцю у ґрунті [17].

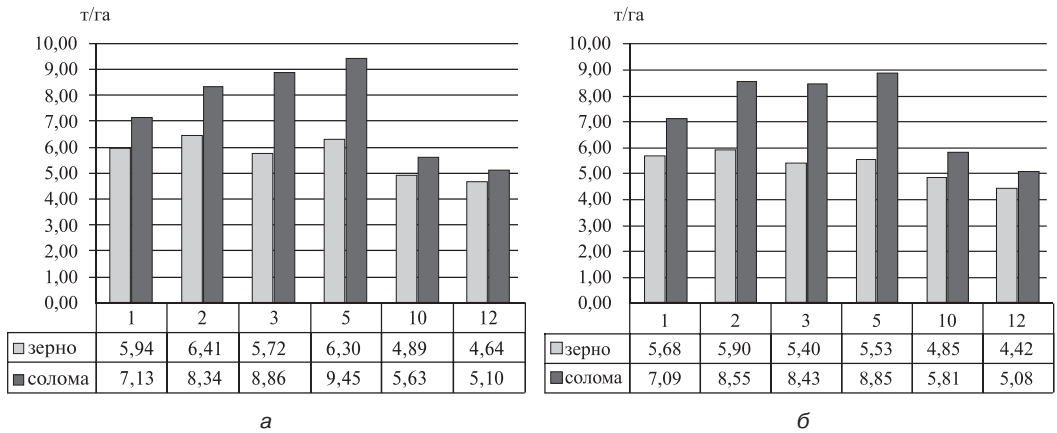
Подібна тенденція спостерігається під час аналізу вмісту мікроелементів і ВМ у соломі пшениці озимої. За альтернативних технологій вирощування у ній містилося 0,7–1,0 мг/кг міді. Із зростанням інтенсифікації виробництва, в т.ч. із збільшенням доз внесених добрив за інтенсивної та інтенсивних енергонасичених технологій, уміст міді в соломі збільшувався на 0,5–0,8 мг/кг, а вміст цинку – на 1,1–1,5 мг/кг порівняно з його вмістом у вирощуванні за альтернативними технологіями (2,9–3,1 мг/кг). Уміст свинцю в соломі варіював у межах 1,2–1,5 мг/кг і мало різнився залежно від сорту і технологій вирощування. Накопичення кадмію соломною було однаковим у всіх варіантах технологій вирощування пшениці озимої – 0,1 мг/кг. Уміст нікелю в соломі змінювався у межах 5,3–7,8 мг/кг.

Накопичення марганцю в соломі пшениці озимої було в межах 18–27 мг/кг за альтернативних технологій і зростало до 30,5–36,8 мг/кг за інтенсивних енергонасичених технологій. Уміст заліза в соломі залежав від технології вирощування та біологічних особливостей сорту і змінювався у межах 39,6–72,9 мг/кг у сорту Славна і 42,6–89,7 мг/кг у сорту Царівна.

На основі результатів визначення вмісту мікроелементів і ВМ у зерні і соломі пшениці озимої були проведені розрахунки виносу цих елементів з урожаєм зерна і відповідною кількістю соломи пшениці озимої обох сортів.

За результатами досліджень величини врожайності зерна і соломи обох сортів були близькими, особливо за альтернативних технологій. Так, урожайність зерна пшениці озимої сорту Царівна варіювала від 4,42 т/га за технології вирощування без добрив – до 5,9 т/га за інтенсивними технологіями (рис. 1). Урожайність соломи вказаного сорту становила 5,08–8,85 т/га.

У сорту Славна урожайність зерна зафіксовано у межах 4,64–6,41 т/га залежно від технологій, урожайність соломи – 5,1–9,45 т/га.



**Рис. 1.** Урожайність зерна і соломи пшениці озимої сортів Славна (а) і Царівна (б): 1 — енергоощадна технологія; 2 — інтенсивна; 3 — інтенсивна енергонасичена 1; 5 — інтенсивна енергонасичена 2; 10 — альтернативна; 12 — контроль

Визначено, що з урожаєм зерна пшениці озимої виноситься від 14,6–26,2 г/га міді. Величина вносу зростала від 14,6–17,2 г/га за альтернативних технологій — до 26,15 г/га за інтенсивних енергонасичених. Прослідковувалась залежність величини вносу від сорту, що пояснюється як урожайністю, так і біологічними особливостями кожного із сортів. Кількість міді, що виноситься з урожаєм зерна, була на рівні 11,05–17,3 г/га, або 52–76% від загального вносу (рис. 2). Із зростанням інтенсифікації технологій ця частка знижувалася з 70–76 до 52–53%, натомість зростала частка соломи — з 24–30 до 47–48%.

Кількість цинку, що виносилася з урожаєм зерна і соломи, змінювалась від 61,65–69,62 г/га на контролі — до 86,12–86,73 г/га за енергоощадних технологій і 96,75–100,4 г/га за інтенсивних, та 102–107 г/га за інтенсивних енергонасичених технологій. Зокрема, із зерном виносилось 46,86–73,7 г/га, або 61–78% від загального вносу. Частка вносу цинку соломою становить 22–39%.

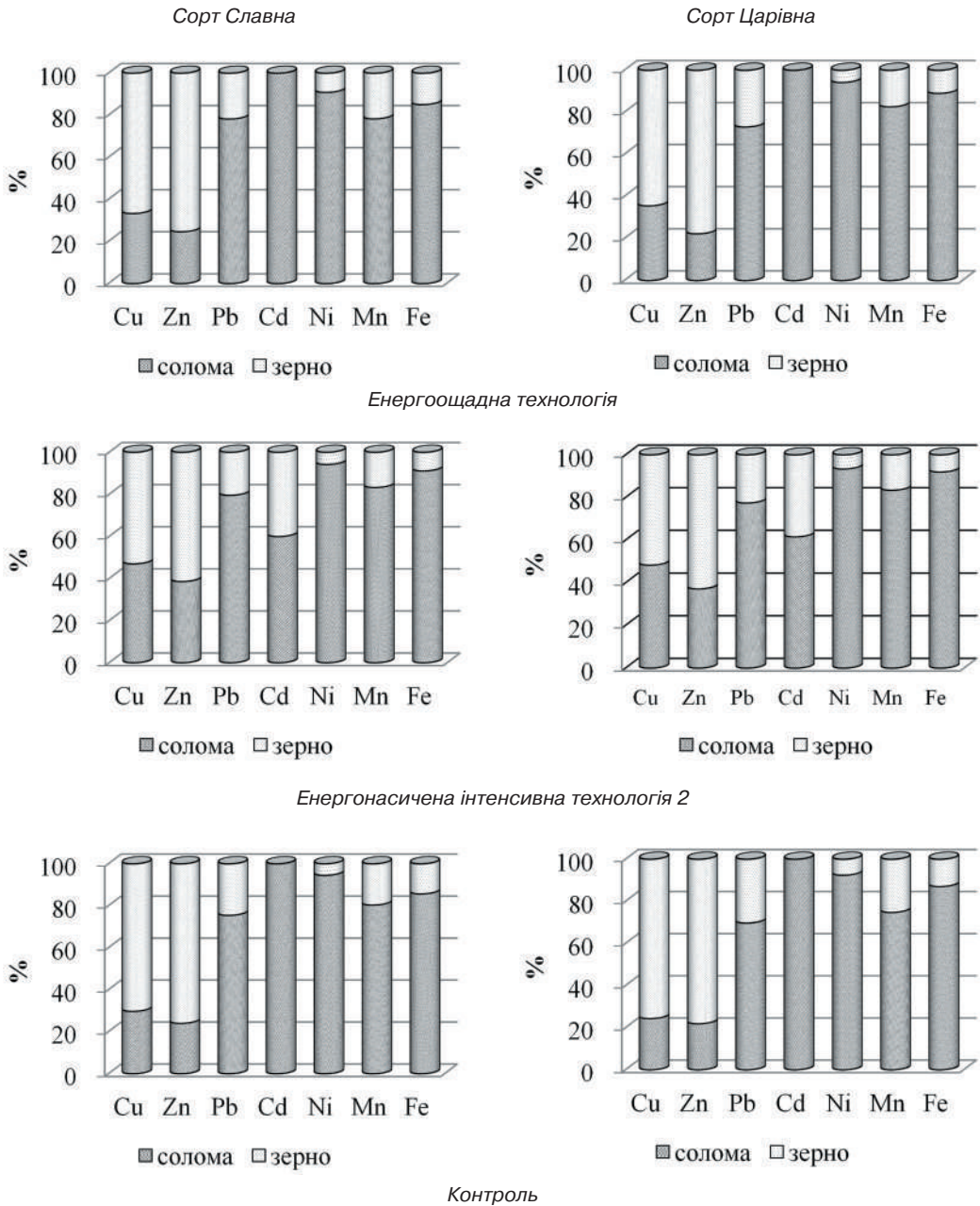
Величина вносу свинцю варіювала залежно від сорту від 8,75–9,46 г/га на контролі — до 10,93–12,63 г/га за енергоощадних технологій та 15,44–17,15 г/га за інтенсивних енергонасичених технологій. Зокрема, з урожаєм зерна виносилось

2,65–4,13 г/га, або 20–30% від загального вносу. Величина вносу цього елемента соломою становить 6,1–12,64 г/га, або 70–80% від загального вносу.

Від технологій вирощування пшениці озимої залежав і винос кадмію з урожаєм культури, величина якого змінювалась від 0,51 г/га на контролі — до 1,44–1,58 г/га за енергонасичених технологій. За цих технологій вирощування величину вносу вказаного елемента обумовлено переважно його концентрацією у соломі та її урожайністю, за винятком енергонасичених інтенсивних технологій.

За розрахунками з урожаєм зерна та соломи пшениці озимої, крім інших елементів, виносилось: 29,15–63,44 та 42,1–65,21 г/га нікелю — сорт Царівна та сорт Славна відповідно. Зерном виносилось 5–9% від загального вносу, а основна частина вносу цього елемента припадала на солому — 84–91%.

Величина вносу марганцю урожаєм зерна і соломи залежала від урожайності культури, яку забезпечувала технологія вирощування, і біологічними особливостями сорту. Так, з урожаєм зерна і соломи сорту Царівна відчужувалося від 122,43 г/га марганцю в контрольному варіанті — до 150,68 г/га за технології з внесенням лише побічної продукції попередника. З внесенням



**Рис. 2.** Частка виносу мікроелементів і важких металів зерном і соломкою пшениці озимої залежно від технології вирощування та сорту

добрив за енергоощадної технології цей показник зростає до 244,73 г/га, за інтенсивних технологій – до 364,82 г/га. Кількість марганцю, винесеного урожаєм

зерна, для цього сорту становить 30,9–52,94 г/га, а з урожаєм соломи відчувалося 91,49–314,69 г/га. Частка зерна у загальному виносі становить 14–25%, а со-



ломи — 75–86%. Щодо сорту Славна, спостерігалася аналогічна закономірність.

У величині виносу заліза урожаєм зерна і соломи найбільше проявилась залежність цього показника від технології вирощування і біологічних особливостей сорту. Так, для сорту Царівна кількість відчуженого елемента зростала від 248,8 г/га на контролі — до 438,39 за енергоощадних технологій та до 573,71 г/га за інтенсивних і була найбільшою за енергонасичених інтенсивних технологій — 823,51–847,0 г/га. В цьому разі частка зерна становила 8–13%, а частка соломи була у межах 87–92%. Для сорту Славна спостерігалась подібна закономірність.

Дані щодо виносу мікроелементів соломою пшениці озимої, вирощеної за енергонасичених інтенсивних технологій, можуть бути використані для розробки системи удобрення з використанням соломи як часткового джерела мікроелементів побічної продукції попередника у технологіях вирощування культур.

## ВИСНОВКИ

Аналіз вмісту в зерні і соломі пшениці озимої мікроелементів і ВМ та їх виносу з

урожаєм культури за технологій вирощування різної інтенсивності засвідчив, що із зростанням обсягів внесення добрив цей показник збільшується.

Встановлено, що застосування досліджуваних технологій спричиняло значне накопичення зерном пшениці озимої сорту Славна і Царівна елементів міді, цинку, кадмію, марганцю та заліза. Відзначено лише незначне перевищення ГДК у зерні пшениці за вмістом свинцю та нікелю.

Аналіз вмісту мікроелементів і ВМ у соломі пшениці озимої засвідчив, що їх кількість збільшувалася із зростанням ступеня інтенсивності технології, зокрема із збільшенням доз внесених добрив, за винятком свинцю і кадмію, вміст яких мало різнився залежно від сорту і технології вирощування.

Визначено величини виносу мікроелементів і ВМ урожаєм зерна і соломи сортів пшениці озимої Славна і Царівна залежно від технології вирощування. Встановлено, що відчуження мікроелементів і ВМ з урожаєм зерна і соломи цієї культури залежало від ступеня інтенсивності технології вирощування, врожайності та біологічних особливостей сорту.

## ЛІТЕРАТУРА

1. *Ильин В.Б.* Влияние тяжелых металлов на рост, развитие и урожайность сельскохозяйственных культур / В.Б. Ильин, Г.А. Гармаш, Н.Ю. Гармаш // *Агрехимия*. — 1983. — № 6. — С. 91–99.
2. Вплив попередників і добрив на вміст нітратів і важких металів у зерні пшениці озимої в північному Степу / Ю.М. Рудаков, Н.В. Гончар, В.І. Козечко, Ю.І. Накльока // *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. — 2012. — Ч. 1. — Вип. 81. — С. 160–164. — (Серія: Агрономія).
3. *Карпова Е.А.* Накопление тяжелых металлов растениями озимой ржи и овса при применении азотных, калийных и длительного последствием фосфорных удобрений на дерново-подзолистой почве / Е.А. Карпова, Ю.А. Потугаева // *Агрехимия*. — 2005. — № 4. — С. 59–66.
4. Сільськогосподарська екологія / За заг. ред. В.О. Голлова, А.З. Злотіна, В.Л. Мешкової. — Х.: Еспада, 2009. — 624 с.
5. *Ткачук О.П.* Особливості забруднення зернової продукції важкими металами в умовах Вінницької області / О.П. Ткачук, Л.А. Яковець // *Збірник наукових праць Вінницького Національного аграрного університету «Сільське господарство та лісівництво»*. — 2016. — № 4. — С. 179–186. — (Серія: Екологія та охорона навколишнього середовища).
6. *Корсун С.Г.* Баланс важных металлов та мікроелементів у зернової сівозміні в умовах Північного Лісостепу / С.Г. Корсун, Г.В. Давидюк, І.М. Свидинюк // *Агроєкологічний журнал*. — 2004. — № 4. — С. 33–36.
7. *Черных Н.А.* Интенсивность поступления тяжелых металлов в агроландшафты / Н.А. Черных // *Проблемы экологической безопасности агропромышленного комплекса*. — 1996. — Вып. 2. — С. 9.
8. Поглинання свинцю пшеницею озимою за різних технологій вирощування в умовах Північного Лісостепу України [Електронний ресурс] / Н.А.Макаренко, В.І.Бондар, О.В.Тогагинська та ін. // *Наукові доповіді НУБіП України*. — 2009. — № 4(16). — Режим доступу: <http://nd.nubip.edu.ua/2009-4/09mnanlu.pdf>
9. *Діагностика стану хімічних елементів системи ґрунт-рослина* / за ред. А.І. Фатєєва, В.Л. Самохвалової. — Х.: Миськдрук, 2012. — 146 с.



10. The heavy metal and mineral compositions of some Triticale grains / S. Ahmet Bağcı, M. Musa Özcan, Nesim Dursun, Nurhan Usiu and İrfan Özer // 10th International Seminar on Harnessing Science and Technology Applications through Capacity Building and Economic Policies for Sustainable Development (September 13–15, 2018). — Mahatma Gandhi House, Göttingen, Germany. — P. 21.
11. Cadmium minimization in wheat: A critical review (Review) / M. Rizwan, S. Ali, T. Abbas et al. // *Ecotoxicology and Environmental Safety*. — 2016 (August 01). — Vol. 130. — P. 43–53.
12. Рекомендації щодо запобігання забрудненню важкими металами ґрунтів та рослинної продукції в умовах зрошуваного землеробства / С.А. Балюк, В.Я. Ладних, А.І. Фатєєв та ін. // *Аграрна наука — виробництво*. — К., 2000. — С. 5–9.
13. Залевський Р.А. Оцінка джерел надходження важких металів у інтенсивних агроєкосистемах Полісся / Р.А. Залевський // *Вісник ДАУ*. — 2005. — № 2. — С. 297–302.
14. Кисель В.И. Биологическое земледелие в Украине: проблемы и перспективы / В.И. Кисель. — Х.: Штрих, 2001. — 162 с.
15. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов: ГОСТ 30178-96. — [Действует от 2002-04-01]. — К.: Госстандарт Украины, 2001. — 9 с. — (Межгосударственный стандарт).
16. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.
17. Кабата-Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. — М.: Мир, 1989. — 439 с.

## REFERENCES

1. Ilin, V.B., Garmash, G.A. & Garmash, N.Yu. (1983). Vliyanie tiazhelukh metallov na rost, razvitye i urozhainost selskokhoziaistvennykh kultur [The influence of heavy metals on the growth, development and yield of crops]. *Agrokhiymiya — Agrochemistry*, 6, 91–99 [in Russian].
2. Rudakov, Yu.M., Honchar, N.V., Kozechko, V.I. & Nakloka, Yu.I. (2012) Vplyv poperednykh i dobrykh na vmist nitrativ i vazhkykh metaliv u zerni pshenytsi ozymoi v pivnichnomu Stepu [Effect of precursors and fertilizers on the content of nitrates and heavy metals in winter wheat in the northern Steppe]. *Zbirnyk naukovykh prats umanskoho natsionalnoho universytetu sadiivnytstva. Ahronomiia — Agronomy*, 1, 81, 160–164 [in Ukrainian].
3. Karpova, E.A. & Potutaeva, Yu.A. (2005). Nakoplenie tyazheliykh metallov rasteniyami ozymoi rzhii i ovsy pri primenenni azotnyykh, kaliynykh i dlitelnomu posledystvii fosfornykh udobreniy na dernovo-podzolistoy pochve [The accumulation of heavy metals by plants of winter rye and oats with the use of nitrogen, potash and long-term aftereffect of phosphorus fertilizers on sod-podzolic soil]. *Agrokhiymiya — Agrochemistry*, 4, 59–66 [in Russian].
4. Holovko, V.O., Zlotin, A.Z. & Mieshkova, V.L. (2009). *Silskohospodarska ekolohiia [Agricultural ecology]*. Kharkiv: Espada [in Ukrainian].
5. Tkachuk, O.P. & Yakovets, L.A. (2016). Osoblyvosti zabrudnennia zernovoi produktsii vazhkyimi metalami v umovakh vynyntskoi oblasti [Features of contamination of grain products by heavy metals in the Vinnitsa region]. *Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho Natsionalnoho ahramoho universytetu «Sil'ske hospodarstvo ta lisivnytstvo» — Collection of scientific works of Vinnytsia National Agrarian University «Agriculture and Forestry*, 4, 179–186 [in Ukrainian].
6. Korsun, S.H., Davydiuk, H.V. & Svydyniuk, I.M. (2004). Balans vazhkykh metaliv ta mikroelementiv u zernovii sivozmini v umovakh Pivnichnoho Lisostepu [Balance of heavy metals and trace elements in grain rotation in Northern Forest-steppe conditions]. *Ahroekolohichniy zhurnal — Agroecological Journal*, 4, 33–36 [in Ukrainian].
7. Chernyih, N.A. (1996). Intensivnost postupleniya tyazheliykh metallov v agrolandschafty [The intensity of heavy metals in agrolandschafts]. *Problemy ekologicheskoy bezopasnosti agropromyishlennogo kompleksa — Problems of environmental safety of the agro-industrial complex*, 2, 9 [in Russian].
8. Makarenko, N.A., Bondar, V.I., Tohachynska, O.V., Kononiuk, L.M. & Svydyniuk, I.M. (2009). Pohlynannia svyntsiiu pshenytsiu ozymoiu za riznykh tekhnolohii vyroshchuvannia v umovakh Pivnichnoho Lisostepu Ukrainy [Lead uptake by winter wheat under different growing techniques in the Northern Forest-Steppe of Ukraine]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy — Scientific reports of NULES of Ukraine*, 4(16). Retrieved from <http://nd.nubip.edu.ua/2009-4/09mnanlu.pdf> [in Ukrainian].
9. Fatieiev, A.I. & Samokhvalova, V.L. (2012). *Diahnostyka stanu khimichnykh elementiv systemy hrunt-roslina [Diagnosis of chemical elements of soil-plant system]*. Kharkiv: Miskdruk [in Ukrainian].
10. Ahmet Bağcı, S., Musa Özcan, M., Nesim Dursun, Nurhan Usiu & İrfan Özer (2018). The heavy metal and mineral compositions of some Triticale grains'18: 10th International Seminar on Harnessing Science and Technology Applications through Capacity Building and Economic Policies for Sustainable Development (September 13–15). (p. 21). Mahatma Gandhi House, Göttingen, Germany [in English].
11. Rizwan, M., Ali, S., Abbas, T., Zia-ur-Rehman, M., Hannan, F., Keller, C., Al-Wabel, M.I. & Ok, Y.S. (2016). Cadmium minimization in wheat: A critical review (Review). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 130, 43–53 [in English].
12. Baliuk, S.A., Ladnykh, V.Ia., Fadeiev, A.I., Zakharova, M.A. & Moshnyk, L.I. (2000). Rekomendatsii shchodo zapobihannia zabrudnenniu vazhkyimi metalami ґрунтів та рослинної продукції в умовах зрошуваного землеробства [Recommendations for the Prevention of Contamination of Heavy Metals Soils and Vegetable Products in Irrigated Farming].

- Ahrarna nauka – vyrobnytstvu [Agrarian science – production]. Kyiv [in Ukrainian].*
13. Zalevskiy, R.A. (2005). Otsinka dzhherel nadkhodzhenia vazhkykh metaliv u intensyvnykh ahroekosystemakh polissia [Assessment of sources of heavy metals in intensive forestry agroecosystems]. *Visnyk DAU – GAU Bulletin*, 2, 297–302 [in Ukrainian].
  14. Kisel, V.I. (2001). *Biologicheskoe zemledelie v Ukraine: problemy i perspektivy [Biological farming in Ukraine: problems and prospects]*. Harkov: Shtrih [in Russian].
  15. Syr'ye i produkty pishchevyye. Atomno-absorbtsionnyy metod opredeleniya toksichnykh elementov. [Raw material and food-stuffs. Atomic absorption method for determination of toxic elements]. (2001). *GOST 30178-96. from -01<sup>st</sup> April 2002*. Kiev: Gosstandart Ukrainy [in Russian].
  16. Dospheov, B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta [Methodology of field experiment]*. Moskva: Agropromizdat [in Russian].
  17. Kabata-Pendias, A. & Pendias, H. (1989). *Mikroelementy v pochvah i rastenyah [Trace elements in soils and plants]*. Moskva: Mir [in Russian].

Стаття надійшла до редакції журналу 30.07.2019

УДК 631.1:631.192

DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2019.183476>

## ПОТЕНЦІАЛ БІОПРОДУКТИВНОСТІ ЗРОШУВАНИХ АГРОЕКОСИСТЕМ У ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПІ

Ю.О. Тараріко<sup>1</sup>, Я.П. Цвей<sup>2</sup>, Г.І. Личук<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Інститут водних проблем і меліорації НААН

<sup>2</sup> Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН

<sup>3</sup> ННЦ «Інститут землеробства НААН»

*Висвітлено, що у лісостеповій зоні зрошувальною мережею на початку 90-х років минулого століття охоплювалося майже 0,8 млн га. Внаслідок кліматичних змін виникла потреба в обґрунтуванні доцільності відновлення і розширення зрошувальних меліорацій. Встановлено, що за впливом на врожайність усіх культур сівозміни тривале застосування соломи з NPK і гною з NPK виявилося рівнозначним щодо зростання продуктивності сівозміни з 4,7 на природному фоні до 6,4 т к. од./га, або на 27%. У найсприятливіші роки, що демонструють близький до оптимального рівень зволоження, продуктивність сівозміни на контролі збільшується до 7,6 т к. од./га, або на 37%; на тлі застосування соломи + NPK — до 8,9, або на 33%; за застосування гною + NPK — до 8,8 т к. од./га, або на 32%. Добрива зменшують коефіцієнт варіації врожайності культур з високого — 35% до середнього рівня — 23–25%. У загальній продуктивності сівозміни частка пшениці озимої варіює у межах 8–10%, цукрових буряків — 10–12, кукурудзи — 17–23, гороху — 5–6, конюшини — 7–8 і ячменю ярого — 7–9%. Встановлено, що для виробництва оптимальною є короткоротаційна сівозміна: 1 — кукурудза; 2 — пшениця озима (ячмінь ярий); 3 — цукрові буряки. За поліпшення поживного і водно-повітряного режимів та оптимізації сівозмінного чинника очікувана продуктивність чорнозему типового у Правобережному Лісостепі буде на рівні 12 т к. од./га.*

**Ключові слова:** лісостепова зона, кліматичні зміни, стаціонарний дослід, система удобрення, умови зволоження, коефіцієнт варіації, біопродуктивність, зрошення.

Опрацювання сучасних виробничих систем з ефективним використанням усіх складових агроресурсного потенціалу сільськогосподарської території в оптимальному їх поєднанні потрібно розпочинати

з оцінки значення основних чинників у формуванні біопродуктивності агроєкосистем [1–4]. Особливо це стосується агрокліматичних ресурсів, а саме гідротермічних умов, які за останні десятиліття істотно змінилися як у глобальному вимірі [5], так і на території України зокрема [6, 7].

Якщо в Степу такі зміни спричиняють зниження сприятливості умов вирощування усіх польових культур [8, 9], то в гумідній зоні із зменшенням гідротермічного коефіцієнта (ГТК) можна очікувати позитивних тенденцій у продуктивності сільськогосподарських угідь [10, 11]. В умовах лісостепової зони, з великим спектром вірогідності прояву і сприятливих та несприятливих гідротермічних умов, вказані тенденції дають підстави очікувати підвищення варіабельності або нестабільності продуктивності посівів і прибутковості аграрного виробництва [12].

Такий стан обумовлює необхідність уточнення потенціалу біопродуктивності сільськогосподарських регіонів Лісостепу як на фоні природної родючості основних типів ґрунтів, так і за активізації різних чинників інтенсифікації землеробства. Здійснюється це з використанням інформаційної бази стаціонарних агротехнічних дослідів, що дають змогу на основі багаторічних даних з урожайності культур, отриманих за різних варіантів агротехнологій, оцінити значення оптимізації деяких чинників і, зокрема, чинника поліпшення водно-повітряного режиму ґрунту [13]. Своєю чергою, за змінних погодних умов це надасть можливість обґрунтувати доцільність відновлення і розширення зрошувальних меліорацій, зокрема у лісостеповій зоні. Адже станом на 1994 р. в Україні площа зрошуваних земель становила 2604,9 тис. га, з них у лісостеповій зоні зрошувальною мережею охоплювалося 791,8 тис. га, зокрема в Київській обл. — 43,9 тис. га [14, 15].

Мета — на основі багаторічних даних урожайності культур польового дослідів встановити природний потенціал біопродуктивності чорнозему типового глибокого малогумусного, а також оцінити значення підвищення рівнів живлення і зволоження в умовах правобережної лісостепової частини Київської обл.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Оцінку кліматичних змін здійснювали на основі значень кліматичного водного балансу (КВБ) і ГТК. Для виконання по-

ставлених завдань використовували багаторічні гідротермічні показники метеостанції м. Біла Церква.

Дослідження проводили на інформаційній базі стаціонарного агротехнічного дослідів Білоцерківської дослідної селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН [16]. Ґрунт — чорнозем типовий глибокий малогумусний крупнопилуваатолегкосуглинковий із вмістом гумусу 3,6–4,1%, рухомих фосфору і калію (за Чиріковим) — 13–15 і 5–7 мг/100 г відповідно, гідролізованого азоту (за Корнфільдом) — 12–14 мг/100 г ґрунту.

Сівозміна: 1 — конюшина; 2 — пшениця озима; 3 — цукрові буряки; 4 — горох; 5 — пшениця озима; 6 — цукрові буряки; 7 — кукурудза на зелений корм; 8 — пшениця озима; 9 — цукрові буряки; 10 — ячмінь. Обробіток ґрунту — різноглибинний комбінований: глибока на 28–30 см оранка під цукрові буряки, на 20–25 — під кормові, мілкий обробіток під зернові — на 12–15 см. Порівнювали системи удобрення: 1 — Контроль, 2 —  $N_{50}P_{66}K_{66} + 8$  т/га гною, 3 —  $N_{50}P_{66}K_{66}$  + побічна продукція.

Природний фон родючості встановлювали за варіантами без добрив, за показниками середньої за роками врожайності культур. Максимальний рівень продуктивності посівів на цьому фоні у найсприятливіший за історію ведення дослідів рік демонструє поліпшення водно-повітряного режиму ґрунту. Середня за роки досліджень врожайність за тривалого застосування органічних і мінеральних добрив засвідчує покращення поживного режиму ґрунтового покриву. Максимальна продуктивність культур на фонах тривалого застосування добрив демонструє одночасну оптимізацію умов вологозабезпеченості і живлення рослин.

Для порівняльної оцінки продуктивності культур і сівозмін використовували показник кормової цінності — кормова одиниця (к. од.) [17]. Для оцінки діапазону значень врожайності культур і продуктивності сівозміни за роками використовували коефіцієнт варіації, що групується відпо-

відно до прийнятої шкали: менше 15% — низький; 15–30 — середній; понад 30 — високий [18].

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Клімат регіону характеризується задовільним рівнем забезпечення тепловими ресурсами та нестійким зволоженням. Середньорічна температура повітря за 1991–2018 рр. становить 9,0°C і постійно зростає з трендом від 8 до 10°C. За останнє десятиліття її значення лише двічі знижувалось нижче 9,5°C. Середньорічна кількість опадів за вказаний період становить 615 мм.

Упродовж січня — квітня в середньому випадає щомісячно 35–40 мм опадів, що в сумі становить близько 150 мм. За цей період потенційне сумарне випаровування становить в середньому 140 мм. Але наприкінці травня потенційне випаровування (з наростаючим підсумком) у середньому переважає обсяги вологи, що надходить з опадами сумарно з початку року на 33 мм, наприкінці червня дефіцит вологи сягає 70, липня — 127 мм. Це свідчить, що для формування оптимального рівня продуктивності ранніх культур необхідно забезпечити додаткове надходження вологи у

межах 1100–1300 тис. м<sup>3</sup>/га. До кінця вегетації пізніх культур (серпень — вересень) внаслідок значного рівня випаровування дефіцит зволоження продовжує зростати і досягає 165–175 мм. Загалом, у регіоні через збереження тенденції до підвищення температурного режиму динаміка КВБ спрямовується у бік погіршення умов зволоження (рис. 1).

Для оцінки умов зволоження вегетаційного періоду також використовують ГТК — співвідношення суми опадів та суми активних температур повітря. Якщо на початку 90-х років минулого століття ГТК вегетаційного періоду в середньому становив 1,4 і відповідав умовам задовільного зволоження, то за останні чотири роки цей показник не перевищував 1,0, що відповідає значенню посушливих умов. Окрім того, за 1991–2018 рр. у регіоні у 32% разів, тобто 3 роки із десяти, спостерігаються сильно- та середньопосушливі умови вегетаційного періоду (табл. 1).

На практиці основним критерієм родючості ґрунтів у всіх її складових є врожайність сільськогосподарських культур як функція природних і набутих властивостей, обумовлених складною системою

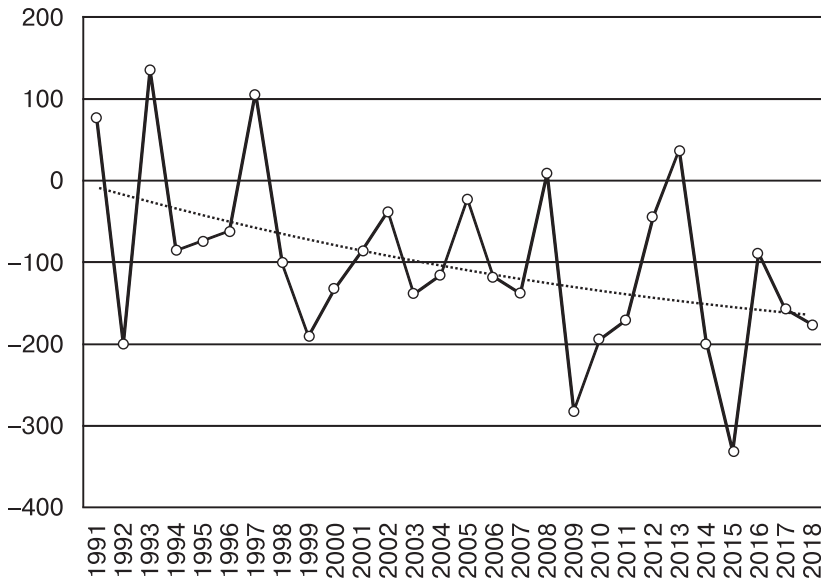


Рис. 1. Динаміка річного кліматичного водного балансу за 1991–2018 рр., мм

Таблиця 1

## Частота повторень різних рівнів зволоження вегетаційного періоду (квітень — вересень), за 1991–2018 рр.

ГТК	Ступінь посушливості	Частота, %
менше 0,7	сильна посуха	7
0,71–1,00	середня посуха	25
1,01–1,20	слабке зволоження	25
1,21–1,80	задовільне зволоження	43

грунтових процесів, які регулюються цілеспрямованою діяльністю людини. Динаміка врожайності культур сівозміни аналізувалася на контролі без дорив і на фоні органо-мінеральної системи удобрення із використанням на добриво побічної частини врожаю. Ці варіанти досліду імітують рослинницьку спеціалізацію аграрного виробництва. Поєднання 8 т/га гною і мінеральних добрив є характерним для змішаної тваринницько-рослинницької галузевої структури з навантаженням 1 умовна голова великої рогатої худоби на 1 га.

*Пшениця озима після конюшини.* На фоні без добрив урожайність пшениці озимої

після конюшини впродовж 18 років варіювала у межах 20,0–56 ц/га із середнім значенням 40,5 ц/га. До того ж кількість років зі значенням вказаного показника нижче середнього рівня становить 8 порівняно з 10 сприятливішими (рис. 1). Середня продуктивність посівів пшениці озимої за тривалого застосування мінеральних добрив як на фоні внесення соломи на добриво, так і за застосування гною виявилася однаковою — 46 ц/га. Максимальну врожайність цієї культури встановлено за органо-мінеральної системи удобрення з поєднанням соломи і NPK — майже 64 ц/га. Отже, за природного фону родючості вихід

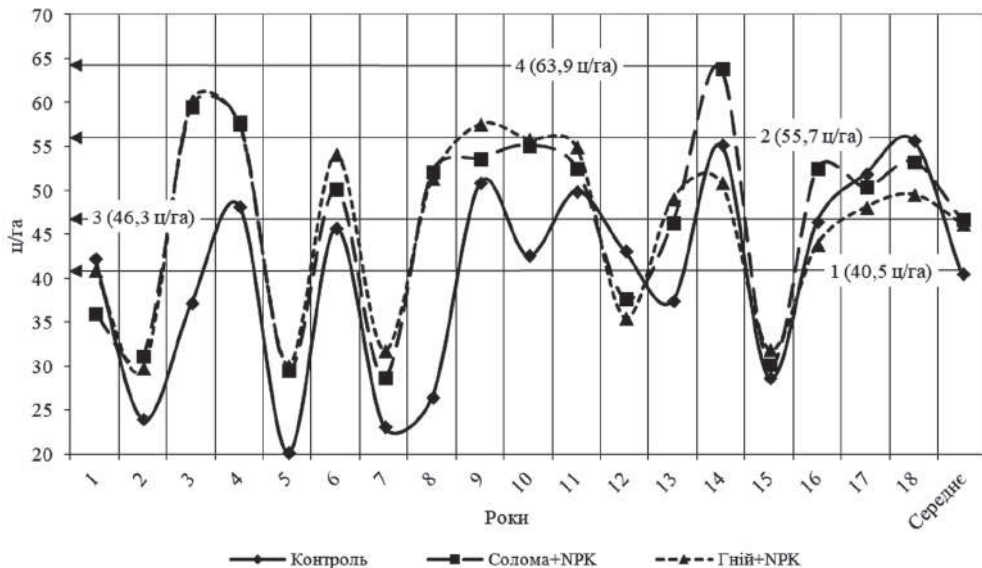


Рис. 2. Діапазон значень врожайності пшениці озимої після конюшини та оптимізації режимів: 1 — природний фон, 2 — зволоження, 3 — живлення, 4 — зволоження і живлення

зерна максимально до середнього у найсприятливіший рік зростає на 38%, а на глі застосування добрив – на 28% (табл. 2).

Коефіцієнт варіації врожайності культури змінювався у межах середнього рівня з тенденцією до зниження на удобрених

Таблиця 2

**Середні і максимальні рівні врожайності культур та продуктивність сівозміни за різних систем удобрення**

Культура	Однієї виміру	Контроль			Солома + NPK			Гній + NPK		
		1*	2	3	1	2	3	1	2	3
Конюшина	ц/га	216	307	30	271	380	29	260	380	32
Пшениця озима	ц к. од./га	38,9	55,3	26	48,9	68,4	27	46,8	68,4	22
	ц/га	41,5	55,7		46,7	63,9		46,8	60,2	
	ц к. од./га	46,8	62,9		52,8	72,2		52,9	68,0	
Цукрові буряки	ц/га	253	375	33	364	469	22	371	469	21
	ц к. од./га	53,1	78,8		76,4	98,5		78,0	98,5	
Горох	ц/га	23,4	30,9	24	29,7	38,7	23	30,4	40,7	25
	ц к. од./га	27,3	36,2		34,7	45,3		35,5	47,6	
Пшениця озима	ц/га	42,1	55,0	24	49,8	61,2	19	48,8	64,6	24
	ц к. од./га	49,2	64,4		58,3	71,6		57,1	75,6	
Цукрові буряки	ц/га	236	358	34	362	470	23	372	499	25
	ц к. од./га	49,6	75,2		76,0	98,7		78,1	104,8	
Кукурудза	ц/га	374	713	48	519	737	30	505	630	20
	ц к. од./га	89,8	171,1		124,5	176,9		121,2	151,2	
Пшениця озима	ц/га	36,4	61,7	41	50,3	70,4	29	49,5	75,4	34
	ц к. од./га	42,6	72,2		58,8	82,4		57,9	88,2	
Цукрові буряки	ц/га	196	354	45	335	508	34	336	509	34
	ц к. од./га	41,0	74,3		70,4	106,7		70,6	106,9	
Ячмінь	ц/га	27,7	53,3	48	38,5	57,6	33	36,2	53,6	32
	ц к. од./га	34,4	66,1		47,8	71,4		44,9	66,5	
Продуктивність сівозміни, ц к. од./га		47,3	75,6	37	64,9	89,2	27	64,3	87,6	27

Примітка: \* 1 – середня врожайність і продуктивність; 2 – максимальна врожайність і продуктивність; 3 – частка зростання до середнього.



фонах (табл. 3). Тобто стабілізувати продуктивність посівів пшениці озимої після конюшини на рівні 6–7 т/га за цих умов можливо шляхом оптимізації водно-повітряного і поживного режимів ґрунту.

*Пшениця озима після гороху.* Різні рівні врожайності пшениці озимої після гороху залежно від погодних умов на природному фоні родючості також є доволі значними — 28–55 ц/га з середнім значенням 42,1 ц/га. До того ж у дев'яти із 14 років продуктивність посівів цієї культури була нижче середньої при максимальному рівні 55 ц/га. Середня врожайність пшениці озимої за обох органо-мінеральних систем удобрення була однаковою — 50 ц/га при максимальному значенні 65 ц/га на фоні тривалого застосування соломи і NPK. Загалом, це відповідає аналогічним показникам пшениці озимої у варіанті досліду після конюшини, за винятком значно нижчого коефіцієнта варіації врожайності за роками, що майже відповідає низькому рівню. Слід зауважити, що як на контролі без добрив, так і у варіантах з внесенням добрив завдяки поліпшенню умов зволоження у найсприятливішому році врожайність зерна зростає до середнього рівня на 24%.

*Пшениця озима після кукурудзи молочно-воскової стиглості.* На відміну від бобових попередників, у варіанті без добрив

пшениця озима після кукурудзи забезпечує помітно нижчу середню за роками врожайність — 36,4 ц/га порівняно з 41–42 ц/га. Однак за сприятливих умов зволоження кукурудза як попередник значно переважає конюшину і горох — майже 62 ц/га порівняно з 55 ц/га. Те саме стосується удобрених фонів. Середня врожайність за обох органо-мінеральних систем удобрення становить 50 ц/га при максимальному значенні у найсприятливіший рік 75 ц/га порівняно з 65 ц/га після бобових культур. Отже, у варіанті без використання добрив поліпшення умов зволоження дає змогу підвищити врожайність культури до середнього рівня на 42%, за органо-мінеральних систем удобрення — на 33%.

Коефіцієнт варіації врожайності пшениці озимої після кукурудзи виявився значно вищим порівняно з конюшиною і горохом, особливо на контролі (без добрив) — 39%, що відповідає високому рівню. Така нестабільність продуктивності посівів цієї культури свідчить про особливу необхідність регулювання умов зволоження після кукурудзи, насамперед на фоні без застосування добрив.

*Цукрові буряки у ланці з конюшиною.* На природному фоні родючості врожайність цукрових буряків після конюшини варіює за роками у межах 100–375 ц/га з серед-

Таблиця 3

Коефіцієнти варіації врожайності культур сівозміни, %

Культура	Контроль	Солома + NPK	Гній + NPK
Конюшина	31	24	32
Горох	28	23	25
Кукурудза	37	23	21
Пшениця озима після конюшини	28	24	23
Пшениця озима після гороху	19	16	22
Пшениця озима після кукурудзи	39	30	30
Цукрові буряки 1	39	16	17
Цукрові буряки 2	37	23	24
Цукрові буряки 3	41	23	30
Ячмінь	46	27	27

нім показником 248 ц/га. Це свідчить, що в найсприятливіші за зволоженням роки врожайність цієї культури до середньої зростає на 44%. Здебільшого за роками система удобрення з використанням гною + NPK за врожайністю переважала систему з використанням соломи + NPK за однакового середнього рівня 370 ц/га.

Максимальні значення продуктивності посівів цукрових буряків у цих системах також були однаковими — на рівні 470 ц/га. Отже, одночасне покращення поживного і водно-повітряного режимів дає змогу збільшити врожайність цукрових буряків у ланці з конюшиною і пшеницею озимою на 21%. Результати порівняння з контролем (44%) можуть свідчити, що досліджувані системи удобрення потребують уточнення.

Коефіцієнт варіації врожайності цукрових буряків у варіанті без добрив є високим — 39%. Органічні і мінеральні добрива зменшують цей показник майже до низького рівня — 15–17%.

*Цукрові буряки у ланці з горохом.* На природному фоні родючості (без добрив) урожайність цукрових буряків після гороху варіювала у межах 70–360 ц/га з середнім значенням 236 ц/га. Тобто поліпшення умов зволоження дає змогу підвищити продуктивність цієї культури у ланці з горохом і пшеницею озимою в 1,5 раза, або на 44%. У цій ланці за систематичного застосування органо-мінеральних систем удобрення врожайність цукрових буряків варіювала у межах 207–499 ц/га на тлі застосування гною + NPK та у межах 227–470 ц/га — соломи + NPK за середніх значень 372 і 362 ц/га відповідно. Отже, у найсприятливішому за зволоженням році продуктивність культури збільшується лише на 25% при 44% на контролі.

Врожайність цукрових буряків на природному фоні родючості є високою і становить 37%, за застосування органічних і мінеральних добрив вона знижується до середньої — 23%, що свідчить про їх високу стабілізуючу дію за змінних погодних умов.

*Цукрові буряки у ланці з кукурудзою.* Врожайність коренеплодів цукрових бу-

ряків після кукурудзи на контролі (без добрив) варіювала у межах 97–354 ц/га із середнім значенням 195 ц/га. У варіантах з удобренням ці показники становили 94–509 та 336 ц/га відповідно. Тобто поліпшення умов зволоження у ланці з кукурудзою дає змогу збільшити вихід коренеплодів на природному фоні родючості на 45%, за органо-мінеральної системи удобрення — на 34%.

Коефіцієнт варіації врожайності цукрових буряків після кукурудзи на контролі є високим — 41%, у варіантах з органо-мінеральним удобренням — середнім: 23% — за поєднання соломи і NPK та 30% — за сумісного застосування гною і NPK.

Загалом, порівнюючи середню за роками продуктивність поля цукрових буряків у різних ланках сівозміни, необхідно відзначити перевагу бобових попередників як на природному фоні родючості, так і за систематичного застосування добрив. У найсприятливіші за зволоженням роки на контролі (без добрив) як попередник переважає конюшина, за застосування добрив — горох і кукурудза. Необхідно також відзначити рівноцінну ефективність для цукрових буряків внесення гною і соломи як в аспекті зростання врожайності, так і щодо підвищення стабільності продуктивності за змінних погодних умов.

*Багаторічні трави.* Врожайність конюшини на контролі (без добрив) варіює у межах 117–307 ц/га зеленої маси з середнім значенням 216 ц/га. Здебільшого за роками досліджень за ефективністю солома переважає гній, хоча середні показники продуктивності культури є близькими — 271 та 260 ц/га відповідно, а максимальні однаковими — 380 ц/га. Це пояснюється рівнем варіації врожайності, що на фоні внесення соломи є середнім — 24%, гною — високим — 32% порівняно з 31% на контролі.

У найсприятливішому році як за природного фону, так і на тлі систематичного застосування добрив вихід зеленої маси конюшини зростає до середнього на 30%. Порівняно з іншими культурами сівозміни, це може свідчити про відсутність обмежувальної дії дефіциту азоту щодо цієї

бобової культури за поліпшення умов зволоження.

*Горох.* Вирощування гороху без добрив в умовах регіону дає змогу отримувати 12,2–30,9 ц/га зерна з середнім рівнем 23,4 ц/га. У варіантах з удобренням соломною і гноєм урожайність культури є подібною — у межах 17–41 ц/га із середніми значеннями 30,4 та 29,7 ц/га відповідно. Тобто на природному фоні родючості за поліпшення умов зволоження врожайність гороху зростає на 24%, а за систематичного застосування органо-мінеральних систем удобрення — на 27%. Це може свідчити про незалежність бобових культур від дефіциту доступних форм азоту у ґрунті. До того ж коефіцієнт варіації врожайності гороху за роками на контролі становить 28%, а за застосування добрив знижується до 23–25%.

*Кукурудза молочно-воскової стиглості.* Врожайність кукурудзи на зелену масу на контролі (без добрив) варіює у межах 190–713 ц/га з середнім значенням 374 ц/га. У варіанті із сумісним застосуванням соломи і мінеральних добрив ці показники становлять 252–737 та 519 ц/га, а за поєднання гною і NPK — 265–630 та 505 ц/га відповідно. Тобто кукурудза значно краще реагує на поліпшення умов зволоження порівняно з рівнем живлення, хоча коефіцієнт варіації виходу зеленої маси цієї культури на тлі застосування добрив знижується з високого (37%) до середнього (21–23%) рівня.

*Ячмінь ярий.* Урожайність ячменю на контролі (без добрив) варіює у межах 10,0–53,3 ц/га у найсприятливішому році з середнім показником 27,7 ц/га. За поєднання гною і мінеральних добрив максимальне значення, як і за природного фону родючості, також сягає 53,3 ц/га при середньому рівні 36,2 ц/га. На тлі сумісного застосування соломи і NPK максимальний вихід зерна становить 57,6 ц/га при середньому значенні 38,5 ц/га. Це може свідчити, що продуктивність посівів ячменю, як і кукурудзи, значно більшою мірою залежить від умов зволоження, ніж від рівня живлення рослин.

Коефіцієнт варіації врожайності ячменю ярого за природного фону родючості за

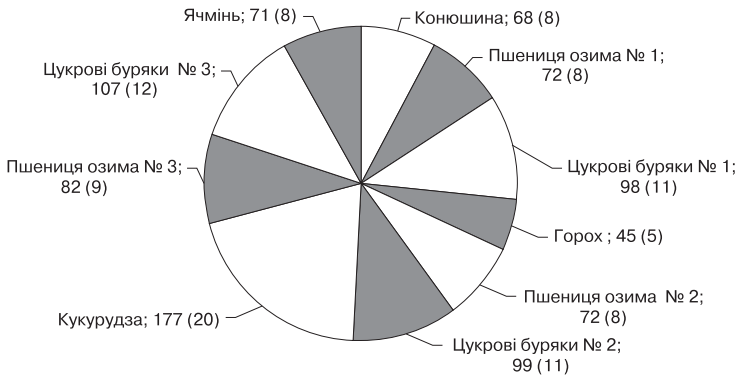
роками виявився найвищим серед інших культур сівозміни — 46%. Органо-мінеральні системи знижують цей показник до середнього рівня — 27%.

Отже, попередній аналіз даних урожайності культур сівозміни свідчить, що чинник поліпшення умов зволоження більшою мірою впливає на продуктивність посівів, ніж покращення поживного режиму ґрунту. Про це свідчить порівняння діапазону середніх і максимальних обсягів виходу продукції на контролі і удобрених варіантах досліду. Одним із чинників такого стану може бути дефіцит одного з елементів живлення рослин. Зважаючи на те, що частка збільшення середньої до максимальної врожайності бобових культур за варіантами досліду є майже однаковою, можна припустити існування дефіциту саме азоту.

Необхідно також відзначити подібність показників урожайності всіх культур сівозміни на фонах поєднання гною і мінеральних добрив та соломи і NPK ( $R^2 = 0,8–0,9$ ). Це також може свідчити на користь припущення про існування певного обмежувального продуктивності рослин чинника. Тобто за її усунення рівень біопродуктивності культур і сівозміни, загалом, може бути значно вищим порівняно з показниками, отриманими у досліді.

З вирощуваних у сівозміні культур у перерахунку на кормові одиниці найвищою продуктивністю відрізняється кукурудза в усіх досліджуваних варіантах удобрення. Так, на контролі (без добрив) ця культура забезпечує середній вихід 90 ц к. од./га, максимальний рівень у найсприятливіший рік, що імітує зрошення, досягається за поєднання соломи і мінеральних добрив — 180 ц к. од./га (рис. 3).

За природного фону родючості вищою середньою продуктивністю порівняно з іншими культурами відрізняються пшениця озима і цукрові буряки у сівозміні після конюшини і гороху (47–53 ц к. од./га), що також може свідчити про обмежувальний чинник азотного живлення у цих умовах. Максимальний рівень продуктивності на контролі у найсприятливішому році продемонстрували цукрові буряки після усіх по-



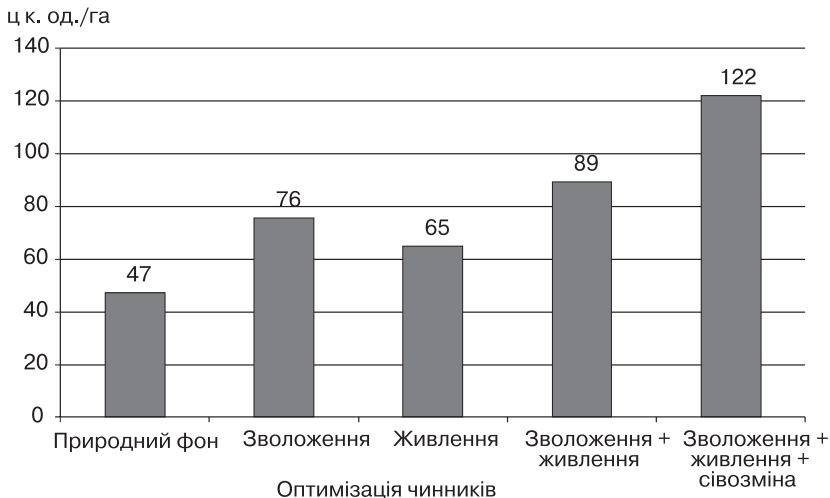
**Рис. 3.** Частка культур у продуктивності сівозміни на фоні удобрення соломою + NPK за сприятливих умов зволоження, ц к.од./га (%)

передників (74–79 ц к. од./га) та пшениця озима після кукурудзи (72 ц к. од./га).

У варіантах з удобренням середнім за роками виходом кормових одиниць з 1 га відрізнялася пшениця озима у сівозміні після гороху і кукурудзи, цукрові буряки — після кукурудзи. Максимальні рівні продуктивності у найсприятливіших умовах зволоження продемонстрували ті самі культури у сівозміні після кукурудзи на зеленому кормі. Отже, в умовах зрошення для впровадження на виробництві тваринницької спеціалізації та за органомінеральної системи удобрення доцільно

запропонувати таку сівозміну: 1 — кукурудза на зелений корм; 2 — пшениця озима; 3 — цукрові буряки з продуктивністю 122 ц к. од./га (рис. 4).

За рослинницької спеціалізації виробництва з вирощування ліквідних культур без кормових сівозмін: 1 — горох; 2 — пшениця озима; 3 — цукрові буряки за зрошення матимуть продуктивність у 80 ц к.од./га. Якщо припустити дозрівання кукурудзи молочно-воскової стиглості за умов коефіцієнта перерахунку на зерно на рівні 0,12 [4], то його вихід з 737 ц/га зеленої маси буде становити 89 ц/га, або



**Рис. 4.** Потенціал продуктивності чорнозему типового глибокого малогумусного в Правобережному Лісостепі за оптимізації різних чинників

120 ц к. од./га. У сівозміні: 1 — ячмінь ярий; 2 — цукрові буряки; 3 — кукурудза на зерно можна буде отримувати близько 100 ц к. од./га.

### ВИСНОВКИ

Проведений аналіз засвідчив, що за останні десятиліття в Правобережному Лісостепі відбулися значні негативні кліматичні зміни щодо погіршення умов зволоження. Такий стан супроводжується значним діапазоном значень врожайності культур і продуктивності сівозміни за роками. Так, на природному фоні родючості чорнозему типового глибокого малогумусного забезпечується продуктивність врожайності культур на рівні 50 ц к. од./га (з варіацією 35%) з середніми за роками досліджень рівнями показників, а саме: пшениця озима після конюшини — 41,5 ц/га (28%), після гороху — 42,1 (19), кукурудзи — 36,4 (39); буряки цукрові у ланці з кукурудзою — 200 (41), з бобовими — 250 (37–39); кукурудза — 370 (37), конюши-

на — 220 (31), горох — 23,4 (28), ячмінь — 27,7 ц/га (46%). У варіантах з удобренням продуктивність сівозміни зростає до 65 ц к. од./га, з коефіцієнтом варіації 23–25%. За сприятливих умов живлення і зволоження максимально щодо досліджуваних культур ці показники сягають: пшениця озима за різних систем удобрення і бобових попередників — на рівні 60–65 ц/га, після кукурудзи — 70–75; буряки цукрові — 470–510, кукурудза — 740, конюшина — 380, горох — 40, ячмінь — 58 ц/га з середньою продуктивністю культур у 10-пільній сівозміні на рівні 90 ц к. од./га. Вихід кормових одиниць в короткоротаційній 3-пільній сівозміні можна очікувати на рівні 120 ц/га. Все це свідчить, що в умовах існуючих кліматичних змін навіть у лісостеповій зоні для істотного підвищення продуктивності і сталості землеробства, і загалом аграрного виробництва, потрібно відновити та розширити відповідно до наявних у регіоні водних ресурсів зрошувальні меліорації.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Розробка ґрунтозахисних ресурсо- та енергозберігаючих систем ведення сільськогосподарського виробництва з використанням комп'ютерного програмного комплексу: Рекомендації. — К.: Нора-Друк, 2002. — 122 с.
2. Біоенергетичні зрошувальні агроєкосистеми. — К.: ДІА, 2010. — 86 с.
3. Рекомендації з формування біоенергетичних агроєкосистем. Науково-технологічне забезпечення аграрного виробництва (Лівобережний Лісостеп). — К.: ДІА, 2010. — 156 с.
4. Формування біоенергетичних агроєкосистем в зоні Полісся України (Рекомендації). Науково-технологічне забезпечення аграрного виробництва Лівобережного Полісся. — К.: ДІА, 2012. — 248 с.
5. North-Eurasian Climate Center — Review of the state of climate change for 2016 (January-December) [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201613>
6. *Ромащенко М.І.* Районування території України за рівнем забезпеченості гідротермічними ресурсами в умовах глобальних кліматичних змін / М.І. Ромащенко // Збірка наукових праць, присвячена Міжнародному року ґрунтів та Міжнародному дню ґрунту, який відзначають щорічно 5 грудня «Ґрунти та меліорація: минуле і майбутнє». — К., 2015. — С. 11–16.
7. Районування території України за рівнем забезпеченості гідротермічними ресурсами та обсягами використання сільськогосподарських меліорацій / Ю.О. Тараріко, Р.В. Сайдак, Ю.В. Сорока, С.В. Вітвіцький. — К.: ЦП «Компринт», 2015. — 62 с.
8. Наукові засади розвитку аграрного сектора економіки південного регіону України / За наук. ред. М.І. Ромащенко, Р.А. Вожегової, А.П. Шатковського. — Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2017. — 438 с.
9. Методичні рекомендації з планування зрошення на територіях з урахуванням змін клімату та моделей аграрного виробництва. — К., 2015. — 54 с.
10. Меліорація та облаштування українського Полісся (колективна монографія) / За ред. Я.М. Гадзала, В.А. Сташук, А.М. Рокочинського. — Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. — Т. 2. — 854 с.
11. Меліоровані агроєкосистеми. — Ніжин: Видавець ПП Лисенко М.М., 2017. — 696 с.
12. Стан та перспективи розвитку аграрного виробництва в Лісостепу в умовах змін клімату / Ю.О. Тараріко, Ю.В. Сорока, Р.В. Сайдак, В.П. Лукашук // Вісник аграрної науки. — 2019. — № 6. — С. 52–59.
13. Стационарні польові досліді України. Реєстр атестатів. — К.: Аграр. наука, 2014. — 146 с.
14. Наличие и распределение земельного фонда в Украинской ССР. — К.: ГОСАГРОПРОМ УССР. Управление землепользования и землеустройства, 1987. — 99 с.



15. Державний земельний кадастр України. — К: Державний комітет України по земельних ресурсах, 1994. — 120 с.
16. Довгострокові стаціонарні польові досліді України. Реєстр атестатів. — Х.: Вид. «Друкарня № 13», 2006. — 120 с.
17. Довідник поживності кормів / М.М. Карпусь та ін.; за ред. М.М. Карпуся. — К.: Урожай, 1988. — 400 с.
18. *Лакин Г.Ф.* Биометрия / Г.Ф. Лакин. — М.: Высш. шк., 1990. — 352 с.

## REFERENCES

1. *Rozrobka grutozakhysnykh resurso- ta energozberihayuchykh system vedennya sil'skohospodars'koho vyrobnytstva z vykorystannyam komp'yuternoho prohramnoho kompleksu. Rekomendatsiyi* [Development of soil protection resource and energy saving systems for agricultural production using a computer software complex [Recommendations]]. (2002). Kyiv: Nora-Print [in Ukrainian].
2. *Bioenerhetychni zroshuvani ahroekosystemy. [Bio-energy irrigated agroecosystems]*. (2010). Kyiv: DIA [in Ukrainian].
3. *Rekomendatsiyi z formuvannya bioenerhetychnykh ahroekosystem. Naukovo-tehnolohichne zabezpechennya ahromoho vyrobnytstva (Livoberezhnyy Lisostep)* [Recommendations for the formation of bioenergy agroecosystems. Scientific and technological support of agricultural production (Left Bank Forest Steppe)]. (2010). Kyiv: DIA [in Ukrainian].
4. *Formuvannya bioenerhetychnykh ahroekosystem v zoni Polissya Ukrainy. Rekomendatsiyi. Naukovo-tehnolohichne zabezpechennya ahromoho vyrobnytstva Livoberezhnoho Polissya* [Formation of bioenergy agro-ecosystems in the Polesie region of Ukraine. Recommendations. Scientific and technological support of agricultural production of the Left Bank Polissya]. (2012). Kyiv: DIA [in Ukrainian].
5. North-Eurasian Climate Center — Review of the state of climate change for 2016 (January-December). (n.d.). [www.ncdc.noaa.gov](https://www.ncdc.noaa.gov). Retrieved from <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201613> [in English].
6. Romashchenko, M.I. (2015). Rayonuvannya terytoriyi Ukrainy za rivnem zabezpechenosti hidrottermichnykh resursamy v umovakh hlobal'nykh klimatychnykh zmin [Zoning of the territory of Ukraine by the level of provision of hydrothermal resources in the conditions of global climate change]. *Zbirka naukovykh prats', prysvyachena Mizhnarodnomu roku gruntiv ta Mizhnarodnomu dnyu gruntu, yakyy vidznachayut' shchorichno 5 hrudnya «Grunty ta melioratsiya: mynule i maybutnye»* — A collection of scientific papers dedicated to the International Soil Year and International Soil Day, celebrated annually on December 5, «Soils and reclamation: past and future». Kyiv [in Ukrainian].
7. Tarariko, Yu.O., Saydak, R.V., Soroka, YU.V., Vitvits'kyi, S.V. (2015). *Rayonuvannya terytoriyi Ukrainy za rivnem zabezpechenosti hidrottermichnykh resursamy ta obsyahamy vykorystannya sil'skohospodars'kykh melioratsiy* [Zoning of the territory of Ukraine by the level of provision of hydrothermal resources and volumes of utilization of agricultural land reclamation]. Kyiv: SP «Kompynt» [in Ukrainian].
8. Romashchenko, M.I., Vozhehova, RA., Shatkovsky, A.P. (Eds.). (2017). *Naukovi zasady rozvytku ahromoho sektora ekonomiky pivdennoho rehionu Ukrainy* [Scientific bases of development of agrarian sector of economy of the southern region of Ukraine]. Kherson: Oldie-Plus [in Ukrainian].
9. *Metodychni rekomendatsiyi z planuvannya zroshennya na terytoriyakh z urakhuvannyam zmin klimatu ta modeley ahromoho vyrobnytstva* [Methodical recommendations for irrigation planning in the territories in the light of climate change and agricultural production models]. (2015). Kyiv [in Ukrainian].
10. Hadzalo, Ya.M., Stashuk V.A., Rokocinski A.M. (Eds.) (2018). *Melioratsiya ta oblashtuvannya ukraiyins'koho Polissya (kolektyvna monohrafiya). [Reclamation and arrangement of the Ukrainian Polissya (collective monograph)]*. (Vol. 2). Kherson: OLDI-PLIuS [in Ukrainian].
11. *Meliorovani ahroekosystemy* [Reclaimed agroecosystems]. (2017). Nizhyn: Publisher of PP Lysenko M.M [in Ukrainian].
12. Tarariko, Yu.O., Soroka, YU.V., Saydak, R.V., & Lukashuk, V.P. (2019). Stan ta perspektyvy rozvytku ahromoho vyrobnytstva v Lisostepu v umovakh zmin klimatu [State and prospects of development of agricultural production in the forest-steppe in the conditions of climate change]. *Visnyk ahronoyi nauky — Bulletin of agrarian science*, 6, 52–59 [in Ukrainian].
13. *Statsionarni pol'ovi doslidy Ukrainy. Reyestr atestativ. [Stationary field experiments of Ukraine. Register of certificates]*. (2014). Kyiv: Ahrar. Nauka [in Ukrainian].
14. *Nalichiye i raspredeleniye zemel'nogo fonda v Ukrain-skoy SSR* [The presence and distribution of the land fund in the Ukrainian SSR]. (1987). Kiev: GOSA-GROPROM USSR [in Russian].
15. Derzhavnyy zemel'nyy kadastr Ukrainy [State Land Cadastre of Ukraine]. (1994). Kyiv: Derzhavnyy komitet Ukrainy po zemel'nykh resursakh [in Ukrainian].
16. *Dovhostrokovyi statsionarni pol'ovi doslidy Ukrainy. Reyestr atestativ [Long-term stationary field experiments of Ukraine. Register of certificates]*. (2006). Kharkiv: «Printing House №13» [in Ukrainian].
17. Karpus, M.M. et al. (1988). *Dovidnyk pozhycnosti kormiv* [Handbook of feed nutrition]. M.M. Karpus (Ed.). Kyiv: Urozhay [in Ukrainian].
18. Lakin, G.F. (1990). *Biometriya* [Biometrics]. Moskva: Vysshaya shkola [in Russian].

Стаття надійшла до редакції журналу 30.07.2019



---

---

# БІОРІЗНОМАНІТТЯ ТА БІОБЕЗПЕКА ЕКОСИСТЕМ

---

---

УДК 632.38:633.63(477)

DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2019.183478>

## РИЗОМАНІЯ — НЕБЕЗПЕЧНИЙ ВІРУСНИЙ ОБ'ЄКТ ДЛЯ ОЦІНКИ ФІТОСАНІТАРНОГО СТАНУ ПОСІВІВ ЦУКРОВОГО БУРЯКУ УКРАЇНИ

К.В. Гринчук

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*Проаналізовано результати багаторічних досліджень вірусу некротичного пожовтіння жилок буряку, який спричиняє хворобу ризоманію, що є карантинним об'єктом. Описано молекулярно-біологічні властивості, особливості його геному та залежність патогенезу від генетичних варіацій вірусу. Висвітлено різноманіття патотипів вірусу і циркуляцію хвороби у світі та в Україні зокрема, а також способи її поширення. Проведено аналіз природних генів стійкості рослин цукрового буряку до ризоманії.*

**Ключові слова:** вірус некротичного пожовтіння жилок буряку, ризоманія, ген, патотип.

---

Хворобу ризоманію спричиняє вірус некротичного пожовтіння жилок буряку (ВНПЖБ), який уражує цукрові, кормові та столові буряки. Вперше хвороба була зафіксована у 1952 р. у долині р. По на півночі Італії. Нині захворюваність на ризоманію спостерігається в усьому світі, де вирощують цукрові буряки. Відомо, що ВНПЖБ відноситься до роду *Venuvirus*, який включає в себе віруси, що передаються плазмодіафорним грибом *Polymyxa betae*. Нині ВНПЖБ зафіксовано у Європі (Австрія, Бельгія, Болгарія, Франція, Німеччина, Іран, Угорщина, Греція, Чехія, Казахстан, Киргизія, Нідерланди, Польща, Румунія, Росія, Словаччина, Туреччина, Україна, Іспанія, Хорватія, Швеція, Швейцарія, Велика Британія) [1], Азії (Китай, Японія, Сирія) і Північній Америці. У 2015 р. було повідомлено про ідентифікацію ВНПЖБ на червоному столовому буряку в Бразилії [2].

Про появу ВНПЖБ на території України повідомлялось у 1997 р. Українськими дослідниками розроблено молекулярно-біологічні системи діагностики на основі

полімеразної ланцюгової реакції для ідентифікації ВНПЖБ на території України та досліджено українські ізоляти вказаного вірусу [3, 4].

Віріони вірусу — паличкоподібні, мають спіральний тип симетрії з осьовим каналом. Переважно довжина віріонів становить 85, 100, 265 та 390 нм, діаметр — 20 нм. Правостороння спіраль з кроком 2,6 нм має осьовий повтор чотирьох поворотів, що налічують 49 субодиниць білка оболонки (coat protein, CP). Кожна субодиниця CP має чотири нуклеотиди РНК. Протеїни становлять 95% від маси віріона, а молекулярна маса геному — 5%. Вірусний геном кодують структурні і не структурні протеїни. Віріон складається з одного структурного протеїну. Ліпідів не зафіксовано. Чотири компоненти седиментації ідентифіковано в очищеному препараті або п'ять в деяких ізолятах [5].

У соку рослини віруси є нестабільними. За кімнатної температури інфекційність втрачається впродовж одного або кількох днів. Вірус не руйнується в умовах *in vitro*: за температури 4°C впродовж 8 днів, 20°C — 3–7 днів. Інфекційність соку мало змінюється при рН 7–9, однак різко знижу-

ється при рН 3 та рН 10. Також інфекційність соку знижується внаслідок заморожування за температури  $-20^{\circ}\text{C}$ . Температурна точка інактивації ВНПЖБ становить  $65-70^{\circ}\text{C}$  залежно від ізоляту. Інфекційність ВНПЖБ зберігається за депротейнізації за дії фенолу або детергенту. Сік із листка рослини може містити декілька типів віріонів. Граничне розведення, за якого інфекційність вірусу зберігається, становить  $10^{-3}-10^{-4}$  [5].

Отже, ВНПЖБ — паличкоподібний вірус, геном — мультипартидний, представлений (+) РНК, має у своєму складі РНК-1, РНК-2, РНК-3, РНК-4, РНК-5 залежно від ізоляту [6].

Завдяки гомохроматографії та секвенуванню встановлено, що у всіх компонентах геному ВНПЖБ існують 5'-термінальні

кеп-структури, а 3'-кінці геному є поліаденильованими (рисунок) [7, 8].

Так, РНК-1 довжиною 6746 нуклеотидів, за винятком полі(А)-хвоста, містить одну відкриту рамку зчитування (ВРЗ), яка кодує поліпротеїн масою 237 кДа, Р237 (вірусні продукти позначаються молекулярною масою з літерою Р); Р237 містить інформацію для реплікації вірусного геному. Трансляція РНК починається зі стартового кодона у положенні  $\text{AUG}_{154}$  та  $\text{AUG}_{496}$  (протеїн Р237 транлюється зі стартового кодона  $\text{AUG}_{154}$ , протеїн Р220 з  $\text{AUG}_{496}$ ) [4]. Унаслідок розщеплення утворюються протеїни 237 кДа (Р237) та 220 кДа (Р220). Білки реплікації, які розщеплюються після трансляції, демонструють відмінність роду *Benyvirus* від інших паличкоподібних вірусів [8]. На РНК-1 містяться метил-

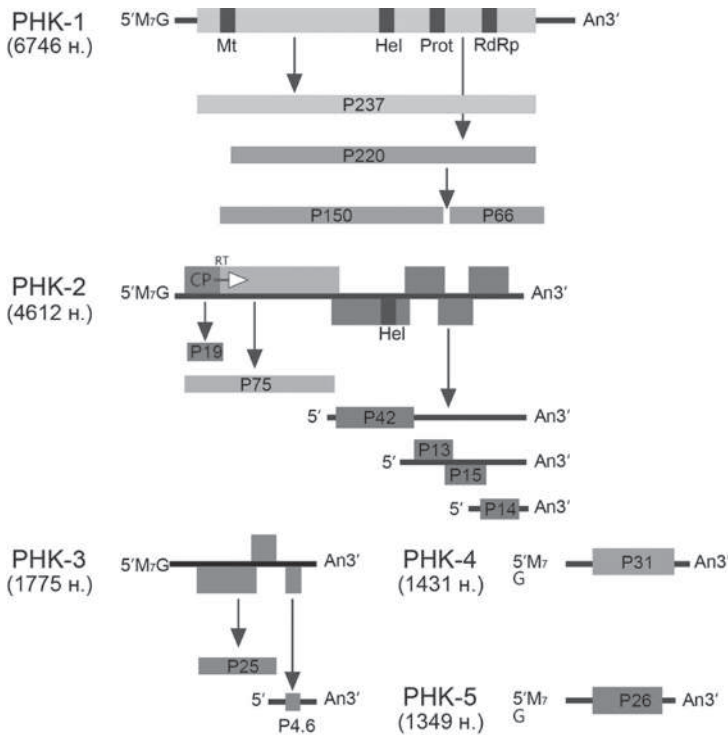


Схема організації геному ВНПЖБ і процесу трансляції: An3' — полі(А)-хвіст; затінено консервативні мотиви: Hel — хеліказа, Mt — метилтрансфераза, Prot — протеаза, RdRp — РНК-залежна РНК-полімераза, RT — «readthrough». Полі (А)-послідовності мають довжину 65–140 нуклеотидів. На 5'-кінці розміщується О-подібний кеп: m<sup>7</sup>GpppNp [8]

трансферазний мотив у N-кінцевій частині поліпротеїну, хеліказний (Hel), протеазний (Prot) мотиви в центральній частині та мотив РНК-залежної РНК-полімерази (RdRp) у С-термінальній області. Продукт первинної трансляції внаслідок аутокаталітичного розщеплення *in vitro* утворює білки масою 150 і 66 кДа. Білок масою 66 кДа виявляти в інфікованих рослинах *Chenopodium quinoa* у спосіб імунологічного аналізу, використовуючи імунову сироватку, специфічну до С-термінальної області головного продукту трансляції РНК-1. Це підтверджує, що процесинг також відбувається в умовах *in vivo*; РНК-1 відповідає за реплікацію ВВПЖБ [9]. Протеїн Р150 містить метилтрансферазний домен, протеазний та хеліказний домени і два домени, функції яких не встановлено, тоді як протеїн Р66 налічує РНК-залежну РНК-полімеразу.

Унаслідок проведення експериментального інфікування протопластів транскриптами з різними комбінаціями РНК-1, РНК-2, РНК-3 та РНК-4 встановлено, що РНК-1, на відміну від інших, може самостійно реплікуватися [10]; РНК-2 довжиною 4612 нуклеотидів, за винятком полі(А)-хвоста, містить ВРЗ, які кодують білки, що відповідають за функції: реплікації, руху вірусу між клітинами, інкапсидатії та супресії посттранскрипційного замовчування генів. Рамка зчитування Р75 — «readthrough» протеїн (RT), до складу якого входять протеїни Р21 і Р54, відповідає за збирання віріона та за передачу ВВПЖБ вектором; ВРЗ 1 кодує білок оболонки вірусу і термінується супресивним UAG стоп-кодом. Молекулярна маса білка оболонки становить 22 кДа; РНК-2 також містить потрійний блок генів (triple gene block, TGB): TGB1, TGB2, TGB3 (42 кДа, 13 кДа, 15 кДа відповідно), що відповідає за рух вірусу у рослині [8].

Протеїн Р42 може зв'язувати РНК та ДНК, тобто він може зв'язувати вірусну геномну РНК; протеїни Р13 та Р15 можуть приєднуватися до плазмодесмів, що надає змогу Р42 проникати у клітини та змінювати їх, завдяки чому віріони ВВПЖБ

можуть рухатися від клітини до клітини. Остання ВРЗ на РНК-2, яка кодує протеїн Р14 (цистеїн-збагачений протеїн), що здатний до супресії природних захисних механізмів рослини — РНК замовчування у разі природної інфекції [11].

Також РНК-3 ВВПЖБ довжиною 1175 нуклеотидів, за винятком полі(А)-хвоста, кодує протеїн 25 кДа (Р25, положення 445–1102 н.), який спричиняє симптоми ураження рослин. Результати дослідження патогенезу різних ізолятів ВВПЖБ свідчать, що за наявності в геномі вірусу РНК-3 на експериментальних рослинах *C. quinoa*, на інокульованих чутливих рослинах та на частково стійких сортах буряку спостерігається формування локальних некрозів. Ізоляти ВВПЖБ, які містять у своєму складі РНК-3, формують чітко виражені локальні ураження на рослинах, тоді як за відсутності РНК-3 на рослинах спостерігаються м'якші симптоми. Так, РНК-3 виконує функцію мультиплікації та руху вірусу в корінцях коренеплоду. Встановлено, що РНК-3 є необхідною для руху у васкулярній системі рослин *Beta macrocarpa*. Транскрипти РНК-3, які мали певні точкові мутації і делеції, були коінокульовані разом РНК-1 та РНК-2 на молоді листочки *B. macrocarpa*, до того ж продемонстровано здатність ВВПЖБ до мультиплікації в інокульованих листках і до системного поширення. Ефективний рух ВВПЖБ у кореневій системі рослин чутливих генотипів буряку є можливим тільки за наявності непошкодженого гена Р25. Протеїн Р25 (25 кДа протеїн, розташування на 445–1102 н.) є найважливішим функціональним протеїном, який відповідає за формування симптомів ураження ВВПЖБ на коренеплоді. Протеїни Р25 і Р31 не можуть пригнічувати РНК замовчування в листках рослини буряку, проте Р31 посилює здатність ВВПЖБ пригнічувати замовчування у корінцях коренеплоду [12]. Стійкі фенотипи рослин реагують на ураження ВВПЖБ по-різному, від майже невидимих некрозів до сірих некротичних пошкоджень у точці інокуляції, а накопичення ВВПЖБ відбувається

у низькій концентрації. Рослини чутливих фенотипів накопичують ВНПЖБ у високій концентрації, з'являються великі світло-жовті некрози. Аналіз сиквенсу природних ізолятів і сайт-специфічного мутагенезу протеїну Р25 засвідчив, що 3 *aa* залишок у позиції 68, 70 та 179 є важливим для визначення стійкого фенотипу рослини, а специфічність генотипу рослини-хазяїна контролюється одиночною амінокислотою заміною у позиції 68. Використовуючи ELISA-метод, у частково стійких до ВНПЖБ сортах розсади, було продемонстровано, що розповсюдження ВНПЖБ за умов відсутності гена Р25 ускладнюється від бічних корінців до головного кореня. Встановлено, що за інокулювання різних чутливих та частково стійких сортів рослин цукрового буряку тільки за наявності РНК-3 у геномі ВНПЖБ з'являлися некрози. Було встановлено чіткий взаємозв'язок між реакцією листків на ураження вірусом і стійкістю корінців рослин цукрового буряку до ВНПЖБ. Ці дослідження підтвердили гіпотезу, що протеїн Р25 у стійких генотипах рослин діє як продукт авірулентного гена (*avr*-ген), а в чутливих генотипах виконує роль патогенного чинника. Вчені дійшли висновку, що за наявності в геномі ВНПЖБ білка Р25 вірус є здатним до системного ураження чутливих генотипів рослин цукрового буряку. Так, Р25 — високоваріабельний протеїн, який здебільшого змінюється під дією специфічної амінокислоти в позиції 67–70 та 198. За певними дослідженнями існує зв'язок між патогенністю ВНПЖБ і специфічною тетрадною послідовністю. Додаткова висока варіабельність може спостерігатися також у 135-й позиції [13, 14]. Висвітлено, що наявність Р25 у цитоплазмі і в ядерних компартментах спричиняє посилення симптомів ВНПЖБ на рослинах *S. quinoa*. Вплив на суворість симптомів додаткової ВРЗ — Р4.6 не визначено. Існує припущення, що послідовність нуклеотидів 3'-термінального кінця, які кодують останню ВРЗ РНК-3, а саме Р4.6, може впливати на суворість симптомів ВНПЖБ на листках. Встановлено, що за природного

інфікування протеїн Р4.6 може впливати на формування симптомів на листках та на корінцях коренеплоду [3].

Так, РНК-4 довжиною 1431 нуклеотидів містить ген Р31, що кодує передачу ВНПЖБ вектором і є супресором функції замовчування генів. Хоча РНК-4 не є основною для реплікації ВНПЖБ на рослинах *Nicotiana benthamiana*, але відіграє важливу роль у формуванні їх симптомів. За наявності РНК-4 у геномі ВНПЖБ на листках рослин *Tetragonia expansa* формуються чітко виражені хлоротичні ураження, тоді як за відсутності РНК-4 формуються слабкі некрози. Функції ВРЗ, що кодує Р6.5, не визначено. Так, Р31 є необхідним для передачі вектором *Polymyxa betae*. За наявності повномірної РНК-4 здатність ВНПЖБ переноситися вектором *P. betae* є у 100 разів більшою, ніж у разі наявності мутантної РНК або, взагалі, за її відсутності. Функції ВРЗ 6.5 — не визначено. За інокулювання рослин у тепличних умовах за допомогою вірулентного гриба *P. betae* встановлено, що рослини цукрового буряку, які містили РНК-4 ВНПЖБ, формували коренеплід меншого розміру, ніж ті, у яких РНК-4 була відсутня [15, 16].

Так, РНК-5 кодує протеїн Р26, який впливає на суворість симптомів ураження ВНПЖБ. За наявності в геномі РНК-5 ВНПЖБ викликає найсуворіші симптоми ураження і може інфікувати частково стійкі до вірусу гібриди рослин цукрового буряку. Частково стійкі гібриди рослин культури, які мають домінантні моногенетичні гени стійкості, не можуть повністю запобігти проникненню та реплікації ВНПЖБ. Певні ізоляти ВНПЖБ можуть долати дію гена стійкості *Rz1*, який взаємодіє з точковою мутацією протеїну Р25. За механічної інокуляції вірусом з високою концентрацією в корінці рослин цукрового буряку спостерігається здатність ВНПЖБ уражувати рослину, що залежить від заміни аланіну на валін в положенні 67 [17].

Зауважимо, що РНК-5 у геномі ВНПЖБ трапляється лише у Західній Європі (Франція, Велика Британія) і Азії, такі ізоляти є найсуворішими. Гомологія сиквенсу між

протеїном Р25 (РНК-3) та Р26 (РНК-5), як і висококонсервативний *aa* мотив, підтверджує гіпотезу, що додатковий патогенний чинник РНК-5 у Р-ізолятах ВВПЖБ може руйнувати стійкість рослин до ВВПЖБ. Підтверджено високу амінокислотну варіабельність у положенні [14, 17]. Повідомлено про синергетичний ефект РНК-3 та РНК-5, який зумовлює більші симптоми порівняно з ізолятами, в геномі яких існують лише РНК-1 та РНК-4. Результати дослідження гена Р26 продемонстрували субклітинну локалізацію і патогенні функції в рослинах *S. quinoa*. Встановлено локалізацію протеїну Р26 у цитоплазмі і ядерних компартментах інфікованих клітин подібно до протеїну Р25. Крім того, продемонстровано транскрипційну активацію і участь протеїну Р26 у формуванні локальних некрозів на рослинах *S. quinoa* [18].

За порівняння нуклеотидних послідовностей РНК-5 (327–1171 н.) 25-ти ізолятів була продемонстрована різниця між нуклеотидними послідовностями, яка становила 8%; і за варіантами РНК-5 ВВПЖБ розділено на 3 групи. Домен протеїну Р26, який активує транскрипцію, був досліджений аланін-скануванням. Як результат, мутанти Р26 були протестовані на здатність викликати некротичні симптоми і локалізуватися в ядерних компартментах. Так, Р26 відповідає за появу симптомів на рослинах *S. quinoa* і має здатність активувати транскрипцію у дріжджах. Використовуючи РНК-5, розробили нову систему експресії генів, яка надає змогу виконати конструкцію рекомбінатних протеїнів у інфікованих клітинах [18].

За амінокислотним сиквенсом БО між ВВПЖБ та вірусом ґрунтової мозаїки рослин буряку гомологія становить менше ніж 60%. Частка ідентичності між різними неструктурними протеїнами двох вірусів варіює від 38% цистеїн-збагаченого протеїну до 84% реплікаційно-асоційованого. За даними різниця між сиквенсом всього геному ВВПЖБ та ВГМБ становить 35–70%. На РНК-2 розташовується значна кількість областей, гомологічних до послідовностей

РНК інших вірусів. Послідовності 145–707 н. і 2133–3640 н. є гомологічними з послідовностями нуклеотидів смугастої мозаїки ячменю, 712–2218 н. — з вірусом жовтої карликовості ячменю, 4022–4423 н. — з вірусом тютюнової мозаїки, тому під час ідентифікації ВВПЖБ існують ризики отримання недостовірного результату. Области РНК-1 2805–3543 н. та 5358–5817 н. необхідно виключати з розробки систем діагностики, оскільки вони є гомологічними до вірусу тютюнової мозаїки. Класифікація ВВПЖБ на штами базується на поліморфізмі довжин рестрикційних фрагментів (restriction fragment length polymorphism, RFLP) або на аналізі поліморфізму конформації одноланцюгової РНК ВВПЖБ (single-strand conformation polymorphism, SSCP) [17]. Є дані про існування різних генотипів ВВПЖБ, які розповсюджені у різних географічних регіонах і мають різну патогенність. За літературними даними відомо кілька патотипів — А, В та Р. Встановлено, що SSCP-аналіз є інструментом для швидкого аналізу ізолятів ВВПЖБ для класифікації їх на групи як для змішаних інфекцій, так і для визначення нових груп штамів. Патотип А є розповсюдженим у Європі, США, Японії, Китаї, Ірані, Польщі, Швеції, Нідерландах. Патотип В поширюється переважно на території Німеччини, Франції, Швейцарії, Угорщини, Великої Британії. Патотип Р ідентифіковано на території Японії, Китаю, Франції, Казахстану, а в 2009 р. було повідомлення про ідентифікацію ВВПЖБ на території Ірану. Різниця в нуклеотидній послідовності між патотипами варіює у межах 3–6%. Секвенування послідовностей генома різних ізолятів засвідчило, що розбіжність між японськими та французькими ізолятами становить: 1,7% — для РНК-1; 4,1 — для РНК-2; 2,3 — для РНК-3; 3,6 — для РНК-4 [14].

Сиквенси А- і В- патотипів є висококонсервативними і стабільними, ідентичність сиквенсів становить  $\geq 99\%$ . Розбіжність нуклеотидних послідовностей не може бути визначена серологічно, оскільки зміни у послідовності амінокислот БО ВВПЖБ



між А і В патотипами розташовуються у області, яка не розпізнається антитілами до ВНПЖБ. Так, SSCP-аналіз використовують для аналізу або детекції РНК-5 (Р26) для розпізнавання патотипів А, В, Р. Проведено аналіз нуклеотидних послідовностей РНК-2, що кодує БО ВНПЖБ, РНК-3 (Р25) та РНК-5 (Р26). Філогенетичний аналіз дає змогу чітко класифікувати різні ізоляти ВНПЖБ у середині різних груп, які чітко корелюються в групі і за географічними регіонами. Ген БО має найбільшу консервативність у різних ізолятах, ген Р26 демонструє меншу консервативність. Протеїн Р25 (РНК-3) ізолятів патотипу А ВНПЖБ виявляє найбільшу варіабільність у тетраді амінокислотної послідовності у положенні 67–70. Дослідження патотипів засвідчили, що наявність у геномі ВНПЖБ РНК-5 обумовлює підвищену вірулентність ізолятів [14, 19].

Також РНК-вмісні віруси є відомими як об'єкти, що характеризуються високим рівнем мутації і РНК-РНК рекомбінацій упродовж їх еволюції. Відмінність між варіантами ВНПЖБ з різних джерел одного типу є доволі низькою, але ідентичність також відрізняється відповідно до області геному. Повідомлено про появу нового типу ізоляту, спорідненого із суворим патотипом Р, але в геномі якого РНК-5 не встановлено. У 2009 р. в Ірані був ідентифікований ізолят ВНПЖБ, віднесений до патотипу Р, але він не містив у своєму геномі РНК-5 [20].

Генетична варіабельність РНК є головним чинником патогенності. Непрямі мутації, генетична адаптація тощо, відбуваються під впливом змін умов навколишнього природного середовища. За результатами порівняння нуклеотидних послідовностей БО ВНПЖБ РНК-2 виявлено, що більшість японських та китайських ізолятів відноситься до патотипу А, а ізоляти Франції та Німеччини до патотипу В. Ізоляти патотипу Р містять у своєму складі РНК-5 і трапляються на території Європи та Азії. Відомо, що ізоляти, які містять у своєму геномі РНК-5, відносяться до патотипу Р і є найбільш патогенними. Відомо, що 12

сортів цукрових буряків з різною стійкістю до ризоманії по-різному реагують на ураження різними патотипами ВНПЖБ. Інфікований ВНПЖБ коренеплід цукрового буряку через 9 тижнів за сприятливих умов був значно дрібніший за ураження А- та Р-патотипами для всіх сортів культури, навіть на ранніх стадіях ураження. Цей факт був також відзначений і на частково стійких сортах. Патотип В спричиняє менш інтенсивне зменшення розмірів коренеплоду, а в частково стійких сортах його маса перевищувала масу коренеплодів контрольних рослин. Отже, низький патогенний ефект проявляє патотип В порівняно з патотипами А та Р [2].

Як правило, хвороба в полі проявляється у вигляді вогнищ, інфіковані корінці не можуть поглинати воду і поживні речовини, тому на листках часто з'являються жовті плями, черешки листка подовжуються і ростуть догори. Рідко ВНПЖБ спричиняє такий симптом, як пожовтіння жилок листка. Прояв симптомів захворювання на коренеплоді може значно варіювати — зовсім не проявлятися або проявлятися у вигляді зменшення його у розмірах, розростання бічних корінців у вигляді ризоїдів, гниття васкулярних тканин інфікованого коренеплоду. Найбільш характерною ознакою захворювання є «бородатість» коренеплодів, що зумовлено надмірним утворенням бічних корінців. Листки рослин буряку можуть змінювати забарвлення від блідо-зеленого або від блідо-салатового до лимонно-жовтого, спостерігається пожовтіння жилок листка рослини; центральні листки мають подовжені черешки і звужені листкові пластинки; однак ці ознаки не бувають постійними. Рослини є пониклими, відстають у рості, але може і не бути жодних ознак ураження на їх листках. На коренеплоді помітно розростаються бічні корінці, він зменшується у розмірах, на поперечному розрізі можуть спостерігатися зміни кольору провідних судин (від блідо-жовтого до темно-коричневого). За дослідженням А. Нурмухаммедова [21], у разі пізнього інфікування цукрового буряку ВНПЖБ візуальні ознаки хвороби



у рослин можуть не спостерігатися. На одній ураженій рослині весь комплекс симптомів, як правило, не виявляється. На рослинах стійких сортів цукрових буряків типові ознаки захворювання проявляються тільки за сильного ураження ВВПЖБ.

Так, ВВПЖБ передається грибом *P. betae*, що відноситься до родини *Plasmodiophoraceae*, класу *Plasmodiophoromycetes*. Він є облигатним паразитом коренів рослин представників родини *Chenopodiaceae*. Гриб виявлено у ґрунтах усіх країн, де зареєстровано ризоманію. Отримано дані про реплікацію і білки руху ВВПЖБ, пов'язані зі спорами *P. betae*: за допомогою мічення імунофлуоресцентним барвником визначали білки за допомогою імуноної сироватки. Зв'язок білків реплікації та руху ВВПЖБ зі стадіями формування спорангіїв та спор *P. betae* підтверджує той факт, що ВВПЖБ перебуває у переноснику більше одного життєвого циклу. Плазмодій гриба розвивається тільки у клітинах корінців, де перетворюється в зооспорангії із зооспорами. Характерною особливістю зооспорангії *P. betae* є наявність вивідних трубок, якими зооспори виходять у ґрунт. За задовільної кількості вологи в ґрунті дводжгутикові зооспори підпливають до кореневих волосків буряків, прикріплюються до них і проникають у цитоплазму. Плазмодій, який утворюється в клітині, за менш сприятливих умов може перетворюватися у цистоспорку, що містить від 5 до 300 цистоспор 3–7 мкм у діаметрі. Цистоспори зберігаються у ґрунті до 10 років і легко переносяться з частинками ґрунту, рослинних решток, пилу, бруду, що прилипають до машин, інвентарю та навколопліддя насіння. У сприятливих умовах цистоспори проростають однією або кількома зооспорами овальної форми від 3–5 мкм у діаметрі, які уражують буряки. Ураження рослин часто відбувається на ранній стадії вегетації, тобто навесні, коли температура ґрунту не перевищує 10–12°C. Для масового розвитку гриба необхідними є відповідні умови, поєднання таких чинників, як: відносна вологість (затоплення, надмірне зрошен-

ня, високий рівень підґрунтових вод), нейтральна або слаболужна реакція ґрунту. Встановлено, що вірофорні зооспори становлять незначну частину від загальної кількості всіх зооспор *P. betae*. Інфекційний потенціал однієї рослини становить близько 10 млн цистоспор. Було розроблено метод діагностики для встановлення концентрації інфікованих одиниць *P. betae* у ґрунті, що базується на техніці вірогідної кількості та імуноферментного аналізу [21, 22]. Гриб трапляється у тих зонах, де вирощуються цукрові буряки. В Україні його виявлено в багатьох районах бурякосіяння [21]. З ураженого гриба ВВПЖБ мігрує у клітини тканин коренеплоду культури. Так, ВВПЖБ насправді не може існувати в природі без гриба-переносника, і поширення вірусу цілком залежить від виживання гриба. До того ж ВВПЖБ поширюється з насінням цукрових буряків за контамінації оболонки насіння цистосорусами *P. betae*. Взаємовідносини *P. betae* та ВВПЖБ є персистентними. Цистосоруси в ризоїдах цукрового буряку можуть бути ідентифіковані за допомогою світлового мікроскопа. Відомо, що ВВПЖБ передається механічною інокуляцією; не передається контактно між рослинами, насінням та пилком. Розповсюджується ВВПЖБ насінням картоплі, цибулі, сільськогосподарською технікою, рослинними рештками, інфікованою зрошувальною водою, вітром над інфікованим ризоманією ґрунтом або з грудочками ґрунту під час перевезення садового матеріалу різних сільськогосподарських культур [23].

Рослини, які інфікуються в природі, містять чотири, а деякі ізоляти — п'ять молекул лінійної (+) одноланцюгової РНК. Після механічної інокуляції лабораторних рослин РНК-3, РНК-4, РНК-5 можуть частково або повністю руйнуватися. Залежно від наявності чи відсутності певних РНК, симптоми вірусного ураження відрізняються: за наявності РНК 1+2+3+4 формуються симптоми у вигляді жовтих плям, РНК 1+2+4 — хлоротичні плями та хлоротичні кільця, РНК 1+2 — некротичні плями. Показано в лабораторних умовах,

що у разі механічної інокуляції рослин *C. quinoa* сегменти РНК-3 і РНК-4 можуть руйнуватися або навіть зникати, що підтверджує їх обов'язкову наявність у процесі природного інфікування. У разі перенесення ВНПЖБ природним шляхом переносником *P. betae* геном вірусу має у своєму складі всі чотири сегменти РНК, і у всіх ізолятах сегменти мають однаковий розмір. Було проведено такий експеримент: ізолювати ВНПЖБ рослин *C. quinoa*, які мали у своєму складі РНК-3 і РНК-4 і не були визначені як повномірні, перенесли на корінці буряка вектором *P. betae*. Було встановлено, що два ізоляти не містили повномірних РНК-3, і інфікування спостерігалось лише за наявності повномірних РНК-3 і РНК-4 [24, 25].

За інфікування цукрових буряків ВНПЖБ у рослинах порушується обмін речовин, уповільнюється ріст коренеплодів, блокуються процеси утворення цукру та його нагромадження, вміст натрію, калію, кальцію зростає порівняно зі здоровими рослинами. За сильного ураження буряків ризоманією рослини часто гинуть. Потенційні втрати врожаю внаслідок ураження суворим штамом ВНПЖБ можуть сягати від 50 до 80–90%, уміст цукру зменшується з 16–18 до 10%, значно погіршуються технологічні показники коренеплодів. Також проведено дослідження і встановлено, що температура повітря під час зберігання коренеплодів не повинна опускатися нижче  $-2,2^{\circ}\text{C}$  для максимального утримання сахарози [26].

Одним з основних шляхів розповсюдження ризоманії є транспортування із заражених територій бульб картоплі, штеклінгів цукрових буряків, саджанців, цибулин, ґрунту тощо. Процес транспортування та переробки цукрових буряків також істотно впливає на поширення хвороби. Значна частка ґрунту (у середньому 3–5% від маси) залишається на поверхні коренеплодів. Під час транспортування коренеплодів до цукрових заводів (у середньому 5–50 км) ґрунт разом з коренеплодами також поширюється із заражених полів на великі відстані. Всередині господарства та полів

перенесення інфекції відбувається сільськогосподарськими машинами та знаряддям праці. Важливим чинником перенесення є вода. Розповсюдження ВНПЖБ також можливо через гній домашніх тварин, яких відгодовують зараженими кормовими та залишками цукрових буряків. Для запобігання розповсюдженню ВНПЖБ забороняється ввезення інфікованого посадкового матеріалу і ґрунту із заражених зон. Необхідно вирощувати стійкі і толерантні сорти, дотримуватися сівозміни та ротації, знищувати рослинні рештки та бур'яни. Рекомендованими профілактичними та карантинними заходами є діагностика вірусу, контроль проникнення і переміщення всередині країни та між господарствами потенційних джерел інфекції, вирощування стійких сортів та гібридів цукрового буряку на заражених територіях [21]. Для своєчасної ідентифікації ВНПЖБ діагностику захворювання необхідно проводити влітку та восени. Важливо запроваджувати карантинний режим, якщо виявляється вогнище захворювання.

Перші спроби селекції цукрового буряку до стійкості проти ВНПЖБ почалися в 1970 р. Критеріями для селекції були зменшення або зникнення симптомів ураження вірусом, збільшення розмірів коренеплоду і врожайності цукрових буряків. Генотипи рослин, відібрані для подальшої селекції, виявилися чутливими до ВНПЖБ. Бічні корінці рослин інфікувалися вірусом, симптоми ураження проявлялися слабо. Рослини цукрового буряку, які проявляли толерантність до ВНПЖБ в бічних корінцях і мали кращу врожайність, охарактеризовано як частково стійкі рослини. У 80-х роках минулого століття сорти Дора і Лена реалізували як частково стійкі до ризоманії. Різор — перший толерантний до ВНПЖБ сорт цукрового буряку, який був створений у 1985 р. і проявив високу стійкість до хвороби. На той час довготривала інтенсивна лабораторна селекція частково стійких сортів рослин цукрових буряків могла значно скоротитися, якби була можливість ідентифікації ВНПЖБ у

бічних корінцях рослин буряків уже після чотирьох тижнів їх вирощування, наприклад молекулярно-біологічними методами. На сьогодні для створення стійких гібридів використовують ген частково домінуючої стійкості до ризоманії *Rz1*, або Холі-ген, який був виявлений у лінії рослин виробництва Холлі (цукрова компанія «Холлі», Каліфорнія США) у 1983 р. Механізм стійкості гена *Rz1* базується на зниженні реплікації ВНПЖБ у бічних коренях і уповільненні руху ВНПЖБ у рослині. Наразі ген *Rz1* є найважливішим геном стійкості до ризоманії, але не в усіх сортах ген *Rz1* виконує свою функцію. Гібриди рослин з Холі-геном стійкості тільки в Європі займають площу понад 1 млн га. Висвітлено, що стійкість рослини залежить від концентрації вірусу в ґрунті. Висока концентрація ВНПЖБ може обходити ген стійкості *Rz1*, особливо за умов високої концентрації вірофорних зооспор *P. betae*. Поодинокий домінуючий ген стійкості *Rz1* втратив здатність протистояти ризоманії, тому важливим став пошук нових природних генів стійкості. Пошук був розширений з використанням додаткових зародкових плазм рослин *Beta vulgaris susp. maritima*. Стійкість було отримано внаслідок використання диких сортів буряку (WB) WB 42, і завдяки інбридингу отримано ген стійкості — С48. Дослідники продемонстрували, що гени стійкості розміщуються на різних локусах хромосоми 3, йому дали назву *Rz2*. Ідентифіковано додатковий головний ген стійкості — *Rz3* в *WB41*. Також *Rz3* зафіксовано на хромосомі 3 у геномі цукрового буряку окремо від гена *Rz2*. Дослідження засвідчили низьку концентрацію ВНПЖБ у частково стійких рослинах цукрових буряків, які мали комбінацію генів *Rz1* та *Rz3* в умовах гетерозису, на відміну від рослин, які містили лише ген *Rz1*. Встановлено здатність французького, іспанського та американського ізолятів ВНПЖБ уражувати рослини, які мають ген *Rz1* та поєднання генів *Rz1+Rz2*. Продемонстровано, що це явище залежить від концентрації ВНПЖБ в інокулюму і у вірофорних спорах *P. betae* у ґрунті [27].

Вітчизняні гібриди є сприйнятливими до ризоманії. В ІЦБ НААН з 1998 р. діє селекційна програма з отримання толерантних до ризоманії селекційних матеріалів. Як донорів стійкості використовували тропічні форми З 48 (*Rz2 + Rz3*) і С 50 (*Rz1*). Унаслідок проведених досліджень створено перший вітчизняний гібрид цукрового буряку, що є стійким до ВНПЖБ; у 2007 р. його внесено до Державного реєстру під назвою Різольт. Різольт — однонасінний диплоїдний гібрид на стерильній основі урожайно-цукрового напрямку [21]. Певні ізоляти ВНПЖБ можуть обходити ген *Rz1*, що взаємодіє з точковою мутацією протеїну Р25. За механічного інокулювання вірусом з високою концентрацією у бічні корінці рослин цукрового буряку було виявлено, що здатність вірусу уражувати рослину залежить від наявності амінокислоти аланіну або валіну у положенні 67. Вченими створюються також трансгенні рослини, стійкі до ризоманії. Для створення толерантних сортів використовують не трансляційні фрагменти або цілі гени. За експресії подвійного ланцюга РНК або введення специфічної концентрації РНК активується внутрішній механізм стійкості рослин — «РНК-замовчування». Так, РНК-замовчування ініціюється дволанцюговою РНК, викликає специфічну деградацію вірусної РНК і діє як адаптивний механізм стійкості. Але цей механізм не завжди інгібує розповсюдження вірусу. Зауважимо, що ВНПЖБ може пригнічувати РНК-замовчування за виділення протеїнів, що перешкоджає механізму стійкості. За умов трансгенетичної експресії або індукції вірусної дволанцюгової РНК генетично трансформовані рослини можуть ініціювати механізм стійкості до ВНПЖБ на початковій стадії впливу вірусу на рослину. Для досягнення подібної стійкості експресуються лише фрагменти вірусного геному, що є доволі перспективним, але існують дискусії щодо біологічного ризику трансгенних рослин [15].

Висвітлено взаємозв'язок прояву генів стійкості до ризоманії з генами стійкості до церкоспорозу. Це дає змогу залучати

вітчизняний селекційний матеріал, що має гени стійкості до церкоспорозу, у процес гібридизації з інтродукованими донорами стійкості до ризоманії. На основі насичувальних схрещувань розроблено схему інтрогресії гена *Rz* від інтродукованих донорів С-48 і С-50 у генотипи вітчизняних гетерозисних гібридів (багатонасінних запилювачів, ЧС-ліній, запилювачів О-типу) цукрових буряків. Встановлено можливість поєднання генів стійкості з генами утилітарних ознак у спільних генотипах [23]. Отримано модельні трансгенні рослини *Nicotiana benthamiana*, які експресують ген стійкості до гербіциду BASTA та інвертовані повтори 3'-НТО геному ВНПЖБ і є потенційним джерелом стійкості до ВНПЖБ. Створено генетичну конструкцію *pBI\_BAR\_BNYVVsil*, що може бути застосована для отримання трансгенних рослин цукрового буряку, які поєднують толерантність до ризоманії та стійкість до гербіциду. Наявність в селекційній лінії двох генів дає змогу прискорити селекційний процес, виключаючи проведення додаткових схрещувань або трансформацій для поєднання двох ознак в одному генотипі [28].

Унаслідок інтрогресії основних генів резистентності (*Holly*, *Rz2*) у комерційно доступні сорти цукрових буряків вірус пережив сильний селекційний тиск починаючи з 90-х років. Розуміння реакції вірусу та різноманіття стійкості до цукрових буряків є ключовим чинником маніпуляції лише кількома генами стійкості. Проведено дослідження вірусу у регіоні накопичення ризоманії, а саме у районі Пітів'є (Франція) упродовж 4-річного періоду, які було зосереджено на оцінці різноманіття ВНПЖБ внутрішньо- та міжпольових у відповідь на різні джерела стійкості, та протягом вегетаційного періоду. Еволюцію різноманіття ВНПЖБ оцінювали на внутрішньо- та міжпольових рівнях, до того ж спостерігали за сортами цукрових буряків, що містили різні гени стійкості (*Rz1*, *Rz1 + Heterodera schachtii* ген стійкості та *Rz1Rz2*). Внутрішньопольове різноманіття

кожного поля було проаналізовано на початку та наприкінці вегетаційного періоду. З більш ніж 1 тис. польових зразків було підтверджено одночасну наявність різних типів А-, В- і Р-патотипів, із 21 варіантом, визначеним у позиціях 67–70 тетрадів гена *P25*. Також було зафіксовано численні змішані інфекції (9,93% зразків), переважно В-типу з Р-типом. Були також виявлені різні тетради, асоційовані з А- або В-типом, з п'ятою складовою генома РНК, яка, як відомо, забезпечує більшу агресивність вірусу на коренях цукрових буряків. Сорти з резистентними *Rz1 + Rz2* генами виявляли мало симптомів на коренях, навіть якщо титр ВНПЖБ був доволі високим порівняно з наявним типом вірусу. Інфекційний потенціал вірусів у ґрунті наприкінці вегетаційного періоду з такими сортами також був нижчим, незважаючи на більше різноманіття на рівні нуклеотидної послідовності РНК-3. Сорти з генами стійкості *Rz1* та зі стійкістю до нематод (N), культивовані за польових умов із зараженням нематодами, засвідчили менший титр ВНПЖБ, ніж у сортів, які мали гени *Rz1* або *Rz1 + Rz2*. Отже, на сьогодні залишаються невивченими сторони ВНПЖБ, що можуть виступати небезпечними чинниками для створення стійких сортів та гібридів цукрового буряку [24].

Селекціонери постійно працюють над створенням стійких сортів та гібридів основних сільськогосподарських культур. Оскільки віруси мають таку властивість, як мінливість, що обумовлено коротким життєвим циклом, то основна небезпека для агроценозів у разі поширення вірусних хвороб — це здатність вказаних патогенів з часом долати толерантність за ураження вірусними захворюваннями. Тому врожайність начебто толерантних рослин до того чи іншого вірусного захворювання може бути під загрозою. Отже, селекціонерам та вірусологам важливо спрямувати спільні зусилля на отримання якісного продукту з метою задоволення потреб сучасного агропромислового комплексу.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Detection and molecular characterization of *Polymyxa betae*, transmitting agent of sugar beet rhizomania disease in Iran / F.H. Davarani, S. Rezaee, S.B. Mahmoudi et al. // Spanish Journal of Agricultural Research. — 2014. — Vol. 12, No. 3. — P. 787–794.
2. First Report of Beet necrotic yellow vein virus on Red Table Beet in Brazil / J.M. Rezende, V.M. Camelo, D. Flores et al. // Plant Disease. — 2015. — Vol. 99, No. 3. — P. 423.
3. Діагностика вірусу некротичного пожовтіння жилок буряка, що циркулює в Україні / К.В. Гринчук, І.О. Антіпов, А.М. Кириченко [та ін.] // Мікробіологічний журнал. — 2018. — Т. 80, № 1. — С. 77–88.
4. Гринчук К.В. Молекулярна діагностика та ідентифікація вірусу некротичного пожовтіння жилок буряка: дис. ... канд. біол. наук: 06.01.11 фітопатологія / К.В. Гринчук. — К., 2016. — 186 с.
5. Plant Viruses Online Beet necrotic yellow vein furovirus [Електронний ресурс] / A. Brunt, K. Grabtree, K. Dalwitz [et al.]. — 1996. — Режим доступу: <http://pvo.bio-mirror.cn/descr086.htm>
6. Koenig R. Beet necrotic yellow vein virus / R. Koenig, T. Tamada // CMI/AAB Descriptions of Plant viruses. — 2000. — No. 144.
7. Identification of the 3'- and 5'-ends of beet necrotic yellow vein virus RNAs / C. Putz, L. Pinck, M. Pinck et al. // FEBS Letters. — 1983. — Vol. 156, No. 1. — P. 41–56.
8. Virus Taxonomy: VIIIth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses / M.C. Fauquet, M.A. Mayo, J. Maniloff et al. — USA: Elsevier, 2005. — 1562 p.
9. Richards K.E. Mapping functions on the multipartite genome of beet necrotic yellow vein virus / K.E. Richards, T. Tamada // Annual Review of Phytopathology. — 1992. — Vol. 30. — P. 291–313.
10. Independent expression of the first two triple gene block proteins of beet necrotic yellow vein virus complements virus defective in the corresponding gene but expression of the third protein inhibits viral cell-to-cell movement / C. Bleykasten-Grosshans, H. Guilley, S. Bouzoubaa et al. // The American Phytopathological Society. — 1997. — Vol. 10, No. 2. — P. 240–246.
11. Beet necrotic yellow vein virus 42kDa triple gene block protein binds nucleic acid *in vitro* / C. Bleykasten, D. Gilmer, H. Guilley [et al.] // Journal of General Virology. — 1996. — No. 77. — P. 879–889.
12. Production and pathogenicity of isolates of beet necrotic yellow vein virus with different numbers of RNA components / T. Tamada, Y. Shirako, H. Abe et al. // Journal of General Virology. — 1989. — Vol. 70. — P. 3399–3409.
13. Identification of amino acids of the beet necrotic yellow vein virus p25 protein required for induction of the resistance response in leaves of *Beta vulgaris* plants / S. Chiba, M. Miyanishi, I.B. Andika et al. // Journal of General Virology. — 2008. — No. 89. — P. 1314–1323.
14. Phylogenetic analysis of isolates of beet necrotic yellow vein virus collected worldwide / A. Schirmer, D. Link, V. Cognat et al. // Journal of General Virology. — 2005. — No. 86. — P. 2897–2911.
15. Beet soil-borne mosaic virus RNA-4 encodes a 32 kDa protein involved in symptom expression and in virus transmission through *Polymyxa betae* / A. Delbianco, C. Lanzoni et al. // Virology. — 2012. — Vol. 423, No. 2. — P. 187–194.
16. RNA-4-encoded p31 of beet necrotic yellow vein virus is involved in efficient vector transmission, symptom severity and silencing suppression in roots / M.D. Rahim, I.B. Andika, Ch. Han et al. // Journal of General Virology. — 2007. — No. 88. — P. 1611–1619.
17. *Pferdmenges F.* Occurrence, spread and pathogenicity of different Beet necrotic yellow vein virus (BNYVV) isolates: dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Fakultät für Agrarwissenschaften / Pferdmenges Friederike. — Göttingen, 2007. — 111 p.
18. Covelli L. The first 17 amino acids of the beet necrotic yellow vein virus RNA5-encoded p26 protein are sufficient to activate transcription in a yeast one-hybrid system / L. Covelli, E. Klein, D. Gilmer // Archives of Virology. — 2009. — Vol. 154, No. 2. — P. 347–351.
19. Lennefors B.L. Molecular breeding for resistance to rhizomania in sugar beets: doctor's dissertation / Britt-Louise Lennefors. — Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences, 2006. — 41 p.
20. Iranian Beet necrotic yellow vein virus (BNYVV): Pronounced diversity of the p25 coding region in A-type BNYVV and identification of P-type BNYVV lacking a fifth RNA species / M. Mehvar, J. Valizadah, R. Koenig et al. // Archives of Virology. — 2009. — Vol. 154, No. 3. — P. 501–506.
21. Нурмухаммедов А.К. Підвищення стійкості цукрових буряків до збудників ризоманії, гнилей коренеплідів та коренеїда сходів: дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.01.11 / А.К. Нурмухаммедов. — К., 2005. — 384 с.
22. Barr K.J. Studies on the life-cycle of *Polymyxa betae* in sugar beet roots / K.J. Barr, M.C. Asher // Mycological Research. — 1996. — Vol. 100, No. 2. — P. 203–208.
23. Манько О.А. Ризоманія цукрових буряків — селекція на стійкість: дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.05 / О.А. Манько. — К., 2003. — 182 с.
24. Galein Y. Long Term Management of Rhizomania Disease-Insight Into the Changes of the *Beet necrotic yellow vein virus* RNA-3 Observed Under Resistant and Non-resistant Sugar Beet Field / Y. Galein, A. Legreve, C. Bragard // Front. Plant Sci. — 2018. — Vol. 9, No. 795. — P. 1–15.
25. Posttranscriptional gene silencing by siRNAs and miRNAs / W. Filipowicz, L. Jaskiewicz, F.A. Kolb et al. // Current Opinion in Structural Biology. — 2005. — No. 15. — P. 331–341.
26. Strausbaugh C.A. Influence of Beet necrotic yellow vein virus and Freezing Temperatures on Sugar Beet



- Roots in Storage / C.A. Strausbaugh, I.A. Eujayl // *Plant Dis.* — 2018. — 102(5). — P. 932–937.
27. Liu H. Distribution and molecular characterisation of resistance-breaking isolates of Beet necrotic yellow vein virus in the Unites States / H. Liu, R.T. Lewellen // *Plant Disease.* — 2007. — Vol. 91, No. 7. — P. 847–851.
28. Виноградова С.В. Использование 3'-нетранслируемой области вируса некротического пожелтения жилок свеклы в качестве индуктора устойчивости к ризомании: автореф. дис. ... канд. биол. наук: спец. 03.01.03 «Молекулярная биология» / С.В. Виноградова. — М., 2012. — 22 с.
29. Beet necrotic yellow vein virus (benyvirus) // European and Mediterranean Plant protection organization (OEPP/EPPO). — 2006. — Vol. 36, No. 3. — P. 429–440.

## REFERENCES

1. Davarani, F.H., Rezaee, S., Mahmoudi, B. et al. (2014). Detection and molecular characterization of *Polymyxa betae*, transmitting agent of sugar beet rhizomania disease in Iran. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 12, 3, 787–794 [in English].
2. Rezende, M., Camelo, V. M., Flores, D. et al. (2015). First Report of Beet necrotic yellow vein virus on Red Table Beet in Brazil. *Plant Disease*, 99, 3, 423 [in English].
3. Hrynychuk, K.V., Antipov, I.O., Kyrychenko A.M. et al. (2018). Diahnostyka virusu nekrotychnoho pozhovtinnyya zhylok buryaka, shcho tsyrkulyuye v Ukrayini [Diagnosis of beet necrotic yellow vein virus circulating in Ukraine]. *Mikrobiolohichnyy zhurnal — Microbiological journal*, 80, 1, 77–88 [in Ukrainian].
4. Hrynychuk, K.V. (2016). Molekulyarna diahnozyka ta identyfikatsiya virusu nekrotychnoho pozhovtinnyya zhylok buryaku [Molecular diagnosis and identification of beet necrotic yellow vein virus]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kyiv [in Ukrainian].
5. Brunt, A., Grabtree, K., & Dalwitz, K. et al. (1996). Plant Viruses Online Beet necrotic yellow vein furovirus. *pvo.bio-mirror.cn*. Retrieved from: <http://pvo.bio-mirror.cn/descr086.htm> [in English].
6. Koenig, R. & Tamada, T. (2000). Beet necrotic yellow vein virus. *CMV / AAB Descriptions of Plant viruses*, 144 [in English].
7. Putz, C., Pinck, L., & Pinck, M. et al. (1983). Identification of the 3'- and 5'-ends of beet necrotic yellow vein virus RNAs. *FEBS Letters*, 156, 1, 41–56 [in English].
8. Fauquet, M.C., Mayo, M.A., & Maniloff, J. et al. (2005). *Virus Taxonomy: VIIIth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses*. USA: Elsevier [in English].
9. Richards, K.E., & Tamada, T. (1992). Mapping functions on the multipartite genome of beet necrotic yellow vein virus. *Annual Review of Phytopathology*, 30, 291–313 [in English].
10. Bleykasten-Grosshans, C., Guilley, H., & Bouzoubaa, S. et al. (1997). Independent expression of the first two triple gene block proteins of beet necrotic yellow vein virus complements virus defective in the corresponding gene but expression of the third protein inhibits viral cell-to-cell movement. *The American Phytopathological Society*, 10, 2, 240–246 [in English].
11. Bleykasten, C., Gilmer D., Guilley, H. et al. (1996). Beet necrotic yellow vein virus 42kDa triple gene block protein binds nucleic acid *in vitro*. *Journal of General Virology*, 77, 879–889 [in English].
12. Tamada, T., Shirako, Y., Abe, H. et al. (1989). Production and pathogenicity of isolates of beet necrotic yellow vein virus with different numbers of RNA components. *Journal of General Virology*, 70, 3399–3409 [in English].
13. Chiba, S.M., Miyanishi, M., & Andika, I.B. et al. (2008). Identification of amino acids of the beet necrotic yellow vein virus p25 protein required for induction of the resistance response in leaves of *Beta vulgaris* plants. *Journal of General Virology*, 89, 1314–1323 [in English].
14. Schirmer, A., Link, D., & Cognat, V. et al. (2005). Phylogenetic analysis of isolates of beet necrotic yellow vein virus collected worldwide. *Journal of General Virology*, 86, 2897–2911 [in English].
15. D'Alonzo, M., Delbianco, A., Lanzoni, C. et al. (2012). Beet soil-borne mosaic virus RNA-4 encodes a 32 kDa protein involved in symptom expression and in virus transmission through *Polymyxa betae*. *Virology*, 423, 2, 87–194 [in English].
16. Rahim, D., Andika, I.B., & Han, Ch. et al (2007). RNA-4-encoded p31 of beet necrotic yellow vein virus is involved in efficient vector transmission, symptom severity and silencing suppression in roots. *Journal of General Virology*, 88, 1611–1619 [in English].
17. Pferdmenges, F. (2007). Occurrence, spread and pathogenicity of different Beet necrotic yellow vein virus (BNYVV) isolates. *Doctor's thesis*. Göttingen [in English].
18. Covelli, L., Klein, E., & Gilmer, D. (2009). The first 17 amino acids of the beet necrotic yellow vein virus RNA5-encoded p26 protein are sufficient to activate transcription in a yeast one-hybrid system. *Archives of Virology*, 154, 2, 347–351 [in English].
19. Lennefors, B.L. (2006). Molecular breeding for resistance to rhizomania in sugar beets. *Doctor's thesis*. Uppsala [in English].
20. Mehvar, M., Valizadah, J., & Koenig, R. et al. (2009). Iranian Beet necrotic yellow vein virus (BNYVV): Pronounced diversity of the p25 coding region in A-type BNYVV and identification of P-type BNYVV lacking a fifth RNA species. *Archives of Virology*, 154, 3, 501–506 [in English].
21. Nurmukhammadov, A.K. (2005). Pidvyshchennya stiykosti tsukrovkyh buryakiv do zbudnykiv ry-



- zomaniyi, hnyley koreneplodiv ta koreneyida skhodiv [Increasing the resistance of sugar beet to pathogens of rhizomania, rot of root crops and rooting of seedlings]. *Doctor's thesis*. Moscow [in Russian].
22. Barr, K.J., & Asher, M.C. (1996). Studies on the life-cycle of *Polymyxa betae* in sugar beet roots. *Mycological Research*, 100, 2, 203–208 [in Russian].
  23. Manko, O.A. (2003). Ryzomaniya tsukrovyykh buryakiv – selektsiya na stiykist [Rhizomania of sugar beet – breeding for stability]. *Candidate's thesis*. Kiev [in Ukrainian].
  24. Galein, Y., Legreve, A., & Bragard, C. (2018). Long Term Management of Rhizomania Disease-Insight Into the Changes of the *Beet necrotic yellow vein virus* RNA-3 Observed Under Resistant and Non-resistant Sugar Beet Field. *Front. Plant Sci*, 9, 795, 1–15 [in English].
  25. Filipowicz, W., Jaskiewicz, L., & Kolb, F.A. et al. (2005). Posttranscriptional gene silencing by siRNAs and miRNAs. *Current Opinion in Structural Biology*, 15, 331–341 [in English].
  26. Strausbaugh, C.A., & Eujayl, I.A. (2018). Influence of Beet necrotic yellow vein virus and Freezing Temperatures on Sugar Beet Roots in Storage, 102, 5, 932–937 [in English].
  27. Liu, H., & Lewellen, R.T. (2007). Distribution and molecular characterisation of resistance-breaking isolates of Beet necrotic yellow vein virus in the Unites States. *Plant Disease*, 91, 7, 847–851 [in English].
  28. Vinogradova, S.V. (2012). Ispol'zovaniye 3'-nestransliruyemoy oblasti virusa nekroticheskogo pozhelteniya zhilok svekly v kachestve induktora ustoychivosti k rizomanii [Using of a 3'-untranslated region of the beet necrotic yellow vein virus as an inducer of resistance to rhizomania]. *Extended abstract of Candidate's thesis*. Moskva [in Russian].
  29. Beet necrotic yellow vein virus (benyvirus) (2006). *European and Mediterranean Plant protection organization (OEPP/EPPO)*, 36, 3, 429–440 [in English].

Стаття надійшла до редакції журналу 30.07.2019

УДК 631.46:632.954

DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2019.183479>

## БІОЛОГІЧНА АКТИВНІСТЬ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО ЗА ВНЕСЕННЯ ГЕРБІЦИДІВ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ

О.С. Дем'янюк, Д.О. Шацман

*Інститут агроекології і природокористування НААН*

*Досліджено вплив ґрунтових і страхових гербіцидів у технології беззмінного вирощування кукурудзи на активність біологічних процесів у чорноземі типовому. Висвітлено, що застосування гербіцидів упродовж трьох років поспіль в системі захисту кукурудзи призвело до зниження вмісту загальної біомаси мікроорганізмів у ґрунті на 8–57% порівняно з перелогом та зростання інтенсивності виділення CO<sub>2</sub> з ґрунту на 2–13% порівняно з контролем, залежно від виду хімічного препарату. Внесення препарату Естерон 60 к.е. (норма витрат 0,8 л/га) спричинило зниження вмісту загальної біомаси мікроорганізмів на 42,1% і активність оксидоредуктаз на 19–20% порівняно з контролем, зростання фітотоксичності ґрунту до 56,5%. Обприскування посівів страховими гербіцидами Мілагро 040 SC к.с. і Каллісто 480 SC, КС у рекомендованих нормах витрат (1,0 і 0,2 л/га відповідно) не зумовило істотного пригнічення ґрунтової мікробіоти та активності ферментів поліфенолоксидази і пероксидази. Фітотоксичність ґрунту в цих варіантах була на рівні 31,9 і 36,3%, що на 9,6 і 24,7% вище, ніж на контролі, відповідно. За показником фітотоксичності ґрунту в технології беззмінного вирощування кукурудзи досліджені гербіциди розміщено у ряд: Мілагро 040 SC к.с. < Каллісто 480 SC, КС < Стомп 330, к.е. < Харнес, к.е. < Діанат, ВРК < Естерон 60 к.е.*

**Ключові слова:** біологічна активність ґрунту, фітотоксичність ґрунту, чорнозем типовий, агроценоз кукурудзи, гербіциди.

Сучасні інтенсивні агротехнології з вирощування сільськогосподарських культур

передбачають широке застосування хімічних засобів захисту рослин. Проте залишається актуальним питання необхідності дотримання екологічної безпеки та запобі-

гання негативного впливу хімічних засобів захисту рослин на навколишнє природне середовище, зокрема на ґрунт як ключовий об'єкт агроценозу [1]. За різними даними, лише 2–40% від унесеної кількості гербіциду безпосередньо задіяно для знищення бур'янової рослинності, інша частина адсорбується ґрунтом або вимивається у ґрунтові води, що спричиняє низку екологічних проблем. Зокрема, відбуваються глибокі деструктивні зміни фізико-хімічних і біологічних властивостей ґрунту, порушення екологічної рівноваги та втрата біорізноманіття [2–4].

Крім того, існує небезпека впливу хімічних речовин на нецільові об'єкти, у т.ч. ґрунтові мікроорганізми. Завдяки своїм властивостям мікроорганізми є доволі чутливими до різних чинників навколишнього природного середовища і антропогенного впливу та можуть використовуватись у діагностиці екологічного стану ґрунту і оцінюванні агротехнологій [5, 6].

У більшості робіт, присвячених взаємодії гербіцидів із мікроорганізмами, повідомляється про інгібіторну або стимулюючу дію останніх безпосередньо на мікроорганізми та перебіг мікробіологічних процесів у ґрунті [4, 7–9]. Тобто на сьогодні не існує однозначної думки щодо впливу внесення гербіцидів на мікробіоту ґрунту, спрямованість і активність ґрунтово-біологічних процесів [10]. Тому це питання потребує додаткового вивчення, зокрема комплексних досліджень з визначення впливу сучасних гербіцидів та різних їх поєднань у системі захисту рослин на мікробіологічну складову ґрунту за довготривалого беззмінного вирощування сільськогосподарських культур, у т.ч. кукурудзи. Зважаючи на вищевикладене, важливо встановити вплив гербіцидів, що широко застосовуються в сучасних агротехнологіях, на біологічні процеси і токсичність ґрунту за беззмінного вирощування кукурудзи.

Мета — дослідити вплив ґрунтових і страхових гербіцидів за вирощування кукурудзи в беззмінному посіві на біологічну активність і фітотоксичність чорнозему

типового в умовах Лівобережного Лісостепу України.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили в тимчасовому польовому досліді на Панфільській дослідній станції ННЦ «Інститут землеробства НААН» (с. Панфили, Яготинський р-н, Київська обл.) упродовж 2016–2018 рр. Ґрунт дослідної ділянки — чорнозем типовий малогумусний з умістом гумусу в орному шарі 4,9%, гідролізованого азоту — 90 мг/кг, рухомих форм фосфору ( $P_2O_5$ ) — 160 і обмінного калію ( $K_2O$ ) — 170 мг/кг ґрунту,  $pH_{\text{сол.}}$  6,3, гідролітична кислотність — 1,9 мг-екв/100 г ґрунту. Польовий дослід закладено відповідно до загальноприйнятих вимог [11]. Схема досліді передбачала внесення ґрунтових гербіцидів Харнес, к.е. (д.р. ацетохлор, норма внесення — 2,0 л/га) і Стомп 330, к.е. (д.р. пендиметалін, 4,5) до сходів рослин кукурудзи та страхових гербіцидів Каллісто 480 SC, КС (д.р. мезотріон, 0,2), Мілагро 040 SC к.с. (д.р. нікосульфурон, 1,0), Діанат, ВРК (д.р. дикамби диметиламіна сіль, 1,0) і Естерон 60 к.е. (д.р. 2-етилгексилловий ефір 2,4-Д, норма внесення — 0,8 л/га) шляхом обприскування посівів у фазі 3–5 листків.

Аналізи зразків ґрунту здійснювали загальноприйнятими в ґрунтовій мікробіології методами [12–14]: інтенсивність виділення діоксиду карбону ( $CO_2$ ) з поверхні ґрунту — адсорбційним методом В. Штатнова, вміст загальної біомаси мікроорганізмів у ґрунті — регідраційним методом, активність ферментів поліфенолоксидози (о-Дифенол: кисень-оксидоредуктаза КФ 1.10.31) і пероксидази (Донор:  $H_2O_2$ -оксидоредуктаза КФ 1.11.17) — методом А. Галстяна. Розрахунок коефіцієнта гумусоакіпичення здійснювали за співвідношенням активності ферменту поліфенолоксидози до пероксидази. Фітотоксичність ґрунту визначали за ДСТУ ISO 11269-2:2002 з використанням ґрунтових пластинок і тест-культури *Raphanus sativum* L. [15]. Показник екологічної стійкості ґрунту (ЕС) розраховували з використанням значення

інтенсивності емісії CO<sub>2</sub> за С. Корсун [16]. Для порівняння показників біологічної активності чорнозему типового в агроценозі досліджували ґрунт у природних умовах (переліг).

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Загальновідомо, що ґрунт у природних умовах має зрівноважену структуру мікробіоценозу зі збалансованим перебігом основних біологічних процесів. Про це свідчить найвищий показник умісту біомаси мікроорганізмів у ґрунті та активність окисно-відновних ферментів і коефіцієнт гумусонакопичення (таблиця). В агроценозі кукурудзи вміст загальної біомаси мікроорганізмів у ґрунті був у середньому на 8–57% нижчим, ніж у ґрунті перелігу, і залежав від технології вирощування і виду гербіцидів, оскільки вплив останніх на ґрунтові мікроорганізми найчастіше залежить від їх хімічного складу.

За внесення впродовж трьох років поспіль препарату Естерон 60 к.е. на основі похідних 2,4-Д (норма витрат за діючою речовиною — 680,0 г/га) зафіксовано найвищий токсичний ефект на мікробіоценоз

ґрунту, про що свідчить зниження вмісту біомаси мікроорганізмів на 42,1% порівняно з контролем і на 57,4% – порівняно з ґрунтом перелігу. Пригнічення мікробної продуктивності на 25 і 19% порівняно з контролем відбулось і у варіантах досліду з внесенням ґрунтового гербіциду Харнес, к.е. і Діанат, ВРК відповідно.

Унесення гербіцидів Стомп 330, к.е., Мілагро 040 SC к.с. і Каллісто 480 SC, КС у рекомендованих нормах витрат не спричинило істотного пригнічення ґрунтової мікробіоти, і вміст загальної біомаси мікроорганізмів був або на рівні варіанта без застосування хімічних засобів проти бур'янів (контроль), або з перевищенням його на 8–10%. Таке підвищення активності мікробіоценозу ґрунту може бути пояснено впливом рослин, оскільки за вказаних систем їх захисту спостерігається ефективніший ріст і розвиток кукурудзи та отримано найвищу врожайність [17].

Наслідком перебудови мікробного ценозу ґрунту за впливу різних чинників, у т.ч. гербіцидів, є зміна в ньому інтенсивності біологічних процесів. В оцінюванні біологічної активності ґрунту та агротехнологій

**Вплив ґрунтових і страхових гербіцидів на біологічну активність чорнозему типового**

Варіант досліду	Вміст загальної біомаси мікроорганізмів, мкг С/г ґрунту	Емісія CO <sub>2</sub> , мг CO <sub>2</sub> /кг ґрунту	Активність ферментів		Коефіцієнт гумусонакопичення (K <sub>гум</sub> ), %
			Поліфенол-оксидаза	Пероксидаза	
			мг пурпургаліну /10 г ґрунту		
Переліг	459,6±4,0	126,6±2,1	2,67±0,03	2,25±0,04	118,67
Контроль (без гербіцидів)	338,4±3,6	162,9±2,6	2,23±0,02	2,37±0,03	94,09
Харнес, к.е.	253,3±2,1	184,5±2,1	1,82±0,01	1,92±0,01	94,79
Стомп 330, к.е.	329,5±3,2	179,3±1,4	1,92±0,01	2,08±0,01	92,31
Каллісто 480 SC, КС	421,4±3,6	178,1±1,5	2,16±0,02	2,12±0,02	101,89
Мілагро 040 SC к.с.	365,4±3,1	175,2±1,4	2,18±0,03	2,25±0,02	96,89
Діанат, ВРК	275,2±2,5	169,1±1,3	1,96±0,01	2,09±0,01	93,78
Естерон 60 к.е.	195,9±2,1	165,7±1,2	1,79±0,01	1,92±0,01	93,23

найчастіше використовують показник інтенсивності виділення  $\text{CO}_2$ , що обумовлено комплексом чинників, для відображення загальної активності живої компоненти ґрунту. Наші дослідження засвідчили, що застосування хімічних препаратів не мало значного впливу на виділення з ґрунту діоксиду карбону. Зафіксовано лише незначне підвищення (на рівні 2–13%) інтенсивності виділення  $\text{CO}_2$  у варіантах із застосуванням гербіцидів порівняно з контролем. Але порівняно з природною екосистемою вирощування кукурудзи, внесення хімічних засобів захисту рослин проти сегетальної рослинності спричиняє активізацію процесів виділення з ґрунту  $\text{CO}_2$  в 1,3–1,5 раза, що є негативним стосовно викидів парникових газів та втрати органічного карбону з ґрунту. Розрахунки показника екологічної стійкості ґрунту засвідчили, що вирощування кукурудзи в беззмінному посіві із застосуванням гербіцидів у рекомендованих нормах витрат відповідало середньому ступеню (ЕС 31–46%). Тобто здатність чорнозему типового протистояти змінам мікробного ценозу за впливу агротехнічних заходів, у т.ч. за вирощування кукурудзи в беззмінному посіві з внесенням гербіцидів, є задовільною, що більшою мірою обумовлено буферними властивостями ґрунту і вмістом органічної речовини.

Оцінювання впливу гербіцидів на екологічний стан ґрунту на позаклітинному рівні організації біологічної системи здійснювали за визначенням активності ґрунтових ферментів (оксидоредуктаз), які беруть участь у синтезі і розкладі гумусових речовин [5, 6, 14]. За внесення гербіцидів у всіх варіантах дослідження зафіксовано пригнічення активності поліфенолоксидази і пероксидази в середньому на 12–13%. Крім того, активність пероксидази була вищою на 0,07–0,14 мг пурпургаліну/10 г ґрунту, ніж активність поліфенолоксидази, що свідчить про активізацію деструкційних процесів у ґрунті і зниження вмісту гумусу, оскільки фермент пероксидаза бере участь у розкладанні органічних сполук ароматичного ряду. Це підтверджують і значення коефіцієнта гумусонакопичення,

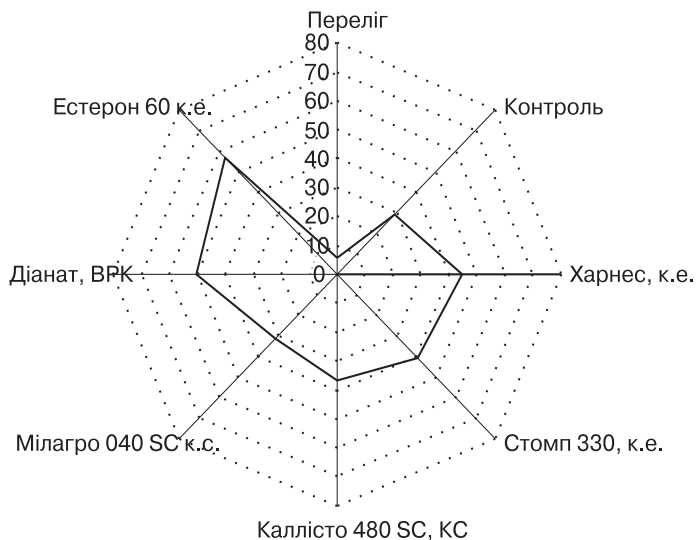
що на 14–22% є нижчим, ніж у ґрунті природної екосистеми.

Найвищу інгібіторну дію на активність оксидоредуктаз зафіксовано за внесення впродовж трьох років гербіцидів із діючими речовинами 2-етилгексилевої ефір 2,4-Д (з нормою витрат за д.р. 680,0 г/га) на 19–20%, ацетохлор (1800,0 г/га) – на 18–19 і педиметалін (1485,0 г/га) – на 12–14%. І, навпаки, визначено толерантність ґрунтових ферментів оксидоредуктаз у чорноземі типовому до страхових гербіцидів з діючими речовинами нікосульфурон (40,0 г/га) і мезотріон (96,0 г/га), де зміна показників активності ґрунтових ферментів була на рівні 2–5 і 3–11% відповідно.

Проблема токсичності ґрунту є особливо актуальною за вирощування агрокультур у беззмінних посівах або за необґрунтованого внесення агрохімікатів і пестицидів. Як свідчать експериментальні дані (рисунк), фітотоксичність ґрунту в агроценозі кукурудзи є вищою порівняно з ґрунтом природної екосистеми в середньому у 5,4–10,5 раза, залежно від технології вирощування кукурудзи і виду гербіцидів.

На контролі (без внесення гербіцидів) фітотоксичність ґрунту становила 29,1%, тоді як у ґрунті перелогу цей показник був на рівні 5,4% інгібування схожості тест-культури. Така висока токсичність ґрунту за тривалого беззмінного вирощування кукурудзи пояснюється накопиченням однакових за хімічним складом корневих ексудатів і органічних залишків рослин, які розкладаються повільніше з виділенням фенольних сполук та мають широке співвідношення нітрогену до карбону. За таких умов у структурі мікробіоценозу ґрунту, як правило, домінують міцеліальні організми як найбільш конкурентоздатні з вищими адаптивними властивостями до умов середовища та високим ступенем токсичності, що значною мірою і спричиняє ґрунтовому у беззмінних посівах.

Результати дослідження засвідчили, що проростання і схожість тест-культури *Pap-hanus sativum* L. залежали від застосованих гербіцидів у системі захисту рослин. Серед ґрунтових гербіцидів найвищу фітоток-



Фітотоксичність чорнозему типового залежно від гербіцидів у агроценозі кукурудзи, % інгібування схожості насіння тест-культури (*Paphanus sativum* L.)

сичність (44,5%) зафіксовано у варіанті із внесенням препарату Харнес, к.е., яка була у 8,2 раза вищою, ніж у ґрунті перелогу, і в 1,5 раза, ніж на контролі. За внесення препарату Стомп 330, к.е. частка інгібування схожості тест-культури була дещо нижчою — 40,2%, що в 7,4 раза вище, ніж у ґрунті природної екосистеми, і в 1,4 раза — ніж на контролі.

Використання в системі захисту рослин кукурудзи у беззмінних посівах страхових гербіцидів на основі діючої речовини 2-етилгексилловий ефір 2,4-Д і дикамба формувало найвищий рівень фітотоксичності ґрунту (56,5%). За внесення гербіциду Діанат, ВРК фітотоксичність ґрунту становила 50,4% інгібування схожості тест-культури, що в 1,7 раза вище, ніж на контролі. Натомість внесення препаратів Мілагро 040 SC к.с. і Каллісто 480 SC, КС за вказаним показником було менш небезпечним, і фітотоксичність ґрунту в цих варіантах була на рівні 31,9 і 36,3%, що на 9,6 і 24,7% вище, ніж на контролі, відповідно.

За показником фітотоксичності чорнозему типового в технології беззмінного вирощування кукурудзи досліджені гербіциди розміщено у ряд: Мілагро 040 SC к.с. <

Каллісто 480 SC, КС < Стомп 330, к.е. < Харнес, к.е. < Діанат, ВРК < Естерон 60 к.е. Загалом, фітотоксичність ґрунту у варіантах із внесенням гербіцидів корелювала зі значеннями їх показників токсичності ЛД<sub>50</sub>.

## ВИСНОВКИ

Під час оцінювання впливу гербіцидів на біологічну складову ґрунту необхідно враховувати неоднозначність наслідків їх внесення в польових умовах, що залежить як від різноманітності сполук за хімічним складом, так і від дії агротехнічних чинників.

За застосування гербіцидів упродовж трьох років поспіль у системі захисту рослин кукурудзи в беззмінному посіві відбулось зниження вмісту загальної біомаси мікроорганізмів у чорноземі типовому на 8–57% порівняно з ґрунтом перелогу та зростання інтенсивності виділення CO<sub>2</sub> з ґрунту на 2–13% порівняно з контролем, залежно від виду хімічного препарату. Найвищий токсичний ефект на мікробіоценоз ґрунту спричиняє внесення препарату Естерон 60 к.е. (норма витрат 0,8 л/га), про що свідчить зниження вмісту загальної біомаси мікроорганізмів на 42,1% та інгібуван-



ня активності оксидоредуктаз на 19–20% порівняно з контролем, а також найвищий показник фітотоксичності ґрунту — 56,5%, що майже вдвічі перевищує контроль.

Обприскування посівів страховими гербіцидами Мілагро 040 SC к.с. і Каллісто 480 SC, КС у рекомендованих нормах витрат (1,0 і 0,2 л/га відповідно) не спричиняло істотного пригнічення ґрунтової мікробіоти та активності ферментів полі-

фенолоксидази і пероксидази. Фітотоксичність ґрунту у цих варіантах була на рівні 31,9 і 36,3%, що на 9,6 і 24,7% вище, ніж на контролі, відповідно.

За показником фітотоксичності ґрунту в технології беззмінного вирощування кукурудзи досліджені гербіциди розміщено у ряд: Мілагро 040 SC к.с. < Каллісто 480 SC, КС < Стомп 330, к.е. < Харнес, к.е. < Діанат, ВРК < Естерон 60 к.е.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Impact of herbicides on soil biology and function / M.T. Rose, T.R. Cavagnaro, C.A. Scanlan et al. // *Advances in Agronomy*. — 2016. — Vol. 136. — P. 133–220.
2. Лебедева Г.Ф. Загрязнение почв гербицидами / Г.Ф. Лебедева, Н.А. Куликова, В.А. Холодов; // *Деградация и охрана почв / Под ред. Г.В. Добровольского*. — М., 2002. — С. 332–358.
3. *Круглов Ю.В.* Микробиологические аспекты многолетнего систематического применения гербицидов в земледелии / Ю.В. Круглов // *Известия Оренбургского ГАУ*. — 2017. — № 4(66). — С. 199–202.
4. Біологічні основи інтегрованої дії гербіцидів і регуляторів росту рослин / В.П. Карпенко, З.М. Грицаенко, Р.М. Притуляк та ін. — Умань: Видавець «Сочінський», 2012. — 357 с.
5. *Шустерук Т.З.* Оцінка стану ґрунтів за показниками їхньої біологічної активності при застосуванні різних агротехнологій / Т.З. Шустерук, О.В. Шерстобоева, О.С. Дем'янюк // *Агрокологічний журнал*. — 2006. — № 3. — С. 23–28.
6. *Дем'янюк О.С.* Сучасні методичні підходи до оцінювання екологічного стану ґрунту за активністю мікробіоценозу / О.С. Дем'янюк, Л.Ю. Симочко, О.В. Тертична // *Питання біоіндикації та екології*. — 2017. — Вип. 22, № 1. — С. 55–68.
7. Interaction of chiral herbicides with soil microorganisms, algae and vascular plants / M. Asad, U. Asad, M. Lavoie et al. // *Science of The Total Environment*. — 2017. — Vol. 580. — P. 1287–1299.
8. Soil microbial biomass and diversity after herbicide application / N.Z. Lupwayi, K.N. Harker, G.W. Clayton et al. // *Can. J. Plant Sci.* — 2004. — Vol. 84. — P. 677–685.
9. Impact of glyphosate on soil microbial biomass and respiration: A meta-analysis / D.B. Nguyen, M.T. Rose, T.J. Rose et al. // *Soil Biology and Biochemistry*. — 2016. — Vol. 92. — P. 50–57.
10. *Imfeld G.* Measuring the effects of pesticides on bacterial communities in soil: A critical review / G. Imfeld, S. Vuilleumier // *European Journal of Soil Biology*. — 2012. — Vol. 49. — P. 22–30.
11. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. — М.: Колос, 1985. — 351 с.
12. Експериментальна ґрунтова мікробіологія: монографія / В.В. Волкогон, О.В. Надкернична, Л.М. Токмакова та ін.; за наук. ред. В.В. Волкогодна. — К.: Аграрна наука, 2010. — 464 с.
13. *Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под ред. Д.Г. Звягинцева*. — М.: Из-во МГУ, 1991. — 304 с.
14. *Хазиев Ф.Х.* Методы почвенной энзимологии / Ф.Х. Хазиев. — М.: Наука, 1990. — 189 с.
15. *Якість ґрунту. Визначення дії забруднювачів на флору ґрунту. Частина 2. Вплив хімічних речовин на проростання та ріст вищих рослин: ДСТУ ISO 11269-2:2002: (ISO 11269-2:1995, IDT)*. — [Чинний від 2002-07-12.]. — К.: Держстандарт України, 2004. — 14 с. — (Національний стандарт України).
16. *Корсун С.Г.* Спосіб визначення екологічної стійкості ґрунтів в агроландшафтах / С.Г. Корсун // *Вісник аграрної науки*. — 2006. — № 6. — С. 58–61.
17. Шацман Д.О. Оцінка дії гербіцидів на забур'яненість, ріст і розвиток рослин кукурудзи за беззмінного вирощування у Лівобережному Лісостві України / Д.О. Шацман // *Агрокологічний журнал*. — 2019. — № 1. — С. 109–116.

## REFERENCES

1. Rose, M.T., Cavagnaro, T.R., Scanlan, C.A., Rose, T.J., Vancov, T., Kimber, S., Van Zwieten, L. (2016). Impact of herbicides on soil biology and function. *Advances in Agronomy*, 136, 133–220 [in English].
2. Lebedeva, H.F., Kulikova, N.A., Holodov, V.A. (2002). Zagryaznenie pochv gerbicidami [Soil pollution by herbicides]. *Degradaciya i ohrana pochv [Soil degradation and conservation]*. G.V. Dobrovolskij (Ed.). Moskva [in Russian].
3. Kruglov, Yu.V. (2017). Mikrobiologicheskie aspekty mnogoletnego sistematicheskogo primeneniya gerbitsidov v zemledelii [Microbiological aspects of the many years of systematic use of herbicides in agriculture]. *Izvestiya Orenburgskogo GAU — News*



- of the Orenburg State Agrarian University, 4(66), 199–202 [in Russian].
4. Karpenko, V.P., Hrytsaienko, Z.M., Prytuliak, R.M., Poltoretskyi, S.P., Mostov'iak, I.I., Fomenko, O.O. (2012). *Biologichni osnovy intehrovanoi dii herbitysydiv i rehuliatoriv rostu roslyn [Biological basis of integrated action of herbicides and plant growth regulators]*. Uman: Vydavets «Sochinskyi» [in Ukrainian].
  5. Shusteruk, T.Z., Sherstoboeva, O.V., Demyanyuk, O.S. (2006). Otsinka stanu gruntiv za pokaznykamy yikhnoi biologichnoi aktyvnosti pry zastosuvanni riznykh ahrotekhnolohii [Assessment of soil condition by the indicators of their biological activity in the application of different agro-technologies]. *Ahroekologichnyi zhurnal – Agroecological journal*, 3, 23–28 [in Ukrainian].
  6. Demyanyuk, O.S., Symochko, L.Yu., Tertychna, O.V. (2017). Suchasni metodychni pidkhody do otsiniuvannia ekolohichnogo stanu igruntu za aktyvnistiu mikrobiotsenozu [Modern methodical approaches to evaluation the ecological condition of soil by microbial activity]. *Pytannia bioindykatsii ta ekolohii – Problems of Bioindications and Ecology*, 22(1), 55–68 [in Ukrainian].
  7. Asad, M., Asad, U., Lavoie, M., Song, H., Jin, Y., Fu, Z., Qian, H. (2017). Interaction of chiral herbicides with soil microorganisms, algae and vascular plants. *Science of The Total Environment*, 580, 1287–1299 [in English].
  8. Lupwayi, N.Z., Harker, K.N., Clayton, G.W., Turkington, T.K., Rice, W.A., O'Donovan, J.T. (2004). Soil microbial biomass and diversity after herbicide application. *Can. J. Plant Sci.*, 84, 677–685 [in English].
  9. Nguyen, D.B., Rose, M.T., Rose, T.J., Morris, S.G., van Zwieten, L. (2016). Impact of glyphosate on soil microbial biomass and respiration: A meta-analysis. *Soil Biology & Biochemistry*, 92, 50–57 [in English].
  10. Imfeld, G., Vuilleumier, S. (2012). Measuring the effects of pesticides on bacterial communities in soil: A critical review. *European Journal of Soil Biology*, 49, 22–30 [in English].
  11. Dospikhov, B.A. (1985). *Metodyka polevoho opytu [Methodology of the field experience]*. Moskva: Kolos [in Russian].
  12. Volkohon, V.V. (Ed), Nadkernychna, O.V., Tokmakova, L.M., Melnychuk, T.M., Chaikovska, L.O., Nadkernychnyi, S.P., Sherstoboev, M.K., Kozar, S.F., Kopylov, Ye.P., Krutylo, D.V., Parkhomenko, T.Iu., Kamienieva, I.O., Adamchuk-Chala, N.I., Kovalevska, T.M., Didovych, S.V., Volkohon, K.I., Pyshchur, I.M., Volkohon, M.V., Dimova, S.B., Komok, M.S. (2010). *Eksperymentalna gruntova mikrobiolohiia [Experimental soil microbiology]*. Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].
  13. Zviahyntsev, D.H. (1991). *Metody pochvennoy mikrobiologii i biokhimiï [Methods of soil microbiology and biochemistry]*. Moskva: Moscow State University [in Russian].
  14. Haziev, F.H. (1990). *Metody pochvennoy enzimologii [Methods of soil enzymology]*. Moskva: Nauka [in Russian].
  15. Yakist igruntu. Vyznachennia dii zabrudniuvachiv na floru igruntu. Chastyna 2. Vplyv khimichnykh rehovyn na prorostannia ta rist vyschychk roslyn [Soil quality. Determination of the effect of pollutants on soil flora. Part 2. The effect of chemicals on the germination and growth of higher plants]. (2004). *DSTU ISO 11269-2 : 2002 (ISO 11269-2 : 1995, IDT from 12<sup>th</sup> Juli 2002)*. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy [in Ukrainian].
  16. Korsun, S.H. (2006). Sposib vyznachennia ekolohichnoi stiikosti gruntiv v ahrolandshtakh [Method for determining environmental sustainability of soils in agrolandscapes]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agrarian Science*, 6, 58–61 [in Ukrainian].
  17. Shatsman, D.O. (2019). Otsinka dii herbitysydiv na zabur'ianenist, rist i rozvytok roslyn kukurudzy za bezzminnoho vyroshchuvannia u Livoberezhnomu Lisostepi Ukrainy [Estimation of herbicides affect on weediness, growth and development of corn plants under the permanent growing in Left-Bank Forest Steppe of Ukraine]. *Ahroekologichnyi zhurnal – Agroecological journal*, 1, 109–116 [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 29.07.2019

## ОЦІНЮВАННЯ РІЗНОМАНІТТЯ КОМАХ АГРОЕКОСИСТЕМ

М.М. Лісовий, М.З. Мухаммед, В.М. Чайка

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*Обґрунтовано методи оцінювання ентомологічного різноманіття локальних агро-екосистем за допомогою індексу Шеннона — Уївера. Методи аналізу ґрунтувалися на фауністичних дослідженнях польових культур, які домінували в сівозміні господарства, та розрахунку індексу Шеннона — Уївера для кожної культури окремо. Оцінено стан ентомологічного різноманіття згідно із загальними вимогами проведення екологічної паспортизації території агроферми відповідно до СОУ 73.10-37-694:2008. Встановлено, що найчисельнішими за видами ентомофауни були посіви пшениці озимої — 93 види, кукурудзи — 38, ріпаку озимого — 36 видів комах. Індекс Шеннона — Уївера становить 2,4924, 1,6140 та 1,5849 відповідно, що доволі точно диференціює стан видового різноманіття посівів. Дослідження свідчать про істотне збіднення біорізноманіття ентомофауни агроценозів. Актуальні заходи із його збереження повинні передбачати збалансоване використання земель, перехід до біологічного захисту сільськогосподарських культур, поповнення агроландшафту мережею ентомологічних рефугіумів.*

**Ключові слова:** агроекосистема, ентомологічне різноманіття, індекс Шеннона — Уївера.

Всесвітній фонд дикої природи (WWF) розробив індикатор глобального біорізноманіття (LPI), який широко використовується в практиці контролю динаміки стану біоти хребетних видів [1]. Але стан популяцій комах, які становлять близько двох третин усіх видів біоти і мають важливе значення для підтримання стабільності екосистем, та надання екосистемних послуг [2] досліджено недостатньо. Біорізноманіття України налічує близько 72 тис. видів флори, мікробіоти та фауни. До останньої входять 45 тис. видів, у т.ч. комах — 35 тис. [3]. Оскільки землі сільськогосподарського призначення в Україні становлять 71,3% території, більша частина комах населяє агроландшафти, де потрапляє під потужний антропогенний прес. Стратегія збереження біорізноманіття потребує насамперед кількісної та порівняльної оцінки екосистем різного рівня [4]. Такі дослідження проводяться регулярно для регіональних та глобальних екосистем. За індикаторами глобального біорізноманіття хребетних видів складено бази даних, які дають змогу контролювати динаміку стану популяцій різних екосистем [1]. Поряд із тим реальний стан ентомологічного

різноманіття в локальних агроекосистемах (на рівні господарств, окремих агроценозів) досліджено недостатньо. Саме в них біота зазнає потужних антропогенних впливів, рівень яких обумовлено економічним станом, культурою землеробства та інноваційною активністю конкретного землекористувача. Для оцінки видового багатства локальних екосистем розроблено індекси Шеннона — Уївера, Симпсона, Макінтоша тощо, кожен з яких має свої переваги та недоліки [4]. Так, за останні 30 років зменшення біомаси комах, зокрема в Німеччині, становить близько 75%, і це спостерігається навіть в середовищі існування з низьким рівнем антропогенного порушення [5]. Наукових досліджень з обґрунтування методів системної оцінки стану ентомофауни сільськогосподарських територій проведено недостатньо, що обумовило актуальність нашої роботи.

Мета роботи — оцінити стан різноманіття видів комах у локальних агроекосистемах за допомогою індексу Шеннона — Уївера.

**МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Дослідження проводили в полях сівозміни ВП НУБіП України «Великоснітинське навчально-дослідне господарство

ім. О.В. Музиченка» у 2016–2018 рр. Загальна площа господарства становить 2960 га, сільськогосподарських угідь – 2787 га. З них екологічно нестабільні угіддя (орні землі) – 2495 га (90%).

Оцінку різноманіття ентомофауни агроценозів здійснювали за допомогою фауністичних досліджень та розрахунку індексу біорізноманіття Шеннона – Уївера, що визначає міру таксономічної неоднорідності угруповання комах та розраховується за формулою:

$$H = -\sum_{i=1}^n \left( \frac{N_i}{N} \right) \log_2 \left( \frac{N_i}{N} \right),$$

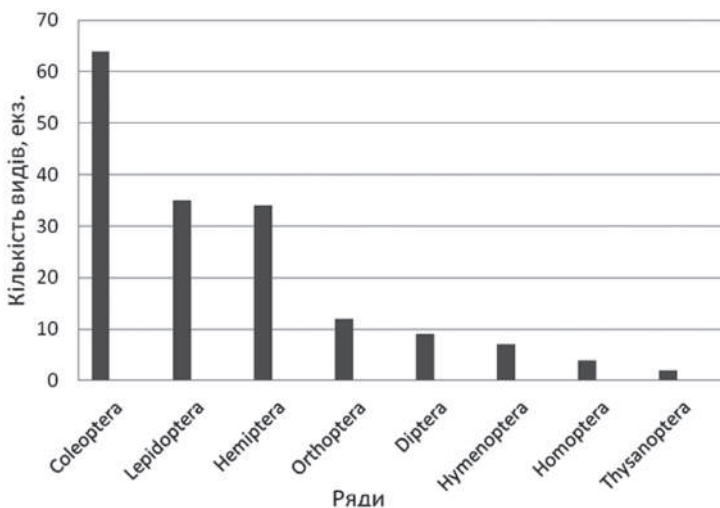
де  $H$  – індекс Шеннона – Уївера (інформаційне різноманіття, що виражає кількість одиниць інформації в угрупованні);  $N_i$  – оцінка «значущості»  $i$ -го таксону, тобто чисельність  $i$ -го таксону;  $N$  – загальна оцінка «значущості», тобто загальна чисельність комах;  $n$  – кількість таксонів [5].

Збір комах у польових умовах здійснювали в агроценозах сільськогосподарських культур, що домінують у сівозміні: пшениця озима (24% площі орних земель), кукурудза (19), ріпак озимий (5,7% площі орних земель) стандартним методом косіння ентомологічним сачком, застосовували також

метод ґрунтових розкопок. У лабораторних умовах за допомогою визначників комах проводили аналіз таксономічної приналежності ентомологічного різноманіття, стан якого оцінювали згідно із загальними вимогами екологічної паспортизації територій агросфери відповідно до СОУ 73.10-37-694:2008 за такими критеріями [8]: значення індексу  $<1,8$  – низьке видове різноманіття, екосистема не багата на види, тобто є типовим агроценозом;  $1,8-2,0$  – доволі високе різноманіття, екосистема є високопродуктивним агроценозом; значення індексу  $>2,0$  – дуже високе видове різноманіття, характерне для природних екосистем і перелогів.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Аналіз узагальнених результатів фауністичних досліджень в агроценозах засвідчив, що видове ентомологічне різноманіття посівів налічувало 167 видів з 8 рядів. Найчисельнішим за видами був ряд Coleoptera (Жорсткокрилі – 64 види), за ним йшли ряди Lepidoptera (Лускокрилі – 35), Hemiptera (Напівжорсткокрилі – 34); найменш рясними були ряди Homoptera (Рівнокрилі – 4) та Thysanoptera (Бахромчатокрилі – 2 види). Структуру ентомофауни за розподілом таксонів наведено на рисунку.



Узагальнена структура ентомофауни досліджуваних культур за розподілом таксонів

Відомо, що наявне видове різноманіття різних агроценозів насамперед визначається сільськогосподарською культурою. Тому була проведена диференційована оцінка показника індексу для кожної сіль-

ськогосподарської культури окремо. Для підрахунку використали результати фауністичних досліджень на кожній культурі (табл. 1–3.)

Розрахунок індексу Шеннона – Уївера:

Таблиця 1

**Різноманіття рядів комах за видами, що були виявлені на полях пшениці озимої (2016–2018 рр.)**

№ пор.	Ряди	Кількість видів
1	Жорсткокрилі – Coleoptera	33
2	Напівжорсткокрилі – Hemiptera	34
3	Лускокрилі – Lepidoptera	35
4	Перетинчастокрилі – Hymenoptera	9
5	Рівнокрилі – Homoptera	4
6	Прямокрилі – Orthoptera	12
7	Бахромчатокрилі – Thysanoptera	2
8	Двокрилі – Diptera	7
Всього	8	93

Таблиця 2

**Різноманіття рядів комах за видами, що були виявлені на полях кукурудзи (2016–2018 рр.)**

№ пор.	Ряди	Кількість видів
1	Жорсткокрилі – Coleoptera	15
2	Напівжорсткокрилі – Hemiptera	4
3	Лускокрилі – Lepidoptera	17
4	Прямокрилі – Orthoptera	2
Всього	4	38

Таблиця 3

**Різноманіття рядів комах за видами, що були виявлені на полях ріпаку озимого (2016–2018 рр.)**

№ пор.	Ряди	Кількість видів
1	Жорсткокрилі – Coleoptera	14
2	Напівжорсткокрилі – Hemiptera	5
3	Лускокрилі – Lepidoptera	12
4	Прямокрилі – Orthoptera	5
Всього	4	36

$$H_{\text{пшениця}} = - \sum_{i=1}^{93} \left( \frac{33}{93} \right) \log_2 \left( \frac{33}{93} \right) + \left( \frac{25}{93} \right) \log_2 \left( \frac{25}{93} \right) + \left( \frac{8}{93} \right) \log_2 \left( \frac{8}{93} \right) + \left( \frac{9}{93} \right) \log_2 \left( \frac{9}{93} \right) + \left( \frac{4}{93} \right) \log_2 \left( \frac{4}{93} \right) + \left( \frac{5}{93} \right) \log_2 \left( \frac{5}{93} \right) + \left( \frac{2}{93} \right) \log_2 \left( \frac{2}{93} \right) + \left( \frac{7}{93} \right) \log_2 \left( \frac{7}{93} \right) = 2,4924$$

Так, значення індексу Шеннона – Уївера дорівнює 2,4924. Відповідно до СОУ 73.10-37-694:2008 ці дані свідчать про дуже високе видове різноманіття, що характерно для природних екосистем і перелогів. Це зумовлено тим, що пшениця давно культивується в Україні, тому має значну кількість диких родичів, комахи-фітофаги з яких пристосувалися до живлення культурою.

Розрахунок індексу Шеннона – Уївера:

$$H_{\text{кукурудза}} = - \sum_{i=1}^{38} \left( \frac{15}{38} \right) \log_2 \left( \frac{15}{38} \right) + \left( \frac{4}{38} \right) \log_2 \left( \frac{4}{38} \right) + \left( \frac{17}{38} \right) \log_2 \left( \frac{17}{38} \right) + \left( \frac{2}{38} \right) \log_2 \left( \frac{2}{38} \right) = 1,6140$$

Так, ентомологічне різноманіття посівів кукурудзи дорівнює 1,6140. Відповідно до стандарту показник свідчить про низьке видове різноманіття, тобто екосистема є малочисельною на види, або типовим агроценозом.

Розрахунок індексу Шеннона – Уївера посівів ріпаку озимого:

$$H_{\text{ріпак}} = - \sum_{i=1}^{36} \left( \frac{14}{36} \right) \log_2 \left( \frac{14}{36} \right) + \left( \frac{5}{36} \right) \log_2 \left( \frac{5}{36} \right) + \left( \frac{12}{36} \right) \log_2 \left( \frac{12}{36} \right) + \left( \frac{5}{36} \right) \log_2 \left( \frac{5}{36} \right) = 1,5849$$

Відповідно до стандарту значення показника (1,5849) свідчить про низьке видове різноманіття на посівах ріпаку, що також характерно для типових агроценозів.

Розрахунок узагальненого значення індексу біорізноманіття для досліджених сільськогосподарських культур за результатами фауністичного аналізу:

$$H = - \sum_{i=1}^{167} \left( \frac{64}{167} \right) \log_2 \left( \frac{64}{167} \right) + \left( \frac{34}{167} \right) \log_2 \left( \frac{34}{167} \right) + \left( \frac{35}{167} \right) \log_2 \left( \frac{35}{167} \right) + \left( \frac{9}{167} \right) \log_2 \left( \frac{9}{167} \right) + \left( \frac{4}{167} \right) \log_2 \left( \frac{4}{167} \right) + \left( \frac{12}{167} \right) \log_2 \left( \frac{12}{167} \right) + \left( \frac{2}{167} \right) \log_2 \left( \frac{2}{167} \right) + \left( \frac{7}{167} \right) \log_2 \left( \frac{7}{167} \right) = 1,3837$$

Отже, узагальнене значення індексу різноманіття дорівнює 1,3837. Відповідно до стандарту показник свідчить про низьке видове різноманіття, тобто екосистема має значно збіднене біорізноманіття.

## ВИСНОВКИ

Проведені дослідження свідчать, що індекс Шеннона – Уївера доволі точно диференціює стан різноманіття ентомофауни різних сільськогосподарських культур. Так, дані фауністичних досліджень посівів кукурудзи і ріпаку озимого засвідчили, що видова чисельність ентомофауни сільськогосподарських культур відрізняється на два таксони: показник індексу для кукурудзи становить 1,6140, для ріпаку озимого – 1,5849 відповідно. Здатність віддзеркалювати поточний стан ентомофауни, простота розрахунків дає змогу використовувати індекс Шеннона – Уївера для оцінювання біорізноманіття агроценозів.

Результати наших польових досліджень засвідчили істотне збіднення біорізноманіття ентомофауни агроландшафтів, що підтверджується численними літературними даними щодо глобальної кризи її видового багатства. Аналіз складових агроландшафту свідчить, що польова сівозміна більше як на 90% складається з орних земель, тоді як еколого-стабілізуючі напівприродні системи становлять менше 10% від загальної площі території господарства. Така система землекористування не відповідає екологічним нормативам, не забезпечує екологічної стійкості агроландшафту та, зрештою, спричиняє кризові явища. За хімічних обробок сільськогосподарських культур під пестицидний прес потрапляє майже вся ентомофауна агроландшафту, що посилює кризу біорізноманіття.

Першочергові заходи із його збереження повинні передбачити збалансоване використання земель сільськогосподарського призначення, перехід до біологічного захисту сільськогосподарських культур від бур'янів, хвороб та комах-фітофагів, поповнення агроландшафту мережею напівприродних екосистем, які будуть виконувати функцію ентомологічних рефугіумів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? / A.D. Barnosky, N. Matzke, S. Tomiya [et al.] // *Nature*. — 2011. — Vol. 471. — P. 51–57.
2. Living Planet Report - 2018: Aiming Higher / M. Grooten and R.E.A. Almond (Eds.). — WWF, Gland, Switzerland, 2018. — 146 p.
3. Sanchez-Bayo F. Worldwide decline of the entomofauna: a review of its drivers / F. Sanchez-Bayo, K.A.G. Wyckhuys // *Biological Conservation*. — 2019. — No. 232. — P. 8–27.
4. Національні програми по збереженню біорізноманіття та охорони і відновлення окремих видів рослин й тварин [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [http://www.sea.gov.ua/oldwebsite/GIS/BSR/UA/documents/legislation/Prog\\_bio.htm](http://www.sea.gov.ua/oldwebsite/GIS/BSR/UA/documents/legislation/Prog_bio.htm)
5. Касимов Н.С. Географія і моніторинг біорізноманітності / Н.С. Касимов, Э.П. Романова, А.А. Тишков. — М.: Изд-во «Научного и учебно-методического центра», 2002. — 432 с.
6. More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas [Електронний ресурс] / C. Hallmann, M. Sorg, E. Jongejans [et al.] // *PLoS ONE*. — 2017. — 12(10). — Режим доступу: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>
7. Ceballos G. Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines [Електронний ресурс] / G. Ceballos, P.R. Ehrlich, R. Dirzo // *CITE AS: Proc Natl. Acad Sci USA*. — 2017. — 114(30). — P. 7–25. — Режим доступу: <https://doi.org/10.1073/pnas.1704949114>
8. Загальні вимоги до проведення екологічної паспортизації територій агросфери: СОУ 73.10-37-694:2008 / [М.М. Мельничук, М. Ладика, О. Наумовська та ін.]. — К.: Мінагрополітики України, 2008. — 18 с.

REFERENCES

1. Barnosky, A.D., Matzke, N., Tomiya, S., Wogan, G.O.U., Swartz, B., Quental, T.B., Marshall, C., McGuire, J.L., Lindsey, E.L., Maguire, K.C., Mersey, B., Ferrer, E.A. (2011). Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? *Nature*, 471, 51–57 [in English].
2. Grooten, M. and Almond, R.E.A. (Eds.). (2018). *Living Planet Report – Aiming Higher*. WWF, Gland, Switzerland [in English].
3. Sanchez-Bayo, F., Wyckhuys, K.A.G. (2019). Worldwide decline of the entomofauna: a review of its drivers. *Biological Conservation*, 232, 8–27 [in English].
4. Natsionalni prohramy po zberezhennyu bioriznomanittya ta okhorony i vidnovlennya okremykh vydiv roslin y tvaryn [National programs for the conservation of biodiversity and the protection and restoration of certain species of plants and animals]. [www.sea.gov.ua](http://www.sea.gov.ua/oldwebsite/GIS/BSR/UA/documents/legislation/Prog_bio.htm). Retrieved from [http://www.sea.gov.ua/oldwebsite/GIS/BSR/UA/documents/legislation/Prog\\_bio.htm](http://www.sea.gov.ua/oldwebsite/GIS/BSR/UA/documents/legislation/Prog_bio.htm) [in Ukrainian].
5. Kasimov, N.S., Romanova, E.P., Tishkov, A.A. (2002). *Geografiya i monitoring bioraznობრაზიყა* [Geography and monitoring of biodiversity]. Moskva: MGU: Izd-vo «Nauchnogo i uchebno-metodicheskogo tsentra» [in Russian].
6. Hallmann, C., Sorg, M., Jongejans, E. et al. (2017). More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS ONE*, 12(10): e0185809. Retrieved from <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809> [in English].
7. Ceballos, G., Ehrlich, P.R., Dirzo, R. (2017). Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines. *CITE AS: Proc Natl. Acad Sci USA*, 07 25. 114(30):E6089-E6096. Retrieved from <https://doi.org/10.1073/pnas.1704949114> [in English].
8. Melnichuk, M., Ladika, M., Naumovskaya, O., Ridey, N., Palamarchuk, S. (Eds.). (2008). *Zahalni vymohy do provedennya ekolohichnoyi pasportyzatsiyi terytoriyi ahrosfery* [General requirements for ecological certification of agrosphere territories]. *SOU 73.10-37-694: 2008*. Kyiv: Minahropolytyky Ukrainy [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 20.05.2019



## Г.М. ЧОБОТЬКУ — 70

18 вересня виповнилося 70 років доктору біологічних наук, професору, провідному науковому співробітнику лабораторії радіоекології аграрних і лісових екосистем відділу радіоекології в агросфері Григорію Михайловичу Чоботьку.

Народився Г.М. Чоботько 18 вересня 1949 р. у м. Березань Баришівського р-ну Київської обл. У 1968 р. закінчив Київське медичне училище № 1 із присвоєнням кваліфікації фельдшера-лаборанта, а в 1977 р. — Київський державний університет імені Т.Г. Шевченка за спеціальністю «біохімія». У 1985 р. захистив кандидатську, у 2001 р. — докторську дисертацію з радіобіології. У 1996 р. Г.М. Чоботьку присвоєно вчене звання старшого наукового співробітника зі спеціальності «Медична біохімія», а в 2011 р. — почесне звання професора зі спеціальності «Екологія». З 1968 р. працював на посадах лаборанта Київського науково-дослідного інституту клінічної медицини, наукового співробітника Київського науково-дослідного інституту кардіології імені академіка М.Д. Стражеска, завідувача лабораторії клітинної радіобіології НЦРМ АМНУ та завідувача лабораторії радіоекологічного моніторингу ІАП НААН.

Головними напрямками наукової діяльності Г.М. Чоботька є радіаційна медицина, радіобіологія, радіоекологія та дозиметрія. Науково-методичний доробок Г.М. Чоботька налічує понад 170 наукових праць, серед яких низка колективних монографій, 5 методичних рекомендацій, 2 патенти на винаходи. За його наукового керівництва підготовлено чотирьох кандидатів наук.

Григорій Михайлович Чоботько є членом ВГО «Асоціація радіоекологів України», редакційної колегії науково-теоретичних журналів «Агроєкологічний журнал» та «Проблеми радіаційної медицини та радіобіології», заступником голови спе-



ціалізованої вченої ради із захисту докторських та кандидатських дисертацій при ІАП НААН, членом державної атестаційної комісії при Міністерстві освіти і науки України зі спеціальності «Екологія» та членом Комітету з медичної етики ДУ «Національний науковий центр радіаційної медицини НАМН України».

За багаторічну сумлінну працю, високий професіоналізм, особистий внесок у розвиток наукових досліджень та підготовку кадрів вищої кваліфікації Г.М. Чоботько неодноразово був відзначений багатьма грамотами та подяками.

*Колектив співробітників Інституту агроєкології і природокористування НААН та редколегія «Агроєкологічного журналу» щиро вітають Григорія Михайловича з ювілеєм, зичать бравих сил і міцного здоров'я, особистих досягнень у роботі та чудових ідей, незгасимого оптимізму життя, стабільного благополуччя та подальших творчих успіхів на ниві вітчизняної радіоекологічної науки.*



Після тяжкої хвороби 6 вересня 2019 р. пішов із життя Анатолій Петрович Стадник, доктор сільськогосподарських наук, професор, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, лауреат премії НААН «За видатні досягнення в аграрній науці», академік Лісівничої академії наук України, Почесний доктор Інституту агроекології і природокористування НААН, Почесний доктор з екології ІАП НААН, завідувач кафедри лісівництва, ботаніки і фізіології рослин агробіотехнологічного факультету Білоцерківського національного аграрного університету, за сумісництвом провідний науковий співробітник ІАП НААН.

Після закінчення у 1971 р. лісогосподарського факультету Української сільськогосподарської академії 45 років свого життя Анатолій Петрович присвятив науці. У 1974–2007 рр. він працював в УкрНДІЛГА, де пройшов шлях від аспіранта до доктора наук. Докторську дисертацію на тему «Ландшафтно-екологічна оптимізація систем захисних лісових насаджень України» за спеціальністю 03.00.16 «Екологія» він захистив у 2008 р. в ІАП НААН, де працював у 2007–2011 рр. завідувачем відділу

природокористування, охорони навколишнього природного середовища та економіки наукових досліджень. З 2011 р. Анатолій Петрович свої наукові знання і багатий практичний досвід передавав студентам Білоцерківського НАУ за освітніми напрямками «лісове і садово-паркове господарство» та «агрономія». Викладав навчальні дисципліни «лісознавство», «лісівництво», «рекреаційне лісівництво», «лісомеліорація», «лісовий кадастр», «паркова фітоценологія».

Життєвий шлях Анатолія Петровича Стадника є яскравим прикладом цілковитої самовідданості та вірності вибраному в юності шляху з наукового пізнання глибин і закономірностей системної організації та динаміки агросфери, екологічної ролі у ній лісів. Завдяки своїм здобуткам він став відомим в Україні та за її межами вченим у галузі агролісомеліорації, агроекології та охорони навколишнього природного середовища. Анатолій Петрович Стадник започаткував новий науковий напрям в Україні — ландшафтну агролісомеліорацію. Він є автором та співавтором понад 170 друкованих праць, зокрема восьми монографій, 20 науково-методичних рекомендацій, енциклопедії агролісомеліорації, словника-довідника з агроекології і природокористування, Концепції управління агроландшафтами (2008 р.), Концепції охорони ґрунтів від ерозії в Україні (2008 р.). Під його науковим керівництвом підготовлено і захищено дві докторські дисертації за спеціальністю 03.00.16 «Екологія». Його нагороджено двома медалями ВДНГ СРСР (1980, 1984 рр.), Почесною Грамотою Президії Української академії аграрних наук України (2008 р.), Подякою Голови Державного агентства лісових ресурсів України (2012 р.).

Анатолій Петрович Стадник назавжди залишиться у пам'яті колег та друзів як світла, порядна, благородна людина, талановитий вчений, педагог і добрий друг.

*Колектив Інституту агроекології і природокористування НААН, редколегія та редакція «Агроекологічного журналу»*

14 серпня 2019 р. на 58-у році життя раптово і передчасно пішов із життя видатний український вчений, радіоеколог, доцент, кандидат сільськогосподарських наук, почесний доктор з екології Інституту агроекології і природокористування НААН, академік Міжнародної академії наук екології та безпеки життєдіяльності Володимир Петрович Фещенко.

В.П. Фещенко народився у сільській родині 5 вересня 1961 р. у с. Скурати Малинського р-ну Житомирської обл. У 1982 р. закінчив Житомирський сільськогосподарський технікум за спеціальністю «Механізація сільськогосподарства», а потім вступив до Житомирського сільськогосподарського інституту, працював у Інституті сільськогосподарства Полісся. Після аварії на Чорнобильській АЕС, як один з найкращих співробітників, був направлений до КНУ імені Тараса Шевченка на спецфакультет «Радіометрія та радіоекологія». Закінчивши університет, Володимир Фещенко очолив новостворений відділ моніторингу, радіологічних досліджень та сертифікації продукції Інституту сільськогосподарства Полісся, де почав наукову діяльність, спрямовану на подолання наслідків аварії на ЧАЕС. У 1999 р. під керівництвом О.Ф. Смаглія здобув науковий ступінь кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю «екологія».

З липня 2002 р. був призначений заступником декана екологічного факультету, доцентом кафедри загальної екології Державного агроекологічного університету (м. Житомир). У 2003–2006 рр. — докторант Інституту агроекології та біотехнології (м. Київ). Підготував дисертаційну роботу, яку, на жаль, так і не встиг захистити, на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за консультування доктора біологічних наук, професора, академіка НААН І.М. Гудкова.

Із здобутків Володимира Фещенко слід згадати опубліковані понад 200 наукових та науково-методичних праць, серед яких монографії, підручники, рекомендації та статті. Був членом Громадської ради Міністерства екології та природних ресурсів



України. Організовував щорічні радіоекологічні форуми і видавав збірники наукових праць, був ініціатором експедиційних, польових досліджень на радіаційно забруднені території Полісся, а також на об'єкти природно-заповідного фонду. Займався реабілітацією радіаційно забруднених земель, заклав дослідні, експериментальні полігони.

Володимир Фещенко створив свою наукову школу, в якій отримали наукові ступені кандидата наук з різних галузей чотири аспіранти, надавав наукові консультації багатьом молодим спеціалістам, фахівцям.

Похований Володимир Фещенко на своїй батьківщині — у с. Скурати Малинського р-ну Житомирської обл.

Володимир Петрович як щира, порядна, високоморальна людина, патріот України, відомий вчений-практик, громадський діяч назавжди залишиться у пам'яті та серцях його близьких, колег та друзів.

*В.В. Коніщук, В.П. Ландін, В.В. Гуреля.  
Колектив Інституту агроекології  
і природокористування НААН,  
редколегія та редакція «Агроекологічного  
журналу»*

## АННОТАЦИИ

**Егорова Т.М., Сапсай Т.П.** Актуальные вопросы агроэкологического районирования Украины // Агроэкологический журнал. — 2019. — № 3. — С. 6–13.

*Институт агроэкологии и природопользования НААН*

*e-mail: egorova\_geochem@ukr.net*

Рассмотрены основные тенденции территориального анализа земель сельскохозяйственного назначения и их экологического оценивания. Методология информативного агроэкологического районирования включает классификацию ландшафтной структуры и природно-антропогенных процессов для территории исследований, формирование информационной базы данных, параметризацию компонентов и агроэкологических процессов, создание графических моделей функционирования агроландшафтов и прилегающих территорий. Разработаны дифференцированные подходы к проведению общенаучного и целевого агроэкологического районирования земель сельскохозяйственного назначения на ландшафтно-экологических принципах. Предложен комплекс количественных параметров компонентов агроландшафтов для оценки и районирования их экологических особенностей. Подготовлена табличная легенда к общенаучной агроэкологической карте лесостепной Правобережной провинции Украины. Данные вопросы методологии агроэкологического районирования позволяют положить начало практике исследований основы формирования Государственной программы общенаучного и целевого агроэкологического районирования Украины.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** агроэкологическое районирование, методология районирования, агроландшафт, почвы, агроценозы, Правобережная Лесостепь.

**Бойко О.В., Гончар А.Ф., Гавриш О.М., Осокина Т.Г.** Формирование экологической сети Черкасской области // Агроэкологический журнал. — 2019. — № 3. — С. 14–19.

*Черкасская исследовательская станция биоресурсов НААН*

*e-mail: aleksboy18@meta.ua*

Проанализированы основные методы и инструменты сохранения биоразнообразия. Рассмотрены проблемы сохранения экологической сети, создания и объявления объектов природно-заповедного фонда. При проектировании экологической сети экосистемный подход является наиболее научно обоснованным. Освещено, что один элемент экологической сети (ключевая территория или экокоридор) может иметь границы с несколькими

административными районами, областями или даже странами. По результатам анализа сформулированы выводы и подготовлены рекомендации по развитию экологической сети и сохранению окружающей природной среды. Для подготовки статьи дополнительно использованы результаты работ ученых Черкасской опытной станции биоресурсов.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** окружающая среда, экологическая сеть, территории, среда, природно-заповедные объекты, экосистемы, экокоридор.

**Ткач Е.Д., Шаврина В.И.** Экологическая роль соединенных территорий при формировании экосети Восточного Подолья // Агроэкологический журнал. — 2019. — № 3. — С. 20–27.

*Институт агроэкологии и природопользования НААН*

*e-mail: eco\_agro@ukr.net*

Проведены систематический, биоморфологический и эколого-ценотический анализы видового разнообразия Южнобугского, Днестровского, Лядовского, Немийского экокоридоров. Разработана рабочая классификационная схема соединенных территорий экосети. Установлено распространение 580 видов высших сосудистых растений, которые относятся к 292 родам, 77 семействам. Преобладающим в систематической структуре исследуемой флоры является отдел *Magnoliophyta* — 546 видов (из них 81,1% — *Magnoliopsida* и 12,6% — *Liliopsida*). Спектр семейств представлен *Asteraceae* Dumort. (12%), *Brassicaceae* Burnett. (12), *Poaceae* Barnhart (8,8), *Fabaceae* Lindl. (6,7), *Ranunculaceae* Juss. (6,4) *Caryophyllaceae* Juss. (5,7), *Rosaceae* Juss. (4,5), *Lamiaceae* (2,2), *Violaceae* Batsch (2,1), *Chenopodiaceae* Vet. и *Superaceae* Juss. (1,9%). Установлено, что в гидроморфном отношении ведущее место занимают представители ксеромезофитной группы — 37,1% видов, мезоксерофиты — 25, мезофиты — 22,6, ксерофиты — 7,1, гигрофиты — 2,2% видов. По отношению к реакции почвы преобладают (%): нейтрофиты — 46 и субацидофиты — 40,5; семиэвтрофы — 53,7 и эвтрофы — 25,6; по отношению к содержанию соединений азота (%): геминитрофиты — 47,5 и нитрофиты — 32,1. Определено, что по экологической структуре фиторазнообразия исследуемых территорий является переходным — от мезоксерофитной группы до ксеромезофитной, что свидетельствует об усилении антропогенного воздействия.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** экосеть, соединительные территории, фитоценоз.

**Шевчик В.Л.<sup>1</sup>, Соломаха И.В.<sup>2</sup>, Соломаха В.А.<sup>2</sup>** Эколого-ценотические особенности проектируемого ландшафтного заказника «Уляниковские ис-



точники» // *Агроэкологический журнал*. — 2019. — № 3. — С. 27–34.

<sup>1</sup> ННЦ «Институт биологии и медицины» КНУ имени Тараса Шевченко

<sup>2</sup> Институт агроэкологии и природопользования НААН

e-mail: i\_solo@ukr.net

Приведена физико-географическая характеристика полого-холмистой равнины с ярко выраженными долинно-балочными снижениями. Типичные для данной территории элементы обширного балочного рельефа, покрытые снаружи вылуженными черноземами и серыми лесными почвами, являются поверхностью стока, дренируются системой балок, безмянные водотоки которых выпадают в малопроточное озеро, расположенное в северной части с. Уляники. У подножия склонов балок дренируются эффективные подземные водонесные горизонты и источники. Установлено 12 местообитаний Изумрудной сети и приведена их характеристика. Осуществлена общая оценка ботанической составляющей многообразия типов растительности и приведен перечень редких растений данной территории. На основании проведенных исследований выявлены два вида орхидей, занесенных в Красную книгу Украины (*Epipactis palustris*, *Dactylorhizaincarnata*), и установлены эколого-ценотические особенности их роста.

К л ю ч е в ы е с л о в а: ландшафтный заказник, долинно-балочные снижения, Правобережное Приднепровье, местообитание, редкие растения.

**Грищенко Е.Н., Запасный В.С., Ярмоленко Е.В., Шило Л.Г.** Динамика плодородия почв Переяслав-Хмельницкого района Киевской области // *Агроэкологический журнал*. — 2019. — № 3. — С. 35–41.

Государственное учреждение «Институт охраны почв Украины»

e-mail: grischenkoel@ukr.net

Представлены результаты агрохимического состояния почв Переяслав-Хмельницкого р-на Киевской обл. и приведена динамика изменений обменной кислотности, содержания гумуса, подвижных соединений фосфора и калия за последние 15 лет агрохимической паспортизации земель сельскохозяйственного назначения. Приведена эколого-агрохимическая оценка почв и оценка нынешнего уровня их обеспеченности основными элементами питания. Для сохранения и повышения агроэкологического состояния почв Переяслав-Хмельницкого р-на необходимо полностью компенсировать дефицит органического вещества и элементов питания в почве посредством внесения оптимальных норм минеральных и органических удобрений, использования побочной продукции, увеличения площадей посева сидеральных и бобовых культур,

а также многолетних трав, проведения в необходимых объемах химической мелиорации почв.

К л ю ч е в ы е с л о в а: почва, агрохимическая паспортизация, обменная кислотность, гумус, содержание подвижных соединений фосфора, подвижных соединений калия, эколого-агрохимический балл, динамика.

**Зубов А.А., Зубов А.Р.** Связь свойств почв с их эродированностью // *Агроэкологический журнал*. — 2019. — № 3. — С. 42–53.

Институт агроэкологии и природопользования НААН

e-mail: azubov.work@gmail.com

Проанализировано влияние различных факторов и свойств почв на степень их эродированности. Представлена методика построения многофакторных математических моделей с использованием аппарата программы Excel. Разработана мультипликативная модель эродированности пахотных земель, ведущим фактором которой является их относительная площадь, расположенная на уклонах более 1°. Определено, что часть влияния данного фактора составляет 50% от всех возможных. Другими факторами, влияющими на эродированность, является доля почв с солонцеватым комплексом; каменистых; суммарная доля почв средне-, легко-суглинистых и супесчаных; доля тяжелосуглинистых почв. Суммарное влияние исследуемых факторов на степень эродированности почв составляет 80%. Степень распаханности угодий влияет на эродированность пахотных земель опосредованно — только при увеличении ее части на склонах крутизной более 1°. Предложена методика проверки исходных данных и качества полученной по ним модели. Установлено, что при прогнозировании пространственного распределения эродированности пахотных земель отдельной территории необходимо учитывать, по меньшей мере, следующие факторы или их группы: часть склоновых земель в составе пахотных земель, признаки засоленности и солонцеватости, показатели механического состава и каменистости почв. Инструментом оценки суммарной роли этих или других факторов является расчет математических моделей эродированности с использованием программы Faktog или Excel по методике, представленной в статье.

К л ю ч е в ы е с л о в а: деградация, почвы, эрозия, пахотные земли, крутизна склонов, математическая модель.

**Даценко Л.Н.<sup>1</sup>, Грышко С.В.<sup>2</sup>, Ганчук М.Н.<sup>1</sup>, Тарусова Н.В.<sup>1</sup>, Чебанова Ю.В.<sup>1</sup>, Щербина В.В.<sup>1</sup>, Скиба В.П.<sup>1</sup>, Ангеловская А.А.<sup>1</sup>** Проблемы бонитировки почв Запорожской области в современной оценке земельных ресурсов // *Агроэкологический журнал*. — 2019. — № 3. — С. 53–61.

<sup>1</sup> *Таврический государственный агротехнологический университет имени Дмитрия Моторного*

<sup>2</sup> *Мелитопольский государственный педагогический университет имени Богдана Хмельницкого*  
e-mail: geodeziya@tsatu.edu.ua

Приведен краткий обзор работ в отношении состояния бонитировки почв в независимой Украине. Охарактеризованы методики Л.Я. Новаковского, А.И. Сирия, В.В. Медведева и И.В. Плиско. Апробирована действующая методика бонитировки почв в условиях Запорожской обл., которая была предложена специалистами научно-исследовательских учреждений НААН и Национального аграрного университета. На основании результатов собственных полевых исследований, данных лаборатории почв и качества продукции растениеводства Таврического государственного агротехнологического университета имени Дмитрия Моторного, материалов Запорожского филиала ГУ «Институт охраны почв Украины», а также анализа почвенных карт, картограмм и агропромышленных групп почв, данных физико-химических свойств и морфологических признаков почв представлена качественная оценка почв области по районам и осуществлена классификация их группировок по содержанию гумуса, что позволило составить соответствующие карты.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** оценка почвы, метод оценки почвы, плодородие почвы, гумус.

**Давидюк Г.В., Олейник К.М., Клименко И.И.** Влияние технологий выращивания на содержание микроэлементов и тяжелых металлов в растениях пшеницы озимой // *Агроэкологический журнал*. — 2019. — № 3. — С. 62–70.

*ННЦ «Институт земледелия НААН»*  
e-mail: anndavydiuk@gmail.com

Проведено исследование влияния технологий выращивания различной интенсивности на содержание микроэлементов и тяжелых металлов в зерне и соломе пшеницы озимой и их вынос урожаем. Определено, что с ростом внесенных доз удобрений повышается содержание тяжелых металлов и микроэлементов в зерне и соломе. Экспериментально доказано, что исследуемые технологии выращивания не обеспечивали значительного накопления зерном пшеницы озимой сорта Славная и Царевна элементов меди, цинка, кадмия, марганца и железа. Определены величины выноса микроэлементов и тяжелых металлов урожаем зерна и соломы исследуемых сортов пшеницы озимой в зависимости от технологии выращивания. Установлено, что отчуждение микроэлементов и тяжелых металлов урожаем зерна и соломы данной культуры определялось степенью интенсивности технологии выращивания, величиной урожая и биологическими особенностями сорта.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** микроэлементы, тяжелые металлы, пшеница озимая, сорт, технологии выращивания, урожайность.

**Тарарико Ю.А.<sup>1</sup>, Цвей Я.П.<sup>2</sup>, Личук А.И.<sup>3</sup>** Потенциал биопродуктивности орошаемых агроэкологических систем в Правобережной Лесостепи // *Агроэкологический журнал*. — 2019. — № 3. — С. 70–80.

<sup>1</sup> *Институт водных проблем и мелиорации НААН*

<sup>2</sup> *Институт биоэнергетических культур и сахарной свеклы НААН*

<sup>3</sup> *ННЦ «Институт земледелия НААН»*  
e-mail: irtar@bigmir.net

Освещено, что в лесостепной зоне оросительной сетью в начале 90-х годов прошлого века охватывалось практически 0,8 млн га. Вследствие климатических изменений возникла необходимость в обосновании целесообразности восстановления и расширения оросительных мелиораций. Установлено, что по влиянию на урожайность всех культур севооборота длительное применение соломы с NPK и навоза с NPK оказалось равнозначным — имеет место рост продуктивности севооборота с 4,7 на природном фоне до 6,4 т к.ед./га, или на 27%. В благоприятные годы, что демонстрируют близость к оптимальному уровню увлажнения, продуктивность севооборота увеличивается до 7,6 т ед./га, или на 37%: на фоне применения соломы + NPK — на 33%; в результате применения навоза + NPK — на 32%. Удобрения уменьшают коэффициент вариации урожайности культур с высокого — 35% до среднего уровня — 25%. В общей продуктивности севооборота часть пшеницы озимой варьирует в пределах 8–10%, сахарной свеклы — 10–12, кукурузы — 17–23, гороха — 5–6, клевера — 7–8 и ячменя ярового — 7–9%. Показано, что для производства оптимальным является короткоротационный севооборот: 1 — кукуруза, 2 — пшеница озимая (ячмень), 3 — сахарная свекла. При улучшении питательного и водно-воздушного режимов и оптимизации факторов ожидаемая производительность чернозема типичного в Правобережной Лесостепи будет на уровне 12 т ед./га.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** лесостепная зона, климатические изменения, стационарный опыт, система удобрения, условия увлажнения, коэффициент вариации, биопродуктивность, орошение.

**Гринчук Е.В.** Ризомания — опасный вирусный объект для оценки фитосанитарного состояния посевов сахарной свеклы в Украине // *Агроэкологический журнал*. — 2019. — № 3. — С. 81–93.

*Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины*  
e-mail: «Katrin» <blackgrampus@ukr.net>

Проанализированы результаты многолетних исследований вируса некротического пожелтения



жилок свеклы, вызывающего болезнь ризоманию, которая является карантинным объектом. Описаны молекулярно-биологические свойства, особенности его генома и зависимость патогенеза от генетических вариаций вируса. Показано разнообразие патогенеза вируса и циркуляции болезни в мире и в Украине, способы ее распространения. Также проведен анализ природных генов устойчивости сахарной свеклы к ризомании.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** вирус некротического пожелтения жилок свеклы, ризомания, ген, патотип.

**Демянюк Е.С., Шацман Д.А.** Биологическая активность чернозема типичного при применении гербицидов в технологии выращивания кукурузы // *Агроэкологический журнал*. — 2019. — № 3. — С. 93–99.

*Институт агроэкологии и природопользования НААН*

*e-mail: demolena@ukr.net*

Исследовано влияние почвенных и страховых гербицидов в технологии бессеменного выращивания кукурузы на активность биологических процессов в черноземе типичном. Показано, что применение гербицидов в течение трех лет подряд в системе защиты кукурузы привело к снижению содержания общей биомассы микроорганизмов в почве на 8–57% в сравнении с почвой перелога и активизировало выделение CO<sub>2</sub> на 2–13% в сравнении с контролем, в зависимости от вида химического препарата. Внесение препарата Эстерон 60 к.э. (норма расхода 0,8 л/га) способствовало снижению содержания общей биомассы микроорганизмов на 42,1% и активности оксидоредуктаз на 19–20% в сравнении с контролем, увеличению фитотоксичности почвы до 56,5%. Опрыскивание посевов страховыми гербицидами Милагро 040 SC к.с. и Каллисто 480 SC, КС в рекомендуемых нормах расхода (соответственно 1,0 и 0,2 л/га) не имело существенного влияния на почвенную микробиоту и активность ферментов полифенол оксидазы и пероксидазы. Фитотоксичность почвы в данных вариантах была на уровне 31,9 и 36,3%, что на 9,6 и 24,7% выше, чем на контроле соответ-

ственно. По показателю фитотоксичности почвы в технологии бессеменного выращивания кукурузы гербициды размещены в ряд: Милагро 040 SC к.с. < Каллисто 480 SC, КС < Стомп 330, к.э. < Харнес, к.э. < Дианат, ВРК < Эстерон 60 к.э.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** биологическая активность почвы, фитотоксичность почвы, чернозем типичный, агроценоз кукурузы, гербициды.

**Лесовой Н.М., Мухаммед М.З., Чайка В.Н.** Оценка разнообразия насекомых агроэкосистем // *Агроэкологический журнал*. — 2019. — № 3. — С. 100–104.

*Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины*

*e-mail: urtar@bigmir.net*

Обоснованы методы оценки энтомологического многообразия локальных агроэкосистем с помощью индекса Шеннона — Уивера. Методы анализа основывались на фаунистических исследованиях полевых культур, которые доминировали в севообороте хозяйства, и расчете индекса Шеннона — Уивера для каждой культуры отдельно. Оценено состояние энтомологического многообразия в соответствии с общими требованиями проведения экологической паспортизации территорий агроценозов в соответствии с СОУ 73.10-37-694: 2008. Установлено, что самыми многочисленными по видам энтомофауны были посевы озимой пшеницы — 93 вида, кукурузы — 38, рапса озимого — 36 видов насекомых. Индекс Шеннона — Уивера составляет 2,4924, 1,6140 и 1,5849 соответственно, что довольно точно дифференцирует состояние видового разнообразия посевов. Исследования показывают существенное обеднение биоразнообразия энтомофауны агроценозов. Актуальные мероприятия по его сохранению должны предусматривать сбалансированное использование земель, переход к биологической защите сельскохозяйственных культур, пополнение агроландшафта сетью энтомологических рефугиумов.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** агроэкосистема, энтомологическое разнообразие, индекс Шеннона — Уивера.

---

---

# ABSTRACT

---

---

**Yehorova T., Sapsai T.** The relevant issues of the agroecological zoning of Ukraine // Agroecological journal. — 2019. — No. 3. — P. 6–13.

*Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

*e-mail: egorova\_geochem@ukr.net*

The main trends of the territorial analysis of agricultural lands and their environmental assessment are considered. The methodology of information agroecological zoning includes classification of landscape structure and natural-anthropogenic processes on the research area, formation of an information database, parameterization of components and agroecological processes, creation of graphical models of the functioning of agricultural landscapes and adjacent territories. Differentiated approaches have been developed to conduct general scientific and targeted agroecologic zoning of agricultural lands based on landscape-ecological principles. The complex of quantitative parameters of the components of agricultural landscapes for the assessment and zoning of their ecology features is proposed. A tabular legend for the regional general scientific agroecological map of the Right-Bank Forest-Steppe provincial of Ukraine has been prepared. The considered issues of the methodology of agroecological zoning allow to introduce the practice of such research as the basis for the formation of the State program of general scientific and target agroecological zoning of Ukraine.

**Key words:** agroecological zoning, regionalization methodology, agrolandscape, soils, agrocenoses, Right-Bank Forest-steppe.

**Boyko O., Gonchar O., Gavrish O., Osokina T.** Formation of ecological network of Cherkasy region // Agroecological journal. — 2019. — No. 3. — P. 14–19.

*Cherkasy Bioresource Research Station NAAN*

*e-mail: aleksboy18@meta.ua*

Basic methods and tools for biodiversity conservation have been studied. The problems of conservation of ecological network, creation and announcement of objects of natural reserve fund are considered. When designing an ecological network, the ecosystem approach is the most scientifically sound. However, a single element of the ecological network (key territory or eco-corridor) may have boundaries in several administrative districts, oblasts or even countries. Based on the results of the analysis, conclusions were drawn and recommendations were made regarding the development of the ecological network and the preservation of the environment. The results of the researches of the Cherkasy Biological Resources Research Station were additionally used to prepare the article.

**Key words:** environment, ecological network, territories, environment, nature, conservation sites, ecosystems, eco-corridor.

**Tkach Ye., Shavrina V.** Environmental role or connecting territories in the formation or the ecological network of the Eastern Podillia // Agroecological journal. — 2019. — No. 3. — P. 20–27.

*Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

*e-mail: eco\_agro@ukr.net*

The study is devoted to the ecological and functional role of phytocenoses in the connecting territories of the Eastern Podillia eco-network. Systematic, biomorphological and ecological-cenotic analyzes of the species diversity of the South Bug, Dnestrovsky, Lyadovsky, Nemiysky eco-corridors have been carried out. A working classification scheme for the connecting areas of the eco-network has been developed. The distribution of 580 species of higher vascular plants belonging to 292 genera, 77 families has been established. The predominant systematic structure of the flora is *Magnoliophyta* — 546 species (81.1%, of which — *Magnoliopsida* and 12.6% — *Liliopsida*). The spectrum of leading families is represented by: *Asteraceae* (12%), *Brassicaceae* (12), *Poaceae* (8.8), *Fabaceae* (6.7), *Ranunculaceae* (6.4) *Caryophyllaceae* (5.7), *Rosaceae* (4.5), *Lamiaceae* (2,2), *Violaceae* (2,1), *Chenopodiaceae* and *Cyperaceae* (1.9%). It has been established that the hydromorph is occupied by the representatives of the xeromesophyte group, whose share is 37.1% of species, mesoxerophytes — 25, mesophytes — 7.1, xerophytes — 7.1, hygrophytes — 6 and hydrophytes — 2.2% of species. Neutrophytes — 46% and subacidophytes — 40.5% predominate in relation to soil reaction; soil richness: semiotrophic — 53.7% and eutrophic — 25.6%; content of nitrogen compounds: geminitrophytes — 47.5% and nitrophytes — 32.1%. It has been determined that the ecological structure of the phytodiversity of the studied territories is a transition from meso-serophytic group to xeromesophytic, which indicates an increase in anthropogenic influence.

**Key words:** ecological network, connecting territories, phytocenoses.

**Shevchyk V.<sup>1</sup>, Solomakha I.<sup>2</sup>, Solomakha V.<sup>2</sup>** Ecological and cenotic features «Ulianykivski dzhherela (wellsprings)» designed landscape reserve // Agroecological journal. — 2019. — No. 3. — P. 27–34.

<sup>1</sup> *Educational and Scientific Center «Institute of Biology and Medicine» Taras Shevchenko Nation University*

<sup>2</sup> *Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

*e-mail: i\_solo@ukr.net*

The main idea of forming and expanding the network of nature conservation areas is to preserve the natural complexes remains where rare and typical species and biotopes exist. In this region, important elements of the ecology network are, first of all, ra-

vine systems and small rivers valleys that have not been cultivated for a long time due to the risk of active soil erosion. Perspective area for the landscape reserve creation is the south-eastern outskirts of the village Ulianyky in Kagarlytskyi district of Kyiv region. Physical-geographical characteristics of the hilly plain with pronounced valley and beam declines are shown for this territory. The typical elements for this territory are spacious beam relief, covered with externally leached chernozem and gray forest soils, are the surface of the runoff drained by the beam system. The watercourses of the beams flow into a weakly flowing lake located in the northern part of the village Ulianyky. Effective underground aquifers and wellsprings drain at the slopes of beams. 12 Emerald habitats have been established and described. The general assessment vegetation type diversity of the botanical component was conducted and a rare plants list of the area was made. Based on the conducted research, two species of orchids listed in the Red Book of Ukraine (*Epipactis palustris* (L.) Crantz, *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soo) have been identified and ecological-coenotic features of their growth have been established.

**К е y o r d s:** landscape reserve, valley-beam declines, Right Bank Dnieper, habitats, rare plants.

**Grischenko E., Zapasnyi V., Yarmolenko E., Shylo L.** The main indicators of soil fertility in the Pereiaslav-Khmelnytskyi district of the Kiev region // *Agroecological journal*. — 2019. — No. 3 — P. 35–41.

*State Institution «Soils Protection Institute of Ukraine»*

*e-mail: grischenkoel@ukr.net*

The results of the soil agro-chemical conditions of Pereiaslav-Khmelnytskyi district of Kyiv region are highlighted in the article. According to the studies conducted the average weighted index of soil acidity in the district during the last 15 years (from 2001 till 2015) was practically unchanged and was within the limits of the near-neutral soils. During the years 2001-2015 humus content in the soils of the district decreased by 0.24%. Today, the soils with medium and increased content of humus are dominant in the area. The index of the content of mobile phosphorus compounds in the X round decreased by 21 mg/kg of soil comparing with the 9th round. During the investigated period the proportion of high and very high content of phosphorus soils decreased by 16%. During the VIII–X rounds of the examination, the index of the potassium mobile compounds content in the soil was practically stable and amounted to 97–106 mg/kg of soil, which corresponds to an increased level of security. The average weighted soil quality index decreased by 8 units (14.5%) and is 47 points (grade IV) comparing with the previous round, which indicates a decrease in some fertility indices.

**К е y o r d s:** soil, agrochemical certification, exchange acidity, humus, mobile phosphorus compounds content, mobile compounds of potassium content,

light hydrolyzed nitrogen, ecological-agrochemical score, dynamics.

**Zubov A., Zubov O.** The connection of soil properties with their erosion susceptibility // *Agroecological journal*. — 2019. — No. 3 — P. 42–53.

*Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

*e-mail: azubov.work@gmail.com*

We analyze influence of various factors and properties of soils on the share of eroded arable lands. The method of constructing multi-factor mathematical models using the apparatus of Excel is presented. A multiplicative model of share of eroded arable land has been developed, the leading factor of which is the relative part of their area, located on the slopes of a steepness greater than 1°. It was established, that the share of the influence of this factor from all possible amounts to 50%. Other factors affecting the share of eroded arable lands, is the proportion of soils with alkaline complex; rocky soil; the total share of moderate, light loamy and sandy soils; the share of heavy loam soils. The total effect of the studied factors on share of eroded soils is 80%. The proportion of arable land affects the proportion of eroded arable land not directly, but indirectly — only with an increase in the proportion of arable land on slopes with a steepness of more than 1°. A method for checking the source data and the quality of the model obtained from them is given. It was established, that under forecasting the spatial distribution of eroded arable land of a territory it is necessary to take into account at least such factors or their groups as the share of sloping arable lands, signs of salinization and alkalinity, indicators of soil mechanical composition, the share of stony arable lands. A tool for assessing the overall role of these or other factors is the calculation of mathematical models of the share of eroded lands using the program Faktor or Excel according to the method shown in the article. The direction of improving the resulting model is to take into account such additional factors as length of the slopes, type of parent rock, climatic differences.

**К е y o r d s:** degradation, soil, erosion, arable land, slope steepness, mathematical model.

**Datcenko L.<sup>1</sup>, Hryshko S.<sup>2</sup>, Ganchuk M.<sup>1</sup>, Tarusova N.<sup>1</sup>, Chebanova Y.<sup>1</sup>, Scherbina V.<sup>1</sup>, Skyba V.<sup>1</sup>, Anhelovska A.<sup>1</sup>** Problems of soil evaluation in Zaporizhzhia Region in the modern assessment of land resources // *Agroecological journal*. — 2019. — № 3 — P. 53–61.

<sup>1</sup> *Tavrida State Agrotechnological University D. Motorny*

<sup>2</sup> *Melitopol State Pedagogical University B. Khmelnytsky*

*e-mail: geodeziya@tsatu.edu.ua*

A brief overview of soil quality evaluation works in independent Ukraine is given. Methods of L.Ya. Nova-

kovsky and A.I. Siryi, V.V. Medvedev and I.V. Plisko were characterized. A valid method of soil evaluation, which is proposed by the specialists of research institutions of Ukrainian Academy of Agrarian Sciences of Ukraine and National Agrarian University, in the context of Zaporizhzhia Region, is approbated. On the basis of own field research, the data of the laboratory of «Monitoring of Soil and Quality of Crop Production» of TSATU, materials of GE «Zaporizhzhia Regional State Project-technological Center of Guard of Soil Fertility and Quality of Products», as well as analysis of soil maps, maps of agricultural industrial groups of soils, data of physical and chemical properties and morphological features of soils, a qualitative assessment of the soils in the area is provided. Groupings of soil humus content was made, which gave the opportunity to draw up the appropriate maps.

**Key words:** soil evaluation, method of soil evaluation, soil fertility, humus, Zaporizhzhia Region.

**Davidyuk G., Oliylyk K., Klimenko I.** Influence of cultivation technologies on the content of trace elements and heavy metals in winter wheat plants // *Agroecological journal*. – 2019. – No. 3 – P. 62–70.

*NSC «Institute of Agriculture NAAS»*

*e-mail: amndavydiuk@gmail.com*

Research to study the effect of growing technologies of different intensities on the content of trace elements and heavy metals in winter wheat grain and straw and their removal has been carried out. It is determined that with increasing doses of fertilizers the content of heavy metals and trace elements in grain and straw increases. It was experimentally proved that under the researched growing technologies there was no significant accumulation of copper, zinc, cadmium, manganese and iron in the varieties of winter wheat Slavna and Tsarivna. Magnitudes of removal of trace elements and heavy metals by the grain and straw yields of the studied winter wheat varieties, depending on the cultivation technology were determined. It was established that the alienation of trace elements and heavy metals by the yield of grain and straw of this crop was determined by the degree of intensity of the cultivation technology, the value of the crop and the biological characteristics of the variety.

**Key words:** trace elements, heavy metals, winter wheat, cultivar, cultivation technologies, yield.

**Tarariko Yu.<sup>1</sup>, Tsvei Ya.<sup>2</sup>, Lychuk A.<sup>3</sup>** The potential of bioproductivity of irrigated agricultural systems in the Right-Bank Forest Steppe zone // *Agroecological journal*. – 2019. – № 3 – P. 70–80.

<sup>1</sup> *Institute of Water Problems and Reclamation of NAAS*

<sup>2</sup> *Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beets of NAAS*

<sup>3</sup> *Institute of Agriculture of NAAS*

*e-mail: urtar@bigmir.net*

It has been shown that in the forest-steppe zone, the irrigation network covered almost 0.8 million hectares in the early 1990s. Due to climate change, there was a need to justify the feasibility of restoring and expanding irrigation land. Subject of research – information base of stationary experience (1973). The goal is to evaluate the bioproductive potential of agroecosystems, including irrigated ones, in the Right-Bank Forest Steppe. Climate change assessment was performed on the basis of Climate Water Balance (CWB) and Hydrothermal Coefficient (HTC) values, crop yields and crop rotation productivity were determined by field experiments. It was found that the impact on crop yields of all crop rotation long-term use of straw with NPK and manure with NPK was equivalent to an increase in crop rotation productivity from 4.7 on a natural background to 6.4 t f.u./ha or 27%. In the most favorable years, imitating close to the optimum level of humidification, the crop rotation productivity on the control increases to 7.6 t f.u./ha or 37%, against the background of «Straw + NPK» – to 8.9 t f.u./ha or by 33% and against the background of «Manure + NPK» – to 8.8 t f.u./ha or 32%. Fertilizers reduce the coefficient of variation of crop yields from high – 35% to medium – 23–25%. In the total crop rotation productivity, the share of winter wheat ranges from 8–10%, sugar beet – 10–12%, corn MWM – 17–23%, peas – 5–6%, clover – 7–8% and spring barley – 7–9%. So, short-rotation crop rotation is offered for production: 1 – corn; 2 – winter wheat (spring barley); 3 – sugar beets. With the improvement of nutritional and water-air regimes and optimization of crop rotation factor, the expected productivity of typical black soil in the Right-Bank Forest Steppe will be at the level of 12 t f.u./ha.

**Key words:** forest-steppe zone, climate change, stationary experiment, fertilizer system, wetting conditions, coefficient of variation, bioproductivity, irrigation.

**Hrynychuk K.** Rhysomania is a dangerous object the evaluating phytosanitary state of sugar beet seeds in Ukraine // *Agroecological journal*. – 2019. – No. 3 – P. 81–93.

*National University of Life and Environmental Sciences of NAAS*

*e-mail: «Katrin» <blackgrampus@ukr.net>*

The results of many years of research of beet necrotic yellow vein virus, which causes rhizomania, and is a quarantine object, are analyzed. The molecular-biological properties, features of its genome and dependence of pathogenesis on genetic variations of the virus are described. Diversity of virus pathotypes and disease circulation in the world and in Ukraine and ways of its spread are shown. Natural genes of sugar beet resistance to rhizomania were also analyzed.

**Key words:** beet necrotic yellow vein virus, rhizomania, gene, pathogen.

**Demyanyuk O., Shatsman D.** The biological activity of chernozem typical in the application of herbicides in the technology in the cultivation of corn // Agroecological journal. – 2019. – No. 3 – P. 93–99.

*Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS*

*e-mail: demolena@ukr.net*

Influence of soil and postemergent herbicides in the technology of continuous corn growing on activity of biological processes in chernozem typical is studied. It has been shown that using herbicides for three years in a row in the system of corn protection caused decreasing the contest of total biomass of microorganisms in the soil by 8–57% compared to lealand and increasing the emission intensity of CO<sub>2</sub> from the soil by 2–13% compared to control depending on chemical preparation type. Applying preparation Esteron 60 k.e. (consumption rate 80 l/ha) caused decreasing of total biomass of microorganisms by 42.1% and oxidoreductase activity by 19–20% compared to control, increasing soil phytotoxicity up to 56.5%. Spraying the crops with postemergent herbicides Milagro 040 SC k.c. and Kallisto 480 SK, KC at recommended consumption rate of (1.0 and 0.2 l/ha correspondingly) does not cause essential depression of soil microbiota and activity of ferments polyphenol oxydase and peroxydase. Soil phytotoxicity in these variants was at the level of 31.9 and 36.3% which was 9.6 and 24.7% higher than in control correspondingly. According to soil phytotoxicity indices in the technology of continuous corn growing researched herbicides are placed in such row: Milagro 040 SC k.c. < Kallisto 480 SC, KC < Stomp 330, k.e. < Harnes, k.e. < Dianat, BRK < Esteron 60 k.e.

**K e y w o r d s:** biological activity of soil, phytotoxicity of soil, chernozem typical, agrocenosis of corn, herbicides.

**Lisovyy M., Mahmoud Z.M., Chayka V.** Control of entomological diversity in agricultural systems // Agroecological journal. – 2019. – No. 3 – P. 100–104.

*National University of Life and Environmental Sciences of NAAS*

*e-mail: urtar@bigmir.net*

Our planet is undergoing the sixth wave of mass extinction of biota. So, according to the World Wildlife Fond (WWF) data, the living planet index for vertebrates (an indicator of global biodiversity) has decreased by almost 60% from 1970 to 2014. Ecologists are concerned because of the depletion of insect populations, as far as they make up about two thirds of all biota species, and are essential for maintaining the stability of ecosystems and providing environmental services. Currently, about one-third of all types of insects are under threat of extinction. In the last 30 years, the loss of insect biomass is about 75%. This is observed even in habitats with low levels of anthropogenic impact. The strategy of conservation of biodiversity requires, first of all, quantitative and

comparative assessment in ecosystems of different levels. Such studies are carried out regularly for regional and global ecosystems of different nature. Biodiversity indicators have been developed and tested; databases have been compiled, which allows controlling the dynamics of population depletion process. But the state of entomological diversity in local agroecosystems (at the level of farms, separate agrocenoses) is researched not deep enough. Particularly in them biota falls under powerful anthropogenic influences. To evaluate the species richness of local ecosystems, such indices as Shannon-Weaver, Simpson, Macintosh, etc., are developed, each of which has its advantages and disadvantages. Scientific researches on substantiation of methods of system assessment of the state of the entomofauna of agricultural territories were insufficient, which determined the relevance of our work. The goal of the work was to substantiate the methods of controlling the state of the species diversity of insects in local agroecosystems using the Shannon-Weaver index. The analysis of the generalized results of faunal studies of agroecosystems showed that the entomological species diversity of crops included 167 species of 8 orders. The most abundant species were the *Coleoptera* order representatives (58 species) followed by *Lepidoptera* (35 species), *Hemiptera* (34 species), the least frequent were *Homoptera* (4 species) and *Thysanoptera* (2 species).

It is known that the current species variety of different agrocenoses is primarily determined by the agricultural crop. Therefore, a differentiated assessment of the index indicator was conducted for each agricultural crop separately. For calculations, the results of faunal studies in each culture were used. The value of the Shannon-Weaver index is 2.4924. According to the Standard of Ukrainian Companies 73.10-37-694:2008 these data indicate a very high diversity of species, which is distinctive for natural ecosystems and lea lands. The reason of the large entomological diversity of the crop is due to the fact that wheat has long been cultivated in Ukraine, has a significant number of wild relatives, phytophagous insects from which were able to switch their nutrition to the cultivated culture. Studies have shown that the Shannon-Weaver index differentiates quite accurately the diversity of the entomofauna of different crops. Thus, faunal studies of maize and rape crops showed that the species abundance of entomofauna cultures varies by 2 taxa. Correspondingly, the index for maize was 1,6140 and for rape – 1,5849. The ability to reflect the current state of the entomofauna, simplicity of calculation, allows us to recommend the Shannon-Weaver index for controlling biodiversity of agrocenoses. The results of our field studies indicate a significant impoverishment of entomological biodiversity of agricultural landscapes, which is confirmed by numerous literary evidences of the global biodiversity crisis.

**K e y w o r d s:** biodiversity, agroecosystem, entomological diversity, Shannon-Weaver index.



---

## ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

---

**Ангеловська Алла Олександрівна**, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Запорізька обл., e-mail: geodeziya@tsatu.edu.ua

**Бойко Олександр Васильович**, кандидат сільськогосподарських наук, Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН, м. Черкаси, e-mail: aleksboy18@meta.ua

**Гавриш Олександр Миколайович**, кандидат сільськогосподарських наук, Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН, e-mail: gavrish.olexahdr@gmail.com

**Ганчук Максим Миколайович**, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Запорізька обл., e-mail: geodeziya@tsatu.edu.ua

**Гончар Олексій Федорович**, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН, e-mail: of.gonchar@gmail.com

**Гринчук Катерина Валеріївна**, кандидат біологічних наук, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, e-mail: blackgrampus@ukr.net

**Гришко Світлана Вікторівна**, кандидат географічних наук, Мелітопольський державний педагогічний університету імені Богдана Хмельницького, м. Мелітополь, Запорізька обл., e-mail: geodeziya@tsatu.edu.ua

**Грищенко Олена Миколаївна**, кандидат сільськогосподарських наук, ДУ «Інститут охорони ґрунтів України», м. Київ, e-mail: grischenkoel@ukr.net

**Давидюк Ганна Володимирівна**, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, ННЦ «Інститут землеробства НААН», смт Чабани, Києво-Святошинський р-н, Київська обл., e-mail: annavydiuk@gmail.com

**Даценко Людмила Миколаївна**, доктор геологічних наук, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Запорізька обл., e-mail: geodeziya@tsatu.edu.ua

**Дем'янюк Олена Сергіївна**, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: demolena@ukr.net

**Єгорова Тетяна Михайлівна**, доктор сільськогосподарських наук, доцент, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: egorova\_geochem@ukr.net

**Запасний Віктор Степанович**, ДУ «Інститут охорони ґрунтів України», м. Київ, e-mail: pasportyzaciya@iogu.gov.ua

**Зубов Антон Олексійович**, кандидат технічних наук, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: azubov.work@gmail.com

**Зубов Олексій Ремович**, доктор сільськогосподарських наук, професор, Український орден «Знак пошани» науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г.М. Висоцького, м. Харків, e-mail: zuboval195@gmail.com

**Клименко Ірина Іванівна**, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, ННЦ «Інститут землеробства НААН», смт Чабани, Києво-Святошинський р-н, Київська обл., e-mail: Ira\_Klimenko@i.ua

**Лісовий Микола Михайлович**, доктор сільськогосподарських наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, e-mail: Lisova106@ukr.net

**Личук Ганна Іванівна**, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, ННЦ «Інститут землеробства НААН», смт Чабани, Києво-Святошинський р-н, Київська обл., e-mail: aspirant.nnciz@gmail.com

**Мухаммед Махмуд Зана**, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, e-mail: V\_chayka@mail.ru

**Олійник Катерина Михайлівна**, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, ННЦ «Інститут землеробства НААН», смт Чабани, Києво-Святошинський р-н, Київська обл., e-mail: katerinaoleunik@gmail.com

**Осокіна Тетяна Григорівна**, Черкаська дослідна станція біоресурсів НААН, м. Черкаси, e-mail: bioresurs.ck@ukr.net

**Сапсай Тетяна Петрівна**, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: crazy\_and\_lucky\_girl@ukr.net

**Скиба Вікторія Павлівна**, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Запорізька обл., e-mail: geodeziya@tsatu.edu.ua

**Соломаха Володимир Андрійович**, доктор біологічних наук, професор, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: vsol@ukr.net

**Соломаха Ігор Володимирович**, кандидат біологічних наук, Інститут агроєкології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: i\_solo@ukr.net

*Продовження див. на с. 3 обкладинки*



**Тараріко Юрій Олександрович**, доктор сільськогосподарських наук, професор, Інститут водних проблем і меліорації НААН, м. Київ, e-mail: [urtar@bigmir.net](mailto:urtar@bigmir.net)

**Тарусова Наталя Василівна**, кандидат біологічних наук, доцент, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Запорізька обл., e-mail: [geodeziya@tsatu.edu.ua](mailto:geodeziya@tsatu.edu.ua)

**Ткач Євгенія Дмитрівна**, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, Інститут агро-екології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: [bio\\_eco@ukr.net](mailto:bio_eco@ukr.net)

**Чайка Володимир Миколайович**, доктор сільськогосподарських наук, професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, e-mail: [V\\_chayka@mail.ru](mailto:V_chayka@mail.ru)

**Чебанова Юлія Василівна**, кандидат географічних наук, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Запорізька обл., e-mail: [geodeziya@tsatu.edu.ua](mailto:geodeziya@tsatu.edu.ua)

**Цвей Ярослав Петрович**, доктор сільськогосподарських наук, професор, Інститут біоенергетич-

них культур і цукрових буряків НААН, м. Київ, e-mail: [tsvey\\_isb@ukr.net](mailto:tsvey_isb@ukr.net)

**Шавріна Віра Ігорівна**, кандидат біологічних наук, Інститут агро-екології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: [eco\\_agro@ukr.net](mailto:eco_agro@ukr.net)

**Шацман Дмитро Олександрович**, Інститут агро-екології і природокористування НААН, м. Київ, e-mail: [agroecology\\_naan@ukr.net](mailto:agroecology_naan@ukr.net)

**Шевчик Василь Леонович**, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, Канівський природний заповідник ННЦ «Інститут біології та медицини» КНУ імені Тараса Шевченка, м. Канів, e-mail: [shewol@ukr.net](mailto:shewol@ukr.net)

**Щербина Валентина Вікторівна**, кандидат біологічних наук, доцент, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь, Запорізька обл., e-mail: [geodeziya@tsatu.edu.ua](mailto:geodeziya@tsatu.edu.ua)

**Шило Любов Григорівна**, ДУ «Інститут охорони ґрунтів України», м. Київ, e-mail: [kievodptc@ukr.net](mailto:kievodptc@ukr.net)

**Ярмоленко Євгеній Васильович**, ДУ «Інститут охорони ґрунтів України», м. Київ, e-mail: [yarmolenko@iogu.gov.ua](mailto:yarmolenko@iogu.gov.ua)